

ИГРЫ РАЗУМА



Иван Игнатьев

Колумбово яйцо

Старинные
опыты и фокусы



- ПРЕВРАЩЕНИЕ ВИНА В ВОДУ
- ГРУША-САМОУБИЦА
- КОСТИ-БЕГЛЕЦЫ
- И МНОГОЕ ДРУГОЕ

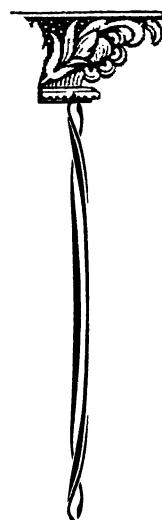
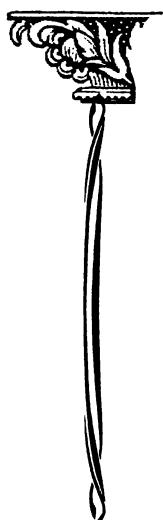


ИГРЫ РАЗУМА

ИГРЫ РАЗУМА

Иван Игнатьев

Колумбово яйцо



Санкт-Петербург
Амфора / Северо-Запад
2015

УДК 37.018.1
ББК 74.9
И 26

12+

Издание не рекомендуется детям младше 12 лет

Игнатьев И.

И 26 Колумбово яйцо / Иван Игнатьев. — СПб. : ООО «Торгово-издательский дом «Амфора» ; ООО «Издательство «Северо-Запад», 2015. — 189 с. : ил. — (Серия «Игры разума»).

ISBN 978-5-367-03615-2 (Серия)

ISBN 978-5-367-03626-8

Книга санкт-петербургского профессора Ивана Игнатьева посвящена простейшим физическим явлениям, ярко демонстрирующим свойства жидкостей и действие основных физических сил, таких как инерция, сила тяжести, упругость. Руководствуясь этой книгой, можно своими руками создать наглядные пособия для домашнего кабинета физики, а кроме того, удивить своих друзей и знакомых невероятными на первый взгляд фокусами, основанными на физических законах.

УДК 37.018.1
ББК 74.9

ISBN 978-5-367-03615-2 (Серия)
ISBN 978-5-367-03626-8

© Составление, оформление.
ООО «Торгово-издательский
дом «Амфора», 2015
© ООО «Издательство «Северо-
Запад», 2010

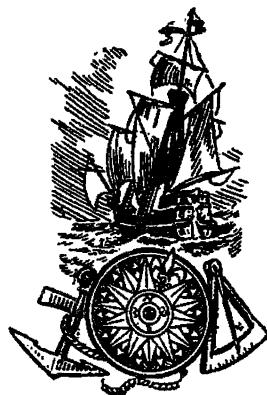
Вступление

Однажды знаменитый первооткрыватель Америки Христофор Колумб был приглашен на обед к кардиналу Мендосе. Когда по просьбе собравшихся он начал рассказывать о своем плавании, один из гостей усомнился в его подвиге и заявил, что не видит ничего сложного в том, чтобы открыть новую землю. Тогда Колумб взял в руки вареное яйцо и предложил насмешнику поставить его на стол вертикально, отметив, что задача эта весьма проста. После того как никто из присутствующих не сумел с нею справиться, Колумб разбил яйцо с одной стороны и без труда поставил его, как требовалось. Благодаря этой легенде появился известный фразеологизм «Колумбово яйцо», означающий неожиданно простой выход из затруднительного положения.

Именно так назвал свою книгу о занимательной физике санкт-петербургский профессор и популяризатор науки Иван Игнатьев. Внимательно с нею ознакомившись, вы увидите, что этот предмет вовсе не так сложен и скучен, как вам, может быть, казалось в школе. Вы сможете взглянуть на то, что когда-то изучали, с другой стороны, вспомнить и повторить основные физические законы, действующие в природе. А кроме того, получите возможность проверить на практике все вновь обретенные знания, поскольку каждая глава этой книги сопровождается описанием физических опытов, иллюстрирующих ее содержание. Предлагаемые эксперименты не потребуют каких-либо существенных затрат. Напротив, вы положите себе в копилку полезные знания и заряд хорошего настроения. И, само собой разумеется, узнаете, как поставить яйцо на носик, даже не разбив его скорлупы!



Стиль автора и факты, приведенные в книге, сохранены и соответствуют времени написания книги. Для современного читателя это может представлять особый интерес, так как знакомит с научными данными позапрошлого века и дает возможность сравнить их с современными реалиями. Любопытно провести эксперименты, используя интересные приборы и материалы «из прошлого» или самостоятельно найти замену устаревшим предметам.



ЛАБОРАТОРИЯ

ФИЗИКА





Особый интерес занятиям физики придает то, что все нехитрые приборы, необходимые для опытов, могут быть легко сделаны своими руками. Сам процесс их изготовления доставляет немалое удовольствие, тем более что использующиеся для этого материалы и инструменты весьма недороги и имеются почти в каждой семье.

Прежде всего, нам придется иметь дело с картоном, поскольку для опытов иногда требуется коробочка, ящичек, кружок, полоска и так далее. А в этих случаях обыкновенная переплетная папка толщиной в 1–2 миллиметра представляет неоценимый материал как по дешевизне, так и по простоте работы с ней. Что же касается инструментов, то достаточно иметь острый перочинный нож, металлическую линейку, подкладную доску для разрезания картона, карандаш и столярный клей. Также понадобится тонкий коленкор для заклейки углов и ребер коробочек. Вот и вся мастерская. С этими нехитрыми инструментами можно изготовить почти все, что потребуется для опытов. Насколько незамысловаты работы с картоном, видно из следующего примера.

Предположим, для какого-нибудь опыта требуется соорудить кубик, ребро которого должно равняться, например, одному дюйму*. Для этого с помощью линейки начертим на листе картона прямоугольную полосу длиной в четыре и шириной в один дюйм. Затем разобьем полосу на четыре квадрата, как обозначено на рис. 1, а, и причертим сверху и снизу третьего квадрата еще по одному такому же квадрату. У нас получится крестообразная фигура, состоящая из шести равных квадратов. Это будущие грани куба. Теперь возьмем перочинный нож и вырежем по линейке весь крест, стараясь вести острие ножа как можно ровнее по линиям, ограничивающим фигуру. Само собой разумеется, что прямо на столе резать не следует: нужно предварительно положить картон на под-

* Дюйм (от нидерл. *duim* — большой палец) — единица измерения расстояния в некоторых европейских неметрических системах мер. Слово «дюйм» введено в русский язык Петром I в самом начале XVIII века. Сегодня под дюймом чаще всего понимают английский дюйм, равный 2,54 см.

кладную доску. После того как фигура будет вырезана, надрежем по линейке крест на половину толщины картона в тех местах, где начерчены карандашные линии, отделяющие квадрат от квадрата. Теперь кубик сложить легко, так как его грани, благодаря надрезам, могут быть приведены в требуемое положение. Первый, второй, третий и четвертый квадраты составят боковые грани куба, а пятый и шестой, притянутые к первым четырем, образуют его основания. Остается только заклеить узенькими полосками коленкора все ребра — и кубик готов (рис. 1, в). Подобным образом производятся почти все работы по картону.

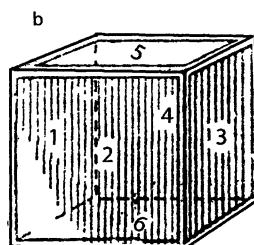
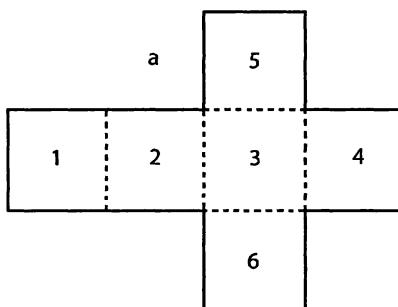


Рис. 1

Кроме картона нам придется иметь дело и с деревом, так как иногда необходимо уметь самостоятельно изготавливать деревянные части приборов. О сложных столярных или токарных работах здесь речь не идет: для них необходимо владеть целой столярной мастерской. Впрочем, если встретится подобная надобность, всегда можно обойтись



домашними средствами, заменив, например, токарный станок простым выстругиванием с помощью перочинного ножа.

Зато безусловно необходимо приобрести полный набор инструментов для выпиливания по дереву, состоящий из лобзика, нескольких тоненьких пилок, шила, напилка, струбциники и нескольких листов шкурки, или наждачной бумаги различных номеров. Отличным материалом для изделий могут послужить доски для выпиливания. Их изготавливают из различных сортов дерева, и стоят они очень недорого. Конечно, необходим небольшой молоток и мелкие проволочные гвозди. Имея в руках эти инструменты, а также столярный клей и кисть, мы можем взяться за изготовление приборов для нашего маленького кабинета физики.

Работа по дереву, так же как и по картону, очень незамысловата и не требует долгой предварительной подготовки. Для работы вам потребуется всего лишь струбцины и лобзик.

Предположим, вы хотите изготовить четырехугольную подставку для какого-нибудь прибора. С помощью карандаша и линейки начертите на доске четырехугольник таким образом, чтобы его длинные стороны приходились вдоль, а короткие поперек древесных волокон. Лучше всего воспользоваться ровным краем доски, приняв его за одну из сторон четырехугольника. Вставьте в лобзик пилку, наблюдая, чтобы ее зубчики были направлены вперед от вас и вниз, и начинайте пилить по линиям чертежа. Свободной рукой направляйте доску так, чтобы пилка шла точно по карандашной черте, а не виляла из стороны в сторону. Также нужно постоянно следить, чтобы пилка была перпендикулярна доске. Когда доска будет выпилена, непременно сделайте еще одну. Дело в том, что одна дощечка не годится для подставки: во-первых, она слишком тонка, а во-вторых, легко может сломаться по направлению волокон древесины или покоробиться при высыхании. Поэтому при вычерчивании второй доски нужно старательно следить, чтобы ее длинные стороны пришлились теперь поперек волокон, а короткие — вдоль



(рис. 2). Выпилив две доски, а если нужно, то и три, приступайте к их склеиванию.

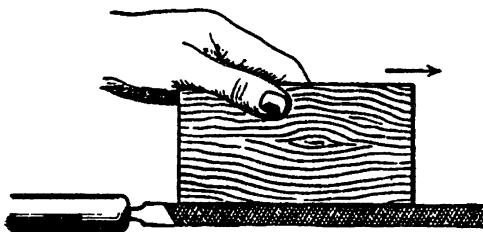


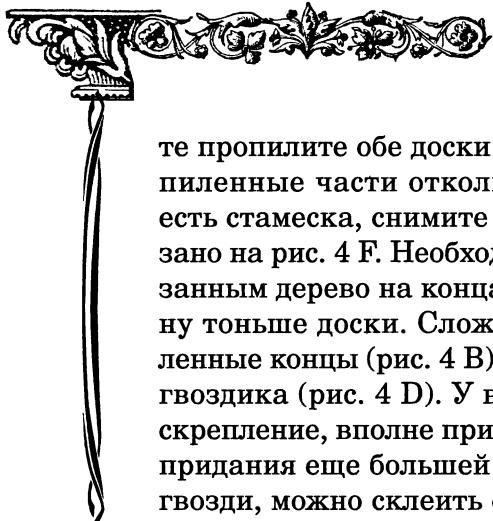
Рис. 2

Сначала тщательно очистите крупной шкуркой обе склеиваемые поверхности, а затем покройте их с помощью кисти тонким слоем горячего клея. Тщательно сложив доски смазанными поверхностями вместе, положите их в сухое место под пресс, которым могут служить, например, несколько тяжелых книг. Под прессом доски должны лежать не меньше 10 часов, пока клей не высохнет полностью. В этом случае лучше излишняя осторожность, чем быстрота: плохо просохший клей держит доски очень непрочно. Когда же клей полностью высохнет, выньте доски из-под пресса и хорошенько выровняйте их края напильником (рис. 3). После этого можете использовать готовую подставку.



Рис. 3

Иногда вам понадобится соединить под прямым углом две деревянные доски одинаковой ширины. Измерьте ширину и отложите ее на концах обеих досок, а затем на этом расстоянии от конца проведите поперечные линии карандашом, пользуясь линейкой. По карандашной чер-



те пропилите обе доски на половину их толщины и надпиленные части отколите перочинным ножом, а если есть стамеска, снимите с ее помощью дерево, как показано на рис. 4 F. Необходимо, чтобы оставшееся не вырезанным дерево на концах досок было как раз наполовину тоныше доски. Сложите под прямым углом заготовленные концы (рис. 4 В) и вбейте в места соединения два гвоздика (рис. 4 D). У вас получится довольно прочное скрепление, вполне пригодное для наших приборов. Для придания еще большей прочности, прежде чем вбивать гвозди, можно склеить соединяющиеся поверхности досок таким же образом, как показано в первом примере. Когда клей высохнет, излишек его, выступивший в местах соединения, удалите с помощью шкурки. При всех работах по дереву шкурка играет важную роль, потому что с ее помощью очень удобно счищать с изделия грязные пятна.

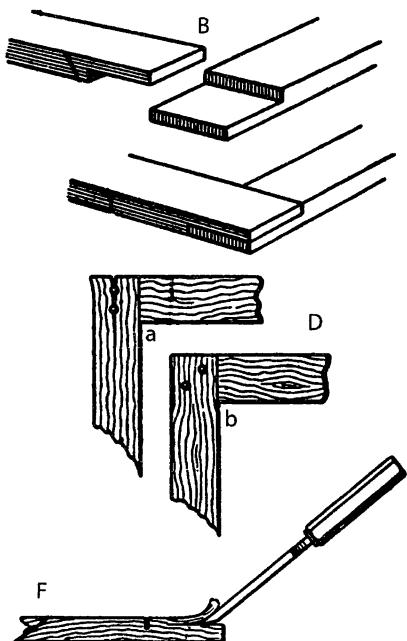
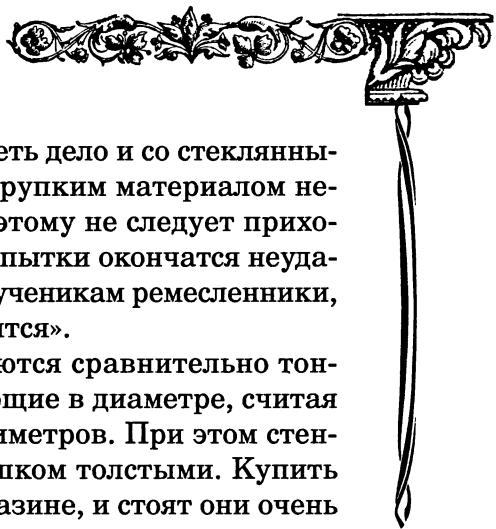


Рис. 4



Очень часто нам придется иметь дело и со стеклянными трубочками. Работа с этим хрупким материалом несложна, но требует навыка. Поэтому не следует приходить в отчаяние, если первые попытки окончатся неудачей. Как часто повторяют своим ученикам ремесленники, «готовые мастера с неба не валятся».

Для наших занятий потребуются сравнительно тонкие стеклянные трубочки, имеющие в диаметре, считая толщину стенок, от 4 до 8 миллиметров. При этом стеки трубок не должны быть слишком толстыми. Купить их можно в любом посудном магазине, и стоят они очень недорого. Также необходимо приобрести небольшую стеклянную спиртовую лампу (иными словами, лабораторную спиртовку). Впрочем, если у вас дома есть керосиновая лампа и к ней медная маленькая «масленка», то эта последняя вполне может заменить вам спиртовку. Запаситесь хорошо закаленным трехгранным напильником, царапающим стекло, — и ваш «стеклянный завод» оборудован. Прежде всего нужно научиться отрезать от длинной трубки куски требуемой величины. Здесь-то и понадобится хороший напильник. Отмерив от конца трубки кусок, который нужно отрезать, возьмите напильник и проведите его острым ребром поперечную царапину по поверхности трубки, охватывающую половину ее окружности, в том месте, где трубка должна быть перерезана. Затем обхватите трубку около царапины обеими руками, опустите на всякий случай перед телом ниже груди и держите так, чтобы царапина находилась впереди. Большие пальцы обеих рук должны быть вытянуты на задней стороне трубки и почти сходиться концами против надреза. Теперь тяните концы трубки обеими руками в противоположные стороны и в то же время согните их назад. Трубка обломится, словно отрезанная алмазом, как раз по линии царапины. Навык в этой работе приобретается быстро, и вскоре вы будете очень ловко обращаться с вашим хрупким материалом. Края отрезанного куска очень острые — их необходимо закруглить во избежании ранений во время опытов. Для этой цели погрузите отрезанный конец

трубки в пламя спиртовки, постоянно вращая трубку пальцами. Под воздействием сильного жара ее острые края расплавляются и, разлившись по поверхности надреза, закруглят его и сделают гладким. Только нужно при этом внимательно следить, чтобы не расплавился весь конец; в противном случае отверстие трубки может не только уменьшиться, но и совершенно заплыть стеклянной массой. Будучи сильно нагретым, стекло делается мягким, теряет свою хрупкость и позволяет делать с ним что угодно. Вся стеклянная промышленность основана на этом свойстве стеклянной массы. Поэтому-то в наших опытах спиртовка будет иметь чрезвычайную значимость.

Иногда нам потребуется сузить отверстие на конце трубы или даже вовсе закупорить его. В таких случаях опускают конец трубы в пламя спиртовки и накаливают его, не забывая в то же время постоянно вращать трубку пальцами. Стеклянные стенки очень скоро начнут плавиться, и края отверстия трубы будут постепенно сужаться, как это видно на рис. 5, а, б, с. Когда

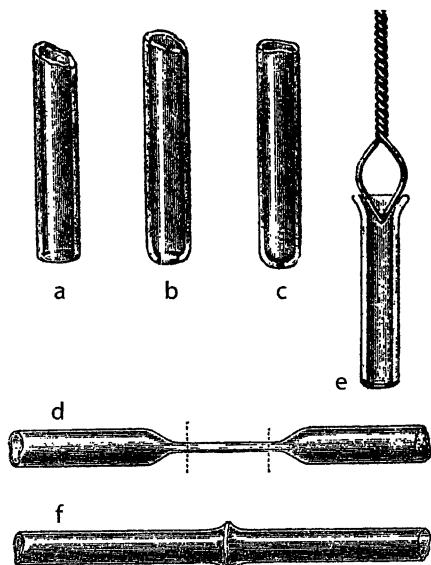
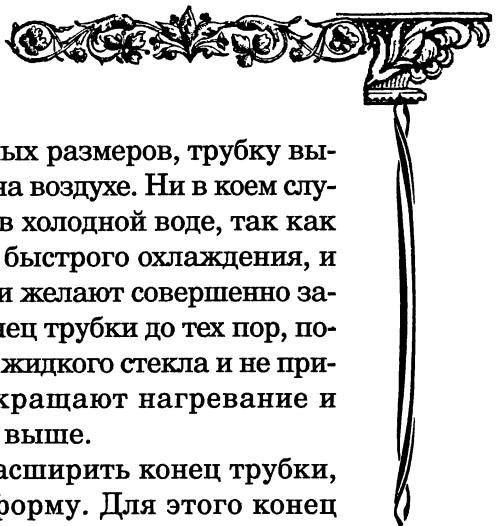


Рис. 5



отверстие уменьшится до требуемых размеров, трубку вынимают из пламени и охлаждают на воздухе. Ни в коем случае не следует охлаждать стекло в холодной воде, так как оно сейчас же лопнет вследствие быстрого охлаждения, и ваша работа пропадет даром. Если желают совершенно закупорить отверстие, то плавят конец трубки до тех пор, пока края не сольются в одну каплю жидкого стекла и не примут форму шарика. Тогда прекращают нагревание и охлаждают трубку, как указано выше.

Часто, наоборот, требуется расширить конец трубки, придав ему воронкообразную форму. Для этого конец трубки нагревают в пламени спиртовки до тех пор, пока стекло не раскалитя докрасна. Затем в отверстие раскаленного конца вставляют петлю проволоки, свернутой, как показано на рис. 5, е, и, вращая проволоку вокруг ее оси, воронкообразно расширяют отверстие трубки.

Большой практики требует работа по сгибанию стеклянных трубок, так как при этом необходимы твердость рук и уверенность в движениях. Чтобы согнуть трубку под известным углом, сначала стараются сделать пламя спиртовки насколько возможно шире и больше. Для этого поднимают фитиль гораздо выше, чем при других работах, и расщепляют его иголкой во все стороны. Когда лампочка будет зажжена, ее ставят перед собой на стол, берут трубку обеими руками за концы, твердо опираются локтями о стол и погружают середину трубки в пламя лампы (рис. 6). Конечно, и здесь необходимо в процессе нагревания постоянно вращать трубку пальцами. Как только начнется размягчение стекла, трубку быстро вынимают из пламени игибают до требуемого угла. Разумеется, необходимо тщательно следить за тем, чтобы оба конца лежали в одной плоскости. Кроме того, никогда не следует чересчур накаливать стекло, так как при этом стенки трубки легко сжимаются. Обычно при сгибании внешняя поверхность трубки несколько портится на месте сгиба, но это ничуть не вредит ее назначению.

Для устройства некоторых приборов нам придется не только сузить отверстие стеклянной трубки, но еще и

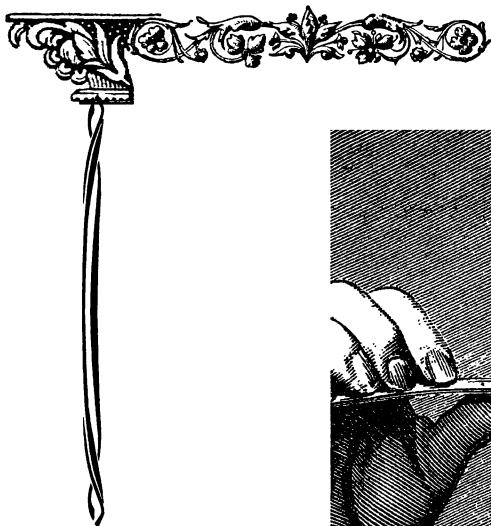
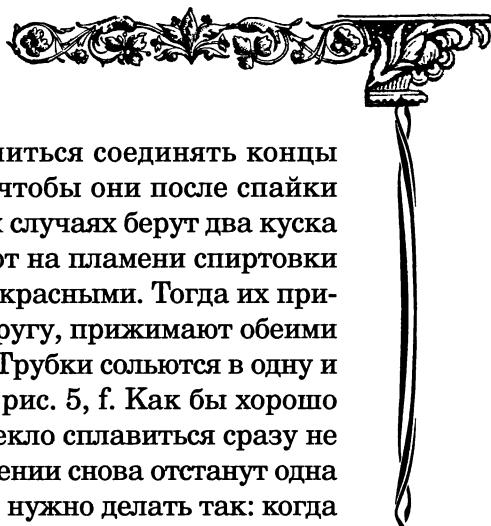


Рис. 6

вытянуть ее конец в более или менее длинное острье. Чтобы сделать это, поступают точно таким же образом, как и при сгибании трубки под углом, с той только разницей, что нагревать нужно до тех пор, пока стекло не раскалится докрасна. Тогда трубку вынимают из пламени и быстро тянут за концы в противоположные стороны. Она тотчас примет вид, изображенный на рис. 5, d. Вытянув трубку, нужно держать ее несколько секунд неподвижно в воздухе обеими руками, крепко опираясь локтями о стол. Если этого не сделать и, поторопившись, сдвинуть руки с места, то очень легко можно испортить всю работу: мягкое еще стекло обязательно изогнется в месте нагревания. Теперь остается только перерезать трубку с помощью напильника, и она готова к использованию. Так как обыкновенно середина вытянутой части трубки превращается в тонкую сплошную стеклянную нить, то резать следует, несколько отступив от середины вправо или влево. У вас получатся два куска трубки с остриями на концах.



Кроме того, необходимо научиться соединять концы двух стеклянных трубочек так, чтобы они после спайки представляли одно целое. В таких случаях берут два куска трубки и одновременно нагревают на пламени спиртовки их концы, пока оба не сделаются красными. Тогда их прикладывают отверстиями друг к другу, прижимают обеими руками и вынимают из пламени. Трубки сольются в одну и примут вид, представленный на рис. 5, f. Как бы хорошо мы ни сложили концы трубок, стекло сплавиться сразу не может и наши трубки при охлаждении снова отстанут одна от другой. Чтобы этого избежать, нужно делать так: когда раскаленные концы трубок будут плотно стиснуты, трубку вынимают из пламени и, заткнув одно отверстие пальцем, через другое вдувают ртом внутрь трубки немного воздуха. Вследствие этого размягченное место спайки несколько расширяется и принимает вид пузыря. Затем место соединения снова размягчают на огне, снова вдувают воздух и повторяют эту операцию раза три или четыре. Вынув раздувшееся место в последний раз из пламени, растягивают его за концы трубки до прежнего диаметра и охлаждают, как сказано выше. Надо заметить, что это — самая трудная из всех работ со стеклянными трубками и хорошо удаётся лишь с самыми тонкими из них.

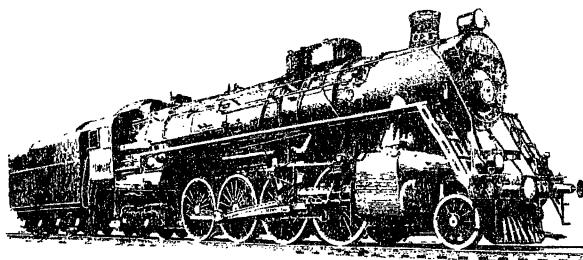
Вот, собственно, и все работы, которые нам придется время от времени производить при наших занятиях. Как видите, все это вещи очень немудреные, и в них недолго приобрести навык, было бы желание, материал и кое-какие инструменты. Запаситесь также самым мелким песком, кусочками сургуча*, несколькими хорошими пробками, соломой, — и вы можете смело приступить к домашним занятиям физикой, которые доставят вам много удовольствия и впоследствии очень пригодятся.



* В современных условиях вы можете использовать пластилин или воск. — Здесь и далее прим. ред.

Часть 1

ИНЕРЦИЯ





Всякий из вас знает, что тяжело нагруженный воз сам не сдвинется с места; для этого необходимо большое усилие лошадей, запряженных в него. Точно так же и паровоз потребляет значительную силу, чтобы заставить вагоны поезда двинуться в путь. Вообще, все тела или предметы, существующие в природе, стремятся сохранить свой покой и тогда только начинают двигаться, когда на них действует какая-нибудь сила. Предметы неодушевленные приходят в движение, если на них подействовала посторонняя, внешняя сила, а тела одушевленные употребляют для этого силу собственных мускулов. Так, воз двинулся с места под воздействием силы мускулов лошади, поезд — от давления пара на поршни цилиндров, расположенных сбоку паровоза, перо, которым я пишу, бегает по бумаге под влиянием силы пальцев, охватывающих его ручку, и так далее. Птица же, летящая по воздуху, муха, бьющаяся в оконное стекло, мальчик, перебегающий улицу, — движутся, используя для этого силу собственных мускулов.

С другой стороны, всякое тело, раз начав двигаться, не может остановиться само: для этого точно так же нужно действие какой-нибудь задерживающей силы. Машинист запирает пар задолго до станции, отлично зная, что поезд некоторое время будет двигаться сам собой, а именно до тех пор, пока его не остановит сила трения колес о рельсы и тормоз, а также сопротивление рассекаемого им воздуха. Кегельный шар, катящийся по полу, тоже останавливается не сам, а под влиянием трения о пол и воздух, мешающего ему двигаться вперед. Даже тела одушевленные подчиняются этому общему правилу. Вы, вероятно, не раз замечали, как трудно остановиться с разбегу и поймать во время игры в пятнашки ловкого и увертливого товарища, когда тот неожиданно для вас свернет в сторону. Несмотря на горячее желание схватить хитреца, вы, при общем смехе, непременно пребежите еще несколько шагов вперед, сердито оглядываясь на ускользнувшую из рук жертву. Всадник, совершивший невольный полет через голову споткнувшейся лошади, долго не забудет действия этого общего свой-



ства тел, в силу которого он после остановки лошади сдался, против желания, воздухоплавателем.

Таким образом, если бы не существовало задерживающего трения, то всякое тело, пришедшее в движение, не остановилось бы никогда. Земной шар и все небесные тела, носящиеся в безвоздушном пространстве, не испытывают никакого трения, представляя собой превосходный пример такого вечного движения.

Итак, всякое тело стремится сохранить то положение, в котором находится. Если оно движется, то стремится продолжать движение; если оно неподвижно, то старается удержать свой покой. В физике это общее свойство всех тел принято называть инерцией. Знакомство с нею дает нам возможность произвести целый ряд любопытнейших опытов.



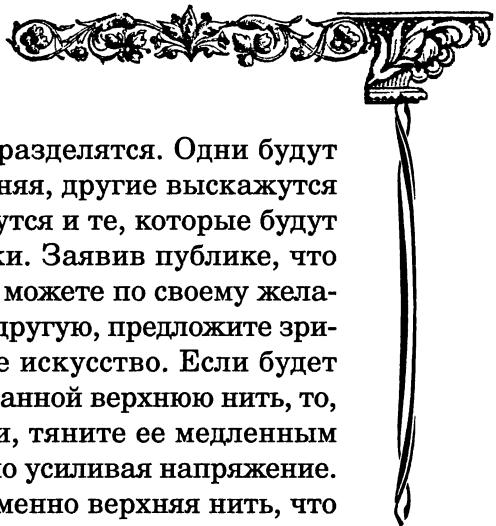


Послушный шнурок



Рис. 7

Возьмите шар для крокета, вверните в него два крючка или колечка, одно сверху, а другое снизу. За одно из колец подвесьте шар на крепкой нитке к крючку, вделанному, например, в дверную перекладину. К нижнему колечку привяжите нитку такой же толщины и крепости (рис. 7). Подготовив таким образом опыт, позвовите ваших зрителей и предложите им решить вопрос: которая из ниток оборвется, если потянуть за нижнюю, как показано



на рис. 7. Мнения на этот счет разделятся. Одни будут утверждать, что оборвется верхняя, другие выскажутся за нижнюю, а может быть, найдутся и те, которые будут уверять, что оборвутся обе нитки. Заявив публике, что нитки очень послушны и что вы можете по своему желанию заставить порваться ту или другую, предложите зрителям сейчас же испытать ваше искусство. Если будет высказано желание видеть оборванной верхнюю нить, то, взявшись за конец нижней нити, тяните ее медленным движением руки вниз, постепенно усиливая напряжение. В таком случае оборвется непременно верхняя нить, что совершенно понятно, так как на нее, кроме силы вашей руки, действует еще тяжесть шара, тогда как нижняя нить избавлена от этого лишнего груза. Если же потребуется порвать нижнюю нитку, то это легко сделать, дернув очень сильно и быстро за ее конец вниз. К удивлению зрителей, нижняя нить оборвется на середине, а шар останется спокойно висеть в воздухе. Без сомнения, вы уже догадались о причине этого явления. Шар, стремясь сохранить свой покой, не успел даже почувствовать быстрого действия силы вашей руки, как нить уже оборвалась. Отделились только те ее части, на которые успело оказаться влияние мгновенное, но сильное движение руки вниз. Более же удаленная от места действия руки часть нижней нити, шар и вся верхняя нить остались в покое, повинуясь закону инерции тел. После нескольких предварительных упражнений этот опыт проходит весьма удачно.



Упрямая монета

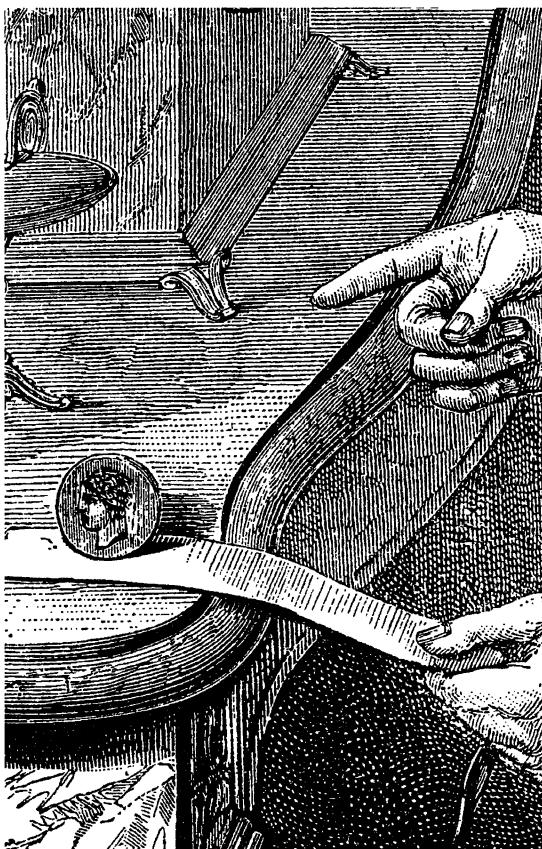


Рис. 8

Возьмите полоску бумаги, положите ее на стол так, чтобы по крайней мере две трети ее выдавались за край стола в воздух. На ту часть полоски, которая лежит на столе, поставьте на ребро серебряный рубль или же полтинник*; лучше всего поместите монету ближе к краю стола, чем это представлено на рис. 8. Затем, заявив, что вы желае-

* Любую монету с толстым ребром.



те повалить монету на пол, быстрым и сильным движением руки выдерните из-под нее за свободный край полоску бумаги. К удивлению зрителей, упрямая монета останется неподвижно стоять на краю стола. Снова уложите на столе полоску бумаги и опять поставьте на нее монету.

Теперь поднимите руку вверх и со всей силы хлопните всей пятерней по висящему в воздухе краю открытки. Она опять вырвется из-под монеты, а та по-прежнему останется непоколебимо стоять на своем узком ребре. Объяснение здесь, конечно, то же самое, что и в предыдущем опыте. Движение открытки произошло в обоих случаях настолько быстро, что оно не успело передаться монете, и та, повинувшись инерции, осталась неподвижной.



Устойчивые рюмки

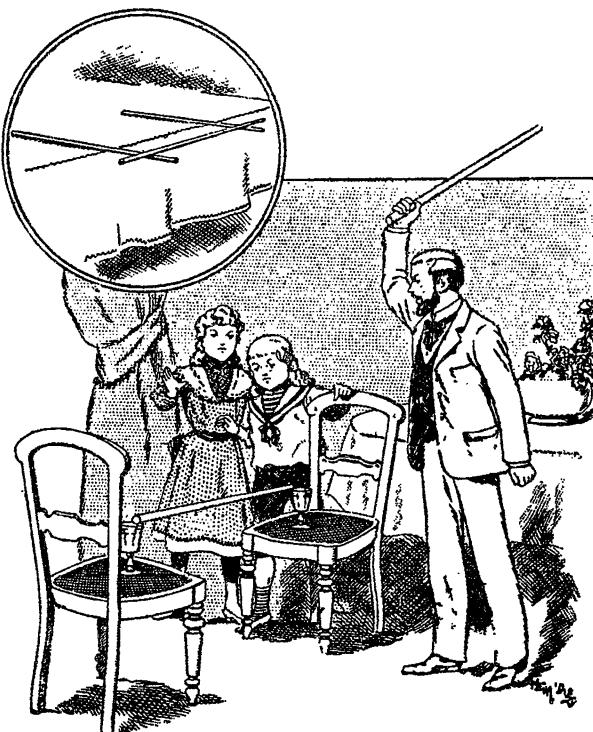
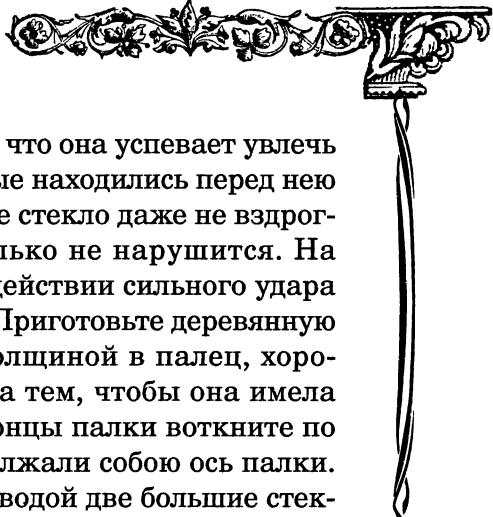


Рис. 9

Этот опыт обыкновенно производит сильное впечатление на зрителей. Объясняется он опять-таки стремлением тел сохранять состояние покоя или движения. Вам, вероятно, случалось, играя с товарищами в лапту, нечаянно попадать мячиком в окно. Если мяч достаточно тяжел и если удар был силен, стекло разлеталось вдребезги. Но совершенно иное получится, если в оконное стекло ударит пуля, выпущенная из винтовки: стекло не даст вокруг места попадания трещину. Только там, где пуля ударила, будет пробита маленькая круглая дырочка, соответствующая поперечнику пули. Полет пули настолько быстр, а дей-



ствие удара так кратковременно, что она успевает увлечь только те частицы стекла, которые находились перед нею в момент удара. Все же остальное стекло даже не вздрогнет, и покой его частиц нисколько не нарушится. На подобном же кратковременном действии сильного удара основан и наш опыт с рюмками. Приготовьте деревянную палку длиною в 2 аршина* и толщиной в палец, хорошенько ее выстругайте, следя за тем, чтобы она имела везде одинаковую толщину. В концы палки воткните по иголке так, чтобы обе они продолжали собою ось палки. Затем почти доверху наполните водой две большие стеклянные рюмки и поставьте их на края стульев, как это изображено на рис. 9. Стулья должны быть раздвинуты так, чтобы расстояние между краями рюмок чуть-чуть превышало длину палки, заготовленной для опыта. Когда все это будет сделано, уложите палку иголками на края обеих рюмок. Таким образом, вся палка повиснет в воздухе, опираясь на рюмки иголками, воткнутыми в ее концы. Теперь возьмите в обе руки какую-нибудь толстую и тяжелую палку, замахнитесь ею хорошенько и как можно сильнее ударьте по палке, лежащей на рюмках, стараясь попасть в ее середину. Если удар был силен и пришелся около середины палки, то она с треском переломится и ее обломки упадут на пол. Рюмки же, к удивлению публики, останутся не только совершенно невредимыми, но даже и поверхность воды, налитой в них, не испытает толчка и не даст волнообразных движений.

Этот опыт требует уверенности и сноровки, а потому, прежде чем проделывать его с рюмками, необходимо несколько раз произвести предварительную пробу, положив концы палки просто на края стульев. В противном случае вас может постигнуть неудача, и вместо удивления вы вызовете насмешки зрителей.



* Аршин (турк.) — старорусская единица измерения длины. 1 аршин = $\frac{1}{3}$ сажени = 4 пядям = 16 вершкам = 28 дюймам = 0,7112 м. 2 аршина равняются приблизительно 142 см.

Крепкая бумага

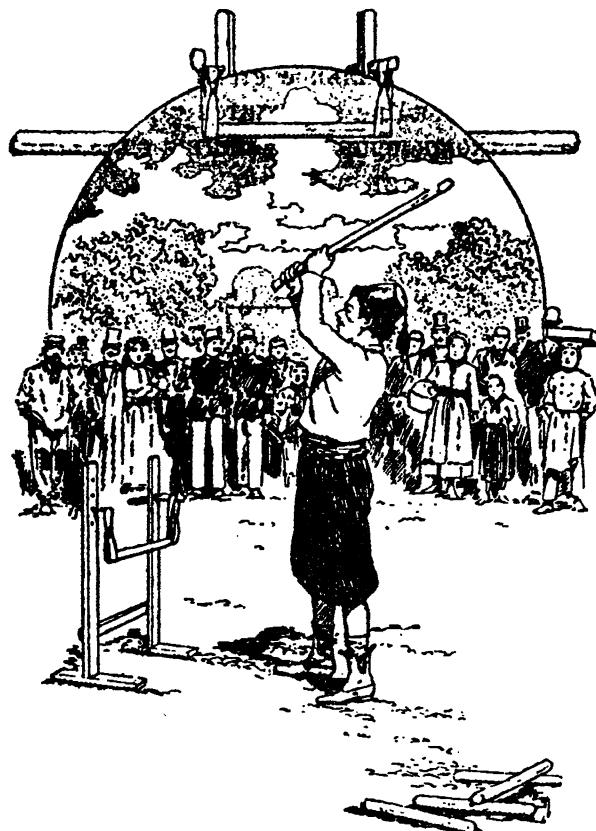
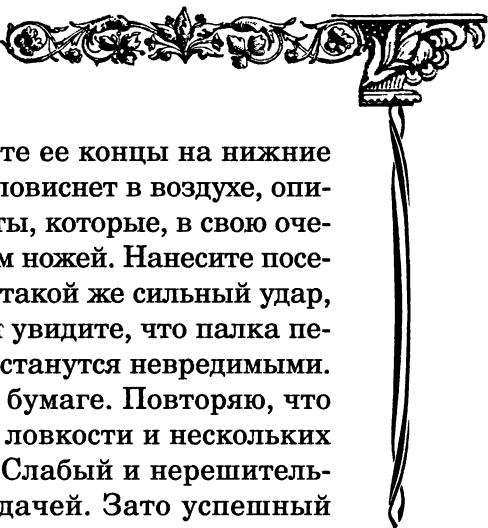


Рис. 10

Описанный выше опыт можно проделать несколько иначе, причем впечатление от него получится не менее сильным. Из листа тонкой бумаги вырежьте две ленты шириной в один дюйм и склейте вместе оба конца каждой ленты так, чтобы получилось два бумажных обруча. Наденьте эти обручи на острия двух ножей, как показано на рис. 10, и дайте держать ножи за ручки двоим зрителям, поставив их на расстоянии двух аршин друг от друга. Затем возьмите такую же тонкую палочку, какую вы использовали



при опыте с рюмками, и положите ее концы на нижние края бумажных обручей. Палка повиснет в воздухе, опираясь концами на бумажные ленты, которые, в свою очередь, плотно прижмутся к остриям ножей. Нанесите посередине висящей в воздухе палки такой же сильный удар, как и в предыдущем опыте, и вы увидите, что палка переломится, а бумажные обручи останутся невредимыми. Удар нисколько не отразится на бумаге. Повторяю, что оба эти опыта требуют большой ловкости и нескольких предварительных упражнений. Слабый и нерешительный удар всегда окончится неудачей. Зато успешный опыт непременно произведет огромное впечатление на присутствующих.



Устойчивая постройка

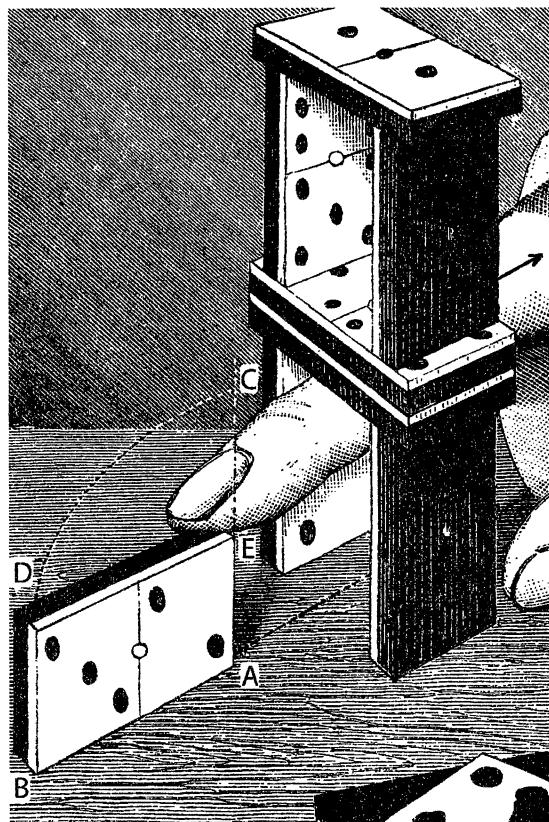


Рис. 11

Маленькие дети любят сооружать из игральных карт домики в несколько этажей, стараясь возвести постройку как можно выше. Вы, конечно, знаете, насколько не прочны такие конструкции. Стоит только дунуть, и они рассыпаются в прах. Подобные здания можно строить из костей, использующихся для игры в домино. И вот эти-то кости и дадут возможность произвести чрезвычайно эффектный опыт, также основанный на инерции тел, и объясняющийся сходно с предыдущим.



Поставьте на стол две кости, обратив их друг к дружке белыми сторонами, на которых нанесены черные кружки, показывающие число очков. На их верхние края положите в виде поперечной перекладины третью и четвертую косточки, белыми сторонами вверх. На получившийся таким образом нижний этаж постройки поставьте вертикально еще две кости и для окончания второго этажа здания прикройте перекладиной и их. У вас получится двухэтажное строение, изображенное на рис. 11, причем пол второго этажа будет составлен из двух костей, лежащих одна на другой. Теперь предложите кому-нибудь из ваших зрителей вынуть нижнюю из костей, образующих пол второго этажа, прибавив, что это нужно сделать, не только не разрушая постройки, но и не дотрагиваясь до нее руками. Можно сказать заранее, что желающих не найдется. Тогда возьмите из коробки еще одну кость, поставьте ее на длинное ребро перед воротами нижнего этажа и продвиньте ее осторожно пальцем сквозь постройку так, чтобы ближайшее к вам короткое ребро очутилось за вашим сооружением. Затем сильно нажмите пальцем на ближайший к вам угол лежащей кости, как это показано на рисунке. Под влиянием сильного давления косточка быстро примет вертикальное положение, причем верхний передний угол ее опишет дугу DC и с такою силой щелкнет нижнюю перекладину, что та с быстротой стрелы вылетит из-под лежащей на ней верхней части постройки. Все это совершиется так быстро, что удар не успеет передаться остальным костям и верхний этаж останется совершенно целым. Само собой разумеется, что пол его теперь будет состоять только из одной кости. Приобретя известный навык, вы сможете надстраивать этаж за этажом и повторять опыт, делая постройку все выше и выше.



Летающие кости

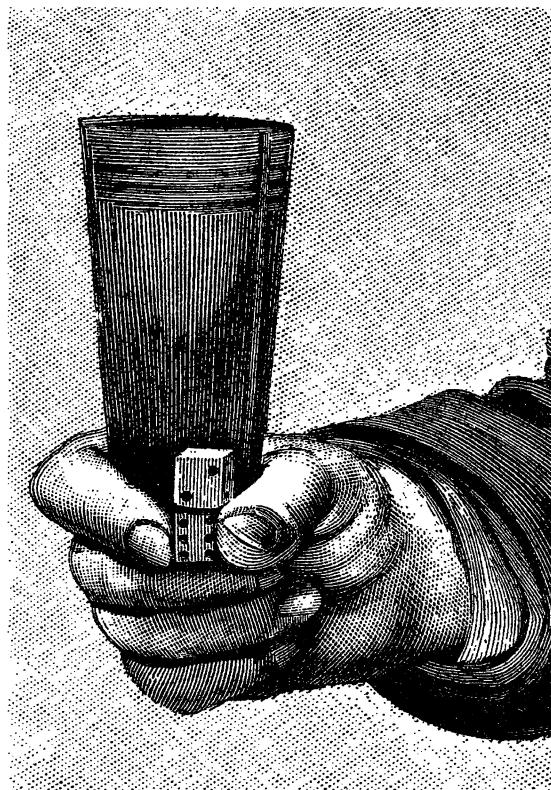


Рис. 12

Этот опыт крайне прост для выполнения, но тем не менее может произвести большое впечатление на зрителей, так как результат его почти всегда окажется для них неожиданным.

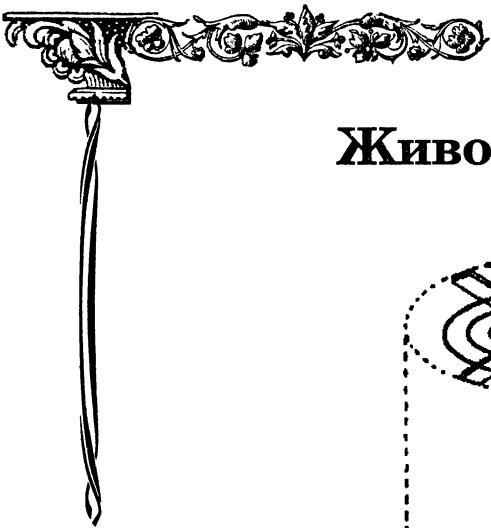
Возьмите высокий стакан и два костяных или деревянных кубика с очками, какие используются для игры в кости. Дав стакан в руку кому-нибудь из ваших зрителей и положив ему в ту же руку оба кубика, предложите перевернуть кубики внутрь стакана, не дотрагиваясь до них другой рукой (рис. 12). Зритель прежде всего попробует



решить задачу так: сильно взмахнув рукой вверху, он подбросит один из кубиков и подставит стакан, куда кубик благополучно и упадет. Таким образом половина задачи будет решена вполне удовлетворительно. Увлеченный удачей, зритель и второй кубик захочет отправить в надлежащее место тем же способом, но... вызовет только смех. Второй кубик он, конечно, поймает, но зато выпустит из стакана первый, так как при взмахе руки первый кубик, понятно, тоже отправится в воздухоплавание и вылетит вон из стакана. Этим способом очень трудно решить задачу: нужно большое искусство и навык, чтобы при взмахе рукой вверх не выбросить из стакана находящийся там кубик. Придя в движение вместе со стаканом, кубик по инерции продолжит двигаться вверх и выскочит вон, даже если стакан прекратит движение.

Теперь сделайте опыт сами. Первую половину его произведите точно так же, как и ваш предшественник; но, когда первый кубик будет уже в стакане, подхватите второй кубик на ноготь большого пальца так, чтобы он лежал на нем совершенно свободно. Затем быстро махните рукою вниз. Второй кубик, лишенный опоры, начнет падать на пол, но его движение будет несравненно медленнее движения вашей руки, и вы успеете подхватить его стаканом. При этом первый кубик будет преспокойно лежать на его дне и ждать своего товарища.





Живой цилиндр

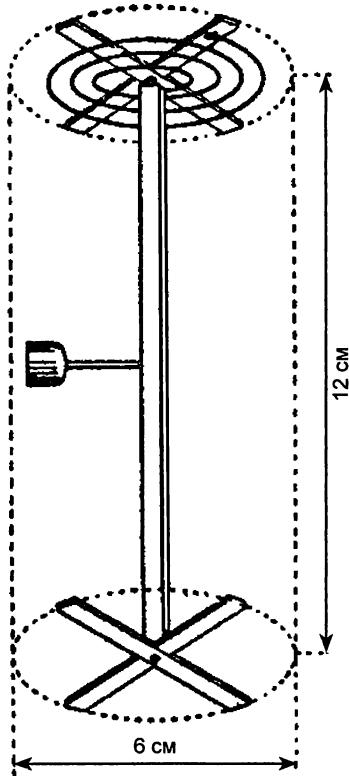
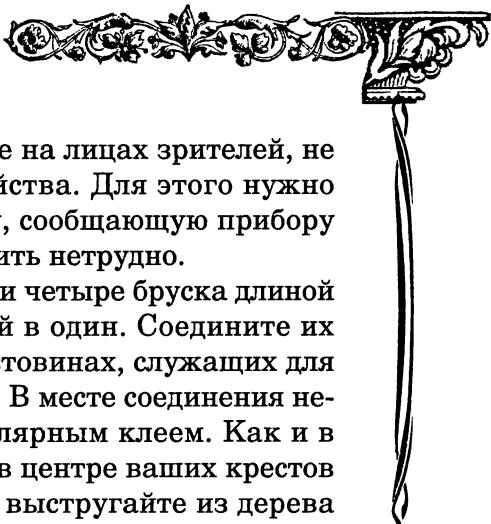


Рис. 13

Мы уже знаем, что по закону инерции неодушевленное тело не может начать двигаться само собой. Для приведения его в движение необходимо, чтобы на него подействовала какая-нибудь сила. Вот почему при виде движущегося тела мы стараемся найти причину, сообщившую ему это движение. Поэтому ничто так не поражает зрителей, как вид неодушевленного тела, которое начинает у них на глазах двигаться без всякой видимой причины. Таким образом, можно сделать весьма любопытную игрушку, с помощью которой владелец несомненно



вызовет удивление и недоумение на лицах зрителей, не посвященных в тайну ее устройства. Для этого нужно лишь хорошенько спрятать силу, сообщающую прибору движение. Сам же прибор устроить нетрудно.

Выпишите из деревянной доски четыре бруска длиной в шесть сантиметров и шириной в один. Соедините их так, как соединяют доски в крестовинах, служащих для подставок рождественских елок. В месте соединения необходимо склеить бруски столярным kleем. Как и в елочных крестовинах, сделайте в центре ваших крестов по сквозному отверстию. Затем выстругайте из дерева палочку длиной двенадцать сантиметров и толщиной полтора сантиметра. Лучше всего, если палочка будет иметь вид так называемой квадратной линейки (то есть иметь в поперечном сечении квадрат). В концы палочки воткните по обломку стальной иглы и насадите оси подготовленных крестовин (рис. 13). У вас получится прибор, состоящий из квадратной деревянной оси, на концах которой могут вращаться насаженные на иголки кресты.

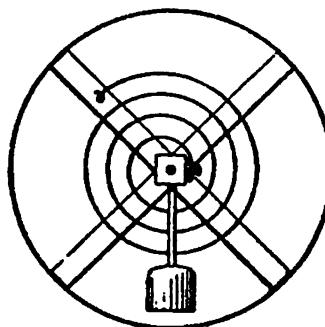
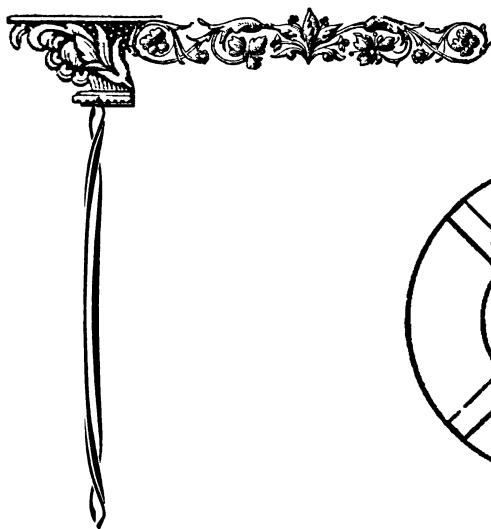


Рис. 14

Лучше всего для этой цели проверните в конце пружины отверстие, и тогда вы легко прикрепите ее гвоздиками или маленькой булавкой. Снова надев крестовину на ось, прикрепите внутренний конец пружины к квадратной палочке. Рассмотрев внимательно оба рисунка, вы легко поймете весь ход работы.

Теперь, в сущности, прибор готов. Чтобы уяснить, как он действует, возьмите его за крестовины, поднимите перед собой и начните вращать левую крестовину, то есть ту, к которой прикреплена пружина. Вращение следует производить по направлению наружного конца пружины. Если бы на квадратной палочке не висел свинцовый груз, то вместе с крестовиной завертелась бы и она, потому что внутренний конец пружины непременно потянул бы ее за собой. Но так как на ней висит значительный груз, она останется в покое и удержит на себе свой конец стальной пружины. Таким образом, при вращении крестовины пружина волей-неволей начнет скручиваться, как скручивается она при заводе часов. Если после этого отнять от вращаемой крестовины пальцы, то пружинка, стремясь по своей упругости развернуться, заставит ее быстро вращаться в обратную сторону. Вы поняли, конечно, что, вращая крестовину, мы заводим прибор, как заводим карманные часы, вращая их головку или ключик. Раскручающаяся пружина и представляет собой ту силу, которая приводит в движение наш будущий



живой цилиндр. Остается только скрыть эту силу от глаз зрителей.

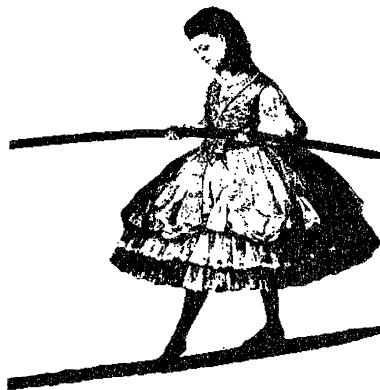
Для этого вырежьте из картона четырехугольную полосу длиной чуть больше 12 сантиметров и такой ширины, чтобы из нее можно было свернуть трубку, равную по диаметру крестовине. Оберните этим картоном весь прибор, прикрепите его булавочками к концам крестовин и склейте длинные бока картонной полосы. Ваш прибор очутится внутри картонного цилиндра. На рисунке этот цилиндр вычерчен прерывистыми линиями. Остается только заклеить бумагой бока, оклеить, если пожелаете, всю поверхность цилиндра цветной или белой бумагой, и игрушка готова.

Пригласив зрителей, незаметно для них заведите прибор, то есть поверните пальцами цилиндр несколько раз вокруг его оси, чтобы часовая пружина сильно закрутилась. После этого, объявив, что ваш цилиндр живой, положите его на стол и отнимите руки. Не сдерживающая более вашими пальцами, пружина начнет раскручиваться и заставит крестовину, а вместе с нею и всю картонную трубку вращаться с такой силой, что игрушка побежит по столу, словно живая. Как видите, приготовление прибора очень незамысловато. Затруднения могут вызвать разве что размеры груза. Поэтому, прежде чем обклеивать трубку бумагой и заклеивать ее бока, произведите пробу. Если игрушка работает плохо, это значит, что груз или очень мал, или, наоборот, велик. Пока трубка не заклеена, беду поправить легко: нужно или прибавить свинца, или срезать с него ножом лишнюю тяжесть. В конце концов, величина груза определится точно, и тогда можно смело окончить отделку игрушки, не боясь, что она подведет при опыте.



 Часть 2 

ТЯЖЕСТЬ

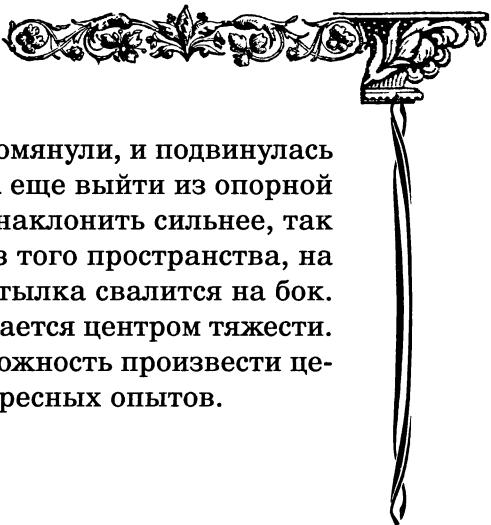




Всякий знает, что все тела природы, если они ничем не поддерживаются, непременно падают на землю. Камень, брошенный вверх, пролетев некоторое время, остановится на одно мгновение в воздухе, а затем начнет быстро падать вниз, увеличивая с каждой секундой скорость падения. Происходит это по той простой причине, что земной шар, как и все большие тела, притягивает к себе все меньшие тела, находящиеся на его поверхности, подобно тому как магнит притягивает железо. Сила, с которой земля притягивает к себе все предметы, называется силой тяжести. Как бы ни было мало тело, оно все-таки подвержено действию этой силы. Мельчайшие пылинки, поднятые с земли порывом ветра, проплавав какое-то время в воздухе, непременно осядут на землю, как только воздух сделается неподвижным.

Итак, чтобы тело не упало, оно должно чем-то поддерживаться снизу или же его нужно подвесить к перекладине на цепи, веревке, нитке и так далее. При этом нет нужды подпирать предмет на всей его нижней поверхности, так как всегда найдется в нем такое место, под которое достаточно поставить небольшую подставку, а иногда даже острие иглы, и тело не свалится, а останется в равновесии.

За примерами далеко ходить не надо. Вы отлично знаете, что если середину ровно оструганной палочки подпереть острием ножа, то она, покачавшись из стороны в сторону, придет в равновесие и повиснет неподвижно в воздухе. А ведь она опирается на нож всего в нескольких точках. Происходит это вследствие того, что в каждом теле имеется одна замечательная точка, обладающая удивительными свойствами. Оказывается, для того, чтобы тело не упало, необходимо подпереть его снизу так, чтобы отвесная линия, проведенная из этой точки к земле, пересекала опорную поверхность. Если эта линия выйдет из опорной поверхности в сторону, то тело неминуемо свалится. Вы знаете, конечно, что можно немного наклонить стоящую на столе бутылку, и она не свалится после того, как отнять руку, а снова примет прежнее положение. Это значит, что хотя отвесная ли-



ния, о которой мы только что упомянули, и подвинулась в сторону наклона, но не успела еще выйти из опорной поверхности. Если же бутылку наклонить сильнее, так чтобы отвесная линия вышла из того пространства, на которое опиралось ее дно, то бутылка свалится на бок. Эта замечательная точка называется центром тяжести. Знакомство с ней дает нам возможность произвести целый ряд в высшей степени интересных опытов.



Колумбово яйцо

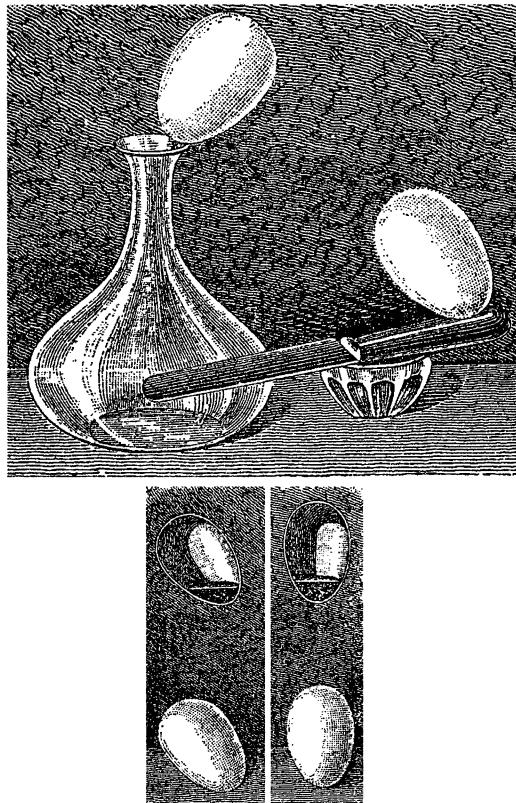
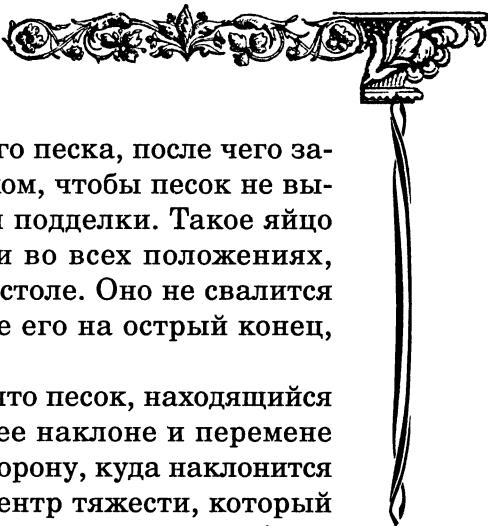


Рис. 15

Возьмите сырое яйцо и постарайтесь извлечь из него белок и желток, не нарушая по возможности целости скорлупки. Для этого осторожно просверлите на его концах по маленькому отверстию и, приложив одно из отверстий к губам, выдуйте содержимое яйца в тарелку. У вас получится пустая скорлупа, сохранившая форму и по виду ничем не отличающаяся от целого яйца. Затем через одно из отверстий насыпьте в пустую скорлупу



пу до ее половины мелкого сухого песка, после чего заткните обе дырочки белым воском, чтобы песок не высыпался и зрители не заметили подделки. Такое яйцо будет находиться в равновесии во всех положениях, какие бы ему ни придавали на столе. Оно не свалится даже тогда, когда вы поставите его на острый конец, т. е. на носик (рис. 15).

Это вполне понятно, потому что песок, находящийся в скорлупе, будет при каждом ее наклоне и перемене положения пересыпаться в ту сторону, куда наклонится скорлупа, и перемещать туда центр тяжести, который всегда будет лежать как раз над точкой опоры. А мы уже знаем, что при таком положении центра тяжести тело остается в равновесии.





«Ванька-встанька»

Освободите яичную скорлупу от белка и желтка, как описывалось выше. Затем через одно из отверстий насыпьте внутрь скорлупы немного самой мелкой дроби. Кроме дроби всыпьте туда порядочное количество мелко раздробленного сургуча*. Когда это будет сделано, возьмите скорлупу в руку и, держа ее широким концом вниз, нагрейте в пламени спиртовки или просто на свечке. От жара сургуч расплавится и соберется внизу яйца, причем, разумеется, дробь окажется в горячей расплавленной жидкости. После этого остудите сургуч, держа скорлупу все время так, чтобы широкий ее конец был внизу и чтобы она не наклонялась в сторону. Сургуч застынет очень скоро и плотно прилипнет к скорлупе, составив вместе с завязшую в него дробью одну целую тяжелую массу. Игрушка готова. Дайте ее кому-нибудь из ваших маленьких зрителей и предложите положить «яйцо» на бок. Оказывается, этого никак нельзя сделать. Как только от него отнимут руку, яйцо тотчас вскочит узким концом кверху и, покачавшись направо и налево, примет отвесное положение, опираясь на стол широкой нижней частью. Зрители изумятся такому непослушанию яйца, но вы прекрасно понимаете, что иначе и быть не может: наполнив скорлупу тяжелым сургучом и дробью, вы опустили центр тяжести прибора так низко, что отвесная линия не выйдет из плоскости опоры даже в том случае, если положить яйцо на бок. А так как сургуч не может пересыпаться, подобно песку в предыдущем опыте, то он своей тяжестью заставит яйцо выпрямиться после того, как от него отнимут руку.



* В современных условиях вместо сургуча вы можете использовать свечной воск или парафин.



Карандаш-акробат

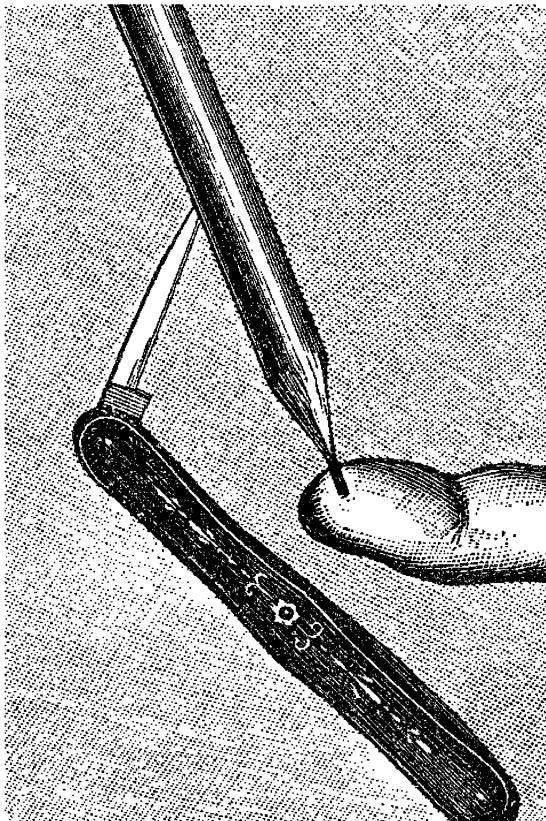
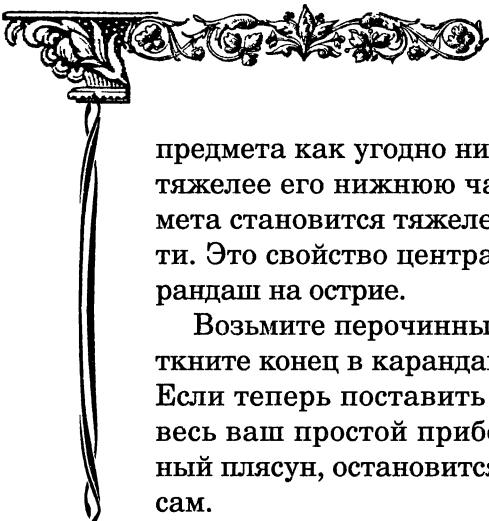


Рис. 16

Можно заставить стоять наточенный карандаш на остром конце, для чего следует только подпереть его так, чтобы центр тяжести очутился ниже точки опоры. Вполне справедливо полагая, что центр тяжести карандаша помещается внутри него, вы, пожалуй, скажете, что это сделать невозможно, поскольку, как бы мы ни ставили карандаш на подпорку, точка опоры всегда будет находиться под центром его тяжести. И это действительно так. Однако мы имеем возможность опустить центр тяжести любого



предмета как угодно низко: для этого надо лишь сделать тяжелее его нижнюю часть. По мере того как низ предмета становится тяжелее, опускается и центр его тяжести. Это свойство центра тяжести поможет поставить карандаш на острие.

Возьмите перочинный нож, откройте его лезвие и воткните конец в карандаш немного выше острия (рис. 16). Если теперь поставить острие карандаша на палец, то весь ваш простой прибор, покачавшись, словно канатный плясун, остановится в равновесии и уже не свалится сам.

Вы, конечно, понимаете действие прибора. Воткнув в карандаш довольно тяжелый ножик, вы так опустили центр тяжести, что он вышел из карандаша и помещается теперь гораздо ниже острия. Таким образом, стало возможно подпереть прибор выше центра его тяжести, благодаря чему карандаш, стоя на своем острие, превратился в акробата. Умение понижать центр тяжести позволит нам создать целый ряд любопытнейших игрушек.



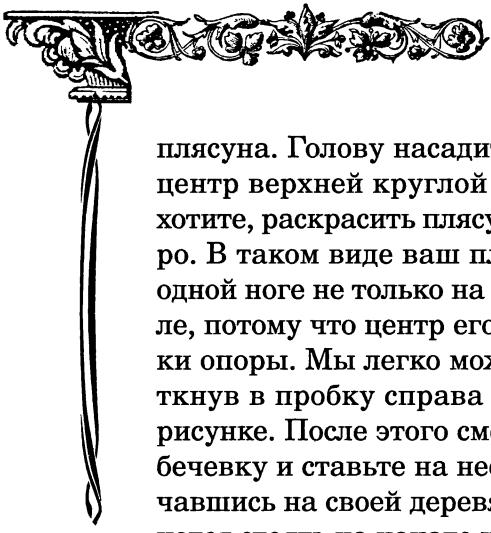


Канатный плясун



Рис. 17

Возьмите пробку и воткните в нее снизу и с боков четыре спички, причем одну из спичек, воткнутых в нижнее основание пробки, надломите так, как показано на рис. 17. Так же надломите и спички, воткнутые с боков. У вас получится смешное подобие бегущего человека с растопыренными руками. Чтобы придать фигурке еще больше сходства с человеком, выпейте из хлебного мякиша или вырежьте из пробки голову вашего будущего канатного



плясуна. Голову насадите на конец спички, воткнутой в центр верхней круглой площадки пробки. Можно, если хотите, раскрасить плясуня или воткнуть ему в голову перо. В таком виде ваш плясун, конечно, не удержится на одной ноге не только на зыбком канате, но даже и на столе, потому что центр его тяжести всегда будет выше точки опоры. Мы легко можем понизить центр тяжести, воткнув в пробку справа и слева вилки, как показано на рисунке. После этого смело натягивайте между стульями бечевку и ставьте на нее вашего плясуна. Смешно покачавшись на своей деревянной ноге, он преспокойно останется стоять на канате к удовольствию вашей публики.





Пильщик

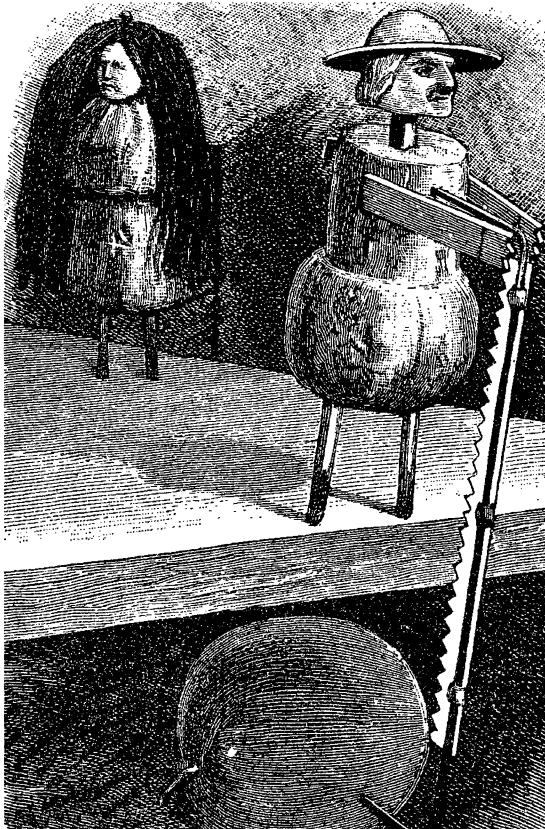


Рис. 18

Эта игрушка представляет собой некоторое видоизменение только что описанного канатного плясуня. Достаньте пробку, которой закупоривают бутылки с шампанским. Как известно, она оканчивается шаровидным расширением, через которое идут проволоки, обвязывающие для прочности пробку, и прикрепляющие ее к горлышку бу-



тылки. Эта круглая головка пробки будет изображать широкие шаровары пильщика, а потому воткните в нее две спички — будущие ноги игрушки. Затем снабдите пильщика шеей, воткнув в верхнюю площадку пробки кусок спички, и насадите на нее головку, вылепленную из хлебного мякиша. Если хотите, наденьте на голову шляпу, которой может послужить скорлупка от ореха. После этого возьмите кусок железной проволоки длиной около трех четвертей аршина, загните оба ее конца в одну сторону под прямым углом, отмерив на загнутые концы по вершку*. Один из концов воткните в грудь вашего пильщика, а к другому прикрепите какую-нибудь небольшую тяжесть. На нашем рисунке к нижней части проволоки прикреплено яблоко, но его с успехом заменит, например, небольшая картофелина. Вырежьте из картона полоски с зубчиками на концах и прилепите их к верхней части пробки так, чтобы они изображали вытянутые вперед руки. Надо позаботиться о том, чтобы они закрывали с боков верхний отгиб проволоки, воткнутой в грудь пильщика. На среднюю, прямую часть проволоки налепите длинную пилу, вырезанную из картона. Игрушка готова.

Если теперь вы поставите пильщика на край стола, как это показано на рис. 18, то он, подпертый выше своего центра тяжести, который благодаря картофелине очутился под столом, будет весьма прочно держаться на своих смешных ножках. Мало того, если вы нагнете его за головку над краем стола и отнимете руку, то прилежный работник закачается вперед и назад, как бы стараясь распилить бумажной пилой верхнюю доску стола. Движения его настолько смешны, что доставят немало удовольствия вам и вашим зрителям.



* Вершок — старорусская единица измерения, равная 1,75 дюйма (4,445 см). Первоначально равнялась длине основной фаланги указательного пальца.



Монета на острье

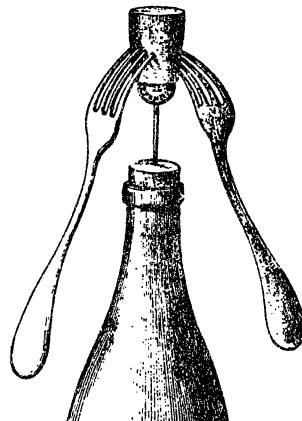


Рис. 19

Этот опыт также основан на перемещении центра тяжести. Достаньте хорошую пробку, подрежьте ее ножом через середину одного основания и вставьте в разрез какую-нибудь мелкую монету, например копейку. Затем закупорьте горлышко бутылки другой пробкой, в которую воткните толстую швейную иголку на половину ее длины. Приготовив оба прибора, предложите зрителям поставить пробку с монетой на торчащий кверху конец иглы так, чтобы монета держалась на нем, стоя на ребре. Само собой разумеется, что все попытки окажутся тщетны, и монета с пробкой каждый раз будет валиться на пол. После нескольких неудач зрители предложат сделать это вам самим, и вы решите вопрос самым неожиданным приемом. Зная, что весь секрет заключается в перемещении центра тяжести, вы возьмете две вилки, воткнете их одна против другой в пробку (рис. 19) и благополучно поставите копейку ребром на вершину иглы. Можете даже заставить весь прибор качаться из стороны в сторону и тем самым докажете зрителям, что равновесие монеты на такой воздушной подпорке весьмаочно.

Карусель

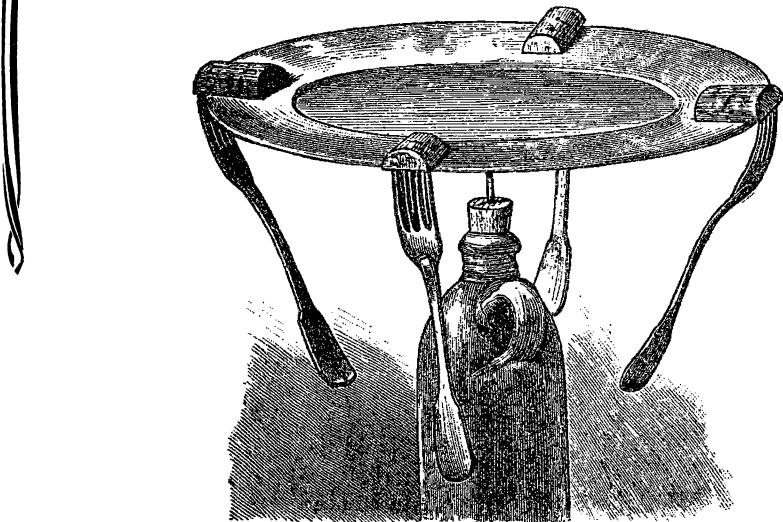


Рис. 20

Вот еще один очень любопытный прибор, который можно изготовить, пользуясь весьма нехитрыми приспособлениями, имеющимися в каждом доме. Возьмите две винные пробки и разрежьте каждую вдоль на две по возможности равные части. У вас получится четыре маленькие пробочные плахи. В каждый кусок пробки воткните по вилке, стараясь воткнуть зубцы в плоскую сторону пробки как можно ближе к ее концу. Затем уложите приготовленные из вилок и пробок крючки на край тарелки (рис. 20). После этого осторожно поднимите тарелку вместе с висящими на ее краю вилками и подставьте под нее снизу бутылку, служившую вам в предыдущем опыте. Когда острое иглы, воткнутой в пробку, будет находиться под серединой тарелки, смело опускайте последнюю на иглу. Так как центр тяжести всего прибора лежит ниже точки его опоры, то есть острия иглы, то тарелка, немного покачавшись, повиснет неподвижно



в воздухе. Если теперь вы осторожно ударите пальцем по краю тарелки, она завернется, плавно покачиваясь, словно карусель на народном гулянье.

Еще интереснее будет опыт, если вы вместо вилок воткнете в пробки куски проволоки с ящичками на нижних концах, а в ящички посадите фигурки людей, сделанные из хлебного мякиша, или маленьких кукол. Тогда сходство с каруселью будет большее. Разумеется, ящички и фигурки по весу должны быть не меньше вилок. Иначе центр тяжести не переместится достаточно низко, и равновесие прибора станет менее устойчивым.





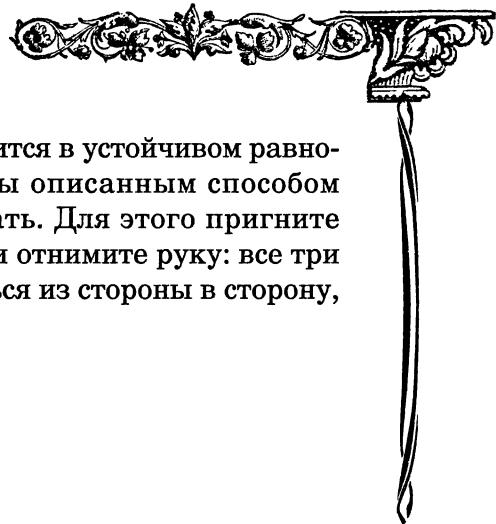
Танец кухонной посуды



Рис. 21

Возьмите три следующие кухонные принадлежности: тарелку, сотейник и половник. Последние две вещи, как известно, делаются из металла и, являясь необходимой принадлежностью столярни, имеются в каждом хозяйстве. Если вас спросят, для чего понадобилась посуда, скажите, что хотите заставить вещи танцевать на краю горлышка графина. Потом возьмите графин, наполните его водой почти доверху и соедините посуду между собой так, как показано на рис. 21.

Переверните тарелку вверх дном и поместите ее край сверху края горлышка графина. Затем крючком половника или сотейника зацепите за противоположный графину край тарелки и положите его ручку на дно тарелки. Таким образом, чашка половника окажется над горлышком графина. Остается теперь для уравновешивания прибора зацепить крючком сотейника за край половника, и посуда готова к танцам. Ее теперь можно не поддерживать руками, потому что вес сотейника и половника отлично уравновешивает тяжелую тарелку, а центр тяжести всей этой любопытной конструкции лежит на-



столько низко, что прибор находится в устойчивом равновесии. После установки посуды описанным способом можете заставить ее потанцевать. Для этого пригните пальцем край сотейника книзу и отнимите руку: все три вещи начнут плавно покачиваться из стороны в сторону, точно коромысло весов.





Самодействующие качели

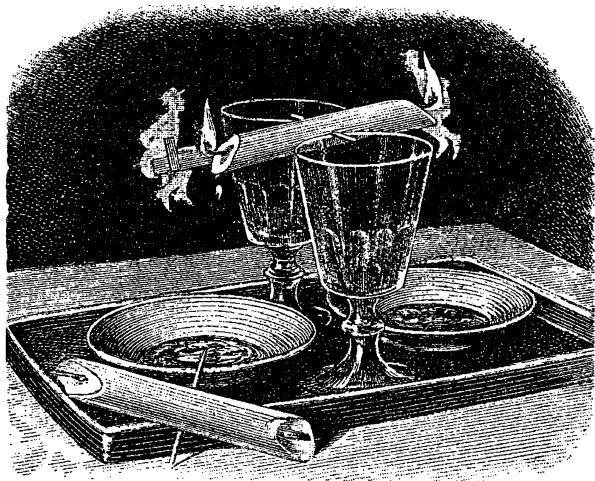
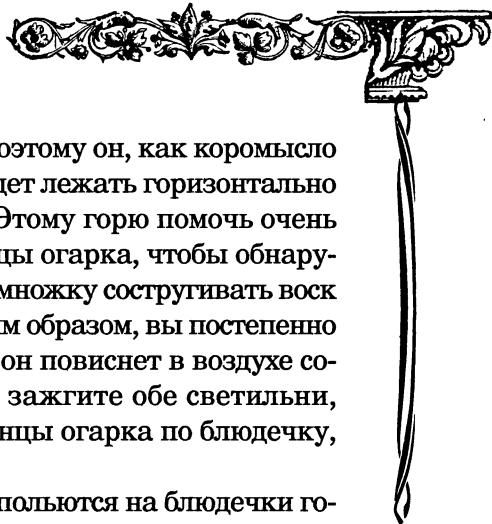


Рис. 22

Вы, без сомнения, знаете, что коромысло обыкновенных весов только в том случае будет лежать горизонтально на своей подставке, если правая и левая его половины совершенно одинаковы по весу, а значит, центр тяжести находится на отвесной линии, проведенной мысленно к земле через острие подставки. Если же какая-нибудь половина коромысла сделается тяжелее, то весы выйдут из равновесия и покачнутся в сторону более тяжелой части коромысла. Зная это свойство весов, можно легко приготовить интересный прибор.

Возьмите довольно большой огарок свечи и проткните его штопальной иголкой поперек и насеквоздь, приблизительно на середине расстояния между обоими концами. Это сделать очень легко — стоит только погреть иглу на пламени свечи. Затем поставьте рядом две рюмки и поместите между ними огарок так, чтобы концы торчащей из него иголки лежали на краях рюмок (рис. 22). Само собой разумеется, что вам не удастся сразу так проткнуть огарок, чтобы правая и левая



его половины весили одинаково, поэтому он, как коромысло весов с неверными концами, не будет лежать горизонтально на своей подставке, то есть игле. Этому горю помочь очень легко. Обстругайте ножичком концы огарка, чтобы обнаружилась светильня*, и начните понемножку состругивать воск с более тяжелого конца свечи. Таким образом, вы постепенно приведете огарок в равновесие, и он повиснет в воздухе совершенно горизонтально. Затем зажгите обе светильни, предварительно подставив под концы огарка по блюдечку, чтобы не заляпать воском стол.

С концов коромысла тотчас же полыются на блюдечки горячие прозрачные капли расплавленного воска. Каждая капелька, сорвавшись со своего конца свечи, делает его легче, и, пока вы будете зажигать второй конец, с первого успеет уже упасть несколько капелек; он станет легче второго, который вследствие этого опустится вниз, так как равновесие будет нарушено. Но, опустившись, этот второй конец начнет таять и лить в блюдечко воск несравненно быстрее, чем его сосед, взлетевший кверху, а потому скоро наступит минута, когда опустившийся конец огарка, в свою очередь, станет легче первого и подымется кверху, а тот опустится вниз. Так будет продолжаться до тех пор, пока не сгорит вся свечка. То тот, то другой ее концы станут подниматься-опускаться сами собой, а огарок, качаясь между рюмками, будет изображать из себя самодвижущиеся качели.

Еще интереснее получится прибор, если рядом с огарком насадить на иголку палочку, а на ее концы наклеить вырезанные из бумаги фигурки людей. Разумеется, необходимо, чтобы палочка с фигурками приходилась не вплотную к огарку, иначе дерево и бумага могут загореться. Уравновесить палочку легко, срезая с огарка воск, как было указано выше. На рисунке изображены качели в то время, когда они уже начали действовать, причем, как видят читатели, в два блюдечка налита вода, чтобы капли воска не приставали к фарфору и их легко можно было удалить после опыта.



* Светильня (устар.) — то же, что фитиль.



Конус, движущийся вверх

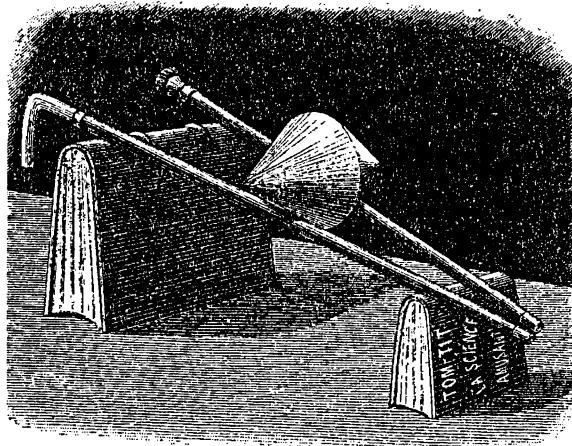


Рис. 23

Этот опыт всегда производит огромное впечатление на тех, кто видит его впервые. Действительно, что может быть удивительнее неодушевленного предмета, который без всякой видимой причины катится вверх по гладкой наклонной плоскости! Так и хочется разломать его и посмотреть, не скрыта ли внутри пружина, приводящая его в движение.

Однако никакой пружины в нем нет; он движется, как увидите ниже, только лишь подчиняясь действию собственной тяжести. Склейте из картона два по возможности совершенно равных конуса и, намочив оба основания kleem, соедините конусы вместе, сложив их основаниями. Когда клей высохнет, у вас получится двойной картонный конус, как на рис. 23.

Приготовив конус, возьмите две книги и поставьте их на стол корешками вверх. Одна из книг должна быть значительно ниже другой. На книги положите две гладкие полированные трости так, чтобы из них образовался угол, вершина которого помещалась бы на меньшей книге, то

есть внизу. У вас получатся два «рельса», проложенные на склоне горы и постепенно отходящие один от другого в стороны по мере подъема вверх.

Возьмите теперь двойной конус и положите его на трости там, где концы их соединяются и образуют вершину угла. Таким образом, конус ваш будет помещен в самом начале пути, ведущего на корешок большой книги, и край его склеенных оснований окажется между тростями. Как только вы отнимете руки, конус, вращаясь, двинется по тростям, словно по рельсам, вверх.

Чтобы объяснить причину этого изумительного явления, обратимся опять к центру тяжести. В нашем двойном конусе он помещается как раз в центре склеенных оснований. Когда мы положили конус на трости, центр его тяжести очутился не только выше точек опоры, лежащих на тростях, но и впереди них, то есть ближе к высокой книге. Это отлично видно на нашем чертеже (рис. 24). Понятно, что центр тяжести будет стремиться опуститься вниз до тех пор, пока не придет на линию, соединяющую обе точки опоры. А опускаясь, он, разумеется, заставит двигаться вперед и наш конус. В сущности, подъем в гору конуса только кажущийся, потому что на самом деле он опустился между тростями и после остановки лежит ниже, чем в начале движения. Это вы легко можете проверить по чертежу, измерив расстояние от центра тяжести до нижнего ребра заштрихованной подставки в первом положении конуса и во втором, то есть в начале и в конце его кажущегося подъема в гору. Сделав это, вы окончательно убедитесь, что конус не поднялся, а наоборот — опустился.

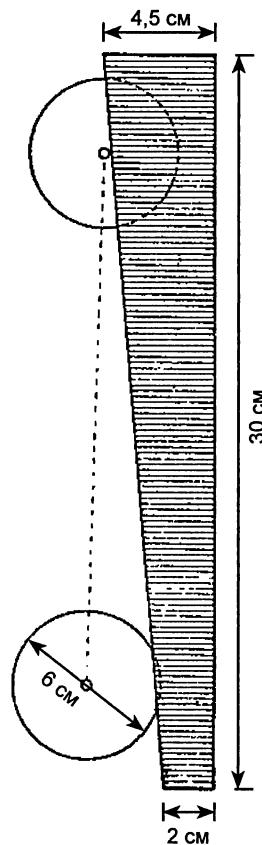
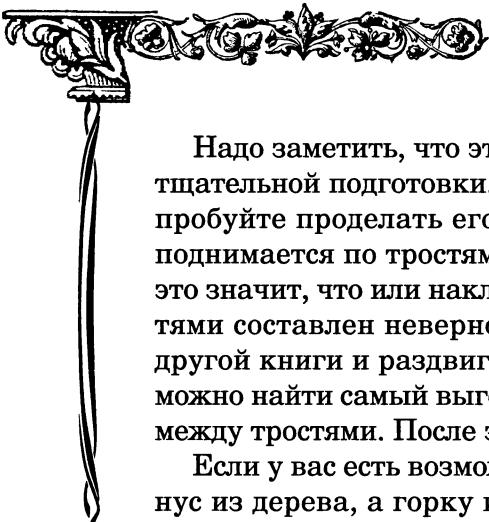


Рис. 24



Надо заметить, что этот опыт требует внимательной и тщательной подготовки. Прежде чем звать зрителей, попробуйте проделать его самостоятельно. Если конус не поднимается по тростям или если подъем небольшой, то это значит, что или наклон крут, или же угол между тростями составлен неверно. Сближая или отдаляя одну от другой книги и раздвигая или сдвигая головки тростей, можно найти самый выгодный наклон и подходящий угол между тростями. После этого опыт удается прекрасно.

Если у вас есть возможность, попробуйте выточить конус из дерева, а горку изготовить из двух дощечек, поставленных на ребро и скрепленных после нахождения наилучшего угла поперечной перекладиной. На наших чертежах даны точные размеры отдельных частей прибора в сантиметрах. С таким прибором можно производить опыты когда угодно, не затрачивая времени на установку книг и на укладку тростей.



Маятник Фуко

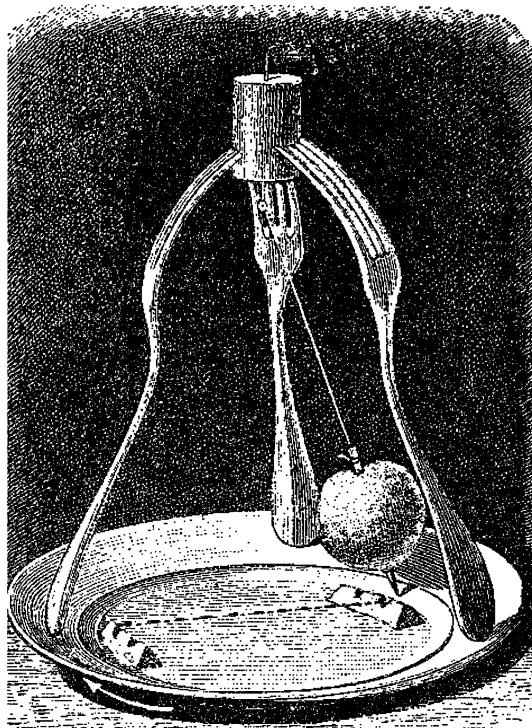
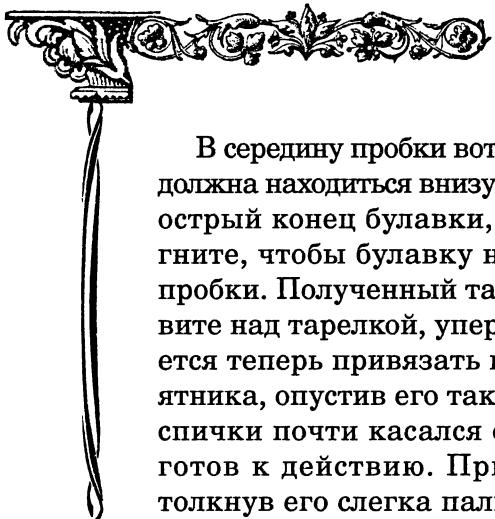


Рис. 25

С помощью весьма простых приспособлений вы можете повторить знаменитый опыт, произведенный в 1851 году в Париже французским физиком Фуко. Скатайте из хлебного мякиша шарик величиной с маленькое яблоко и проткните его насеквоздь спичкой так, чтобы концы ее торчали из мякиша. Один из концов спички заострите, а к другому привяжите тонкую, но крепкую нитку. Это и будет маятник. Теперь приготовьте для него подставку из пробки и трех вилок, воткнутых в бока пробки с трех сторон, как показано на рис. 25.



В середину пробки воткните булавку, причем ее головка должна находиться внизу, то есть между вилками. Верхний, острый конец булавки, прошедший сквозь пробку, затяните, чтобы булавку нельзя было легко вытащить из пробки. Полученный таким образом треножник установите над тарелкой, уперев ручки вилок в ее край. Остается теперь привязать к булавочной головке нитку маятника, опустив его так низко, чтобы он острым концом спички почти касался середины тарелки, — и прибор готов к действию. Приведите маятник в движение, толкнув его слегка пальцем. Он начнет раскачиваться взад и вперед, держась одного направления, что легко можно заметить, насыпав вдоль краев тарелки, один против другого, два валика песка, как это видно на рисунке. Раз пробороздив оба валика, острый конец спички все время будет пролетать в сделанных углублениях. Направление движения маятника останется неизменным и в том случае, если мы станем вращать тарелку, а с нею и треножник, на котором висит наш маятник. Это вращение нисколько не повлияет на направление размахов маятника. Он будет качаться в том же самом направлении, как и до вращения тарелки, а острый конец его спички станет вследствие этого бороздить новые углубления в песчаных валиках.

Это любопытное свойство качающегося маятника дало возможность французскому физику Фуко наглядно доказать, что Земля движется вокруг своей оси. Он основательно рассудил, что если бы Земля была совершенно неподвижна, то маятник, пробороздив во время первого размаха два углубления в валиках, продолжал бы, как и у нас на тарелке, целые сутки пролетать над этими углублениями. Если же с ним этого не случится, то есть если он будет бороздить новые и новые углубления в песке, то ясно, что Земля вращается, подобно нашей тарелке.

Оставалось только проверить рассуждение на опыте, для чего необходимо было соорудить такой длинный маятник, который от одного толчка мог бы качаться несколько часов.



Фуко устроил маятник, подобный описанному нами, в здании парижского Пантеона*, привязав конец его нити к потолку купола. Как и у нас на тарелке, на полу зала, в котором качался «маятник Фуко», были насыпаны песчаные валики. Пущенный на глазах публики, маятник плавно закачался в обе стороны и пробороздил первые углубления в песке. Проходили часы, маятник продолжал качаться, и, к изумлению зрителей, стержень его проводил всё новые и новые борозды, словно с каждым размахом менял направление движений. Таким образом, опыт Фуко явился новым блестящим доказательством вращения Земли вокруг своей оси. Вращая же в нашем опыте тарелку, вы в уменьшенном варианте воспроизведите этот знаменитый опыт.



* Пантеон (*фр. Panthéon*) — архитектурно-исторический памятник, образец французского классицизма в Латинском квартале 5-го округа Парижа, Франция. Первоначально церковь Святой Женевьевы, позже — усыпальница выдающихся людей Франции. Здание было построено на месте старой церкви Святой Женевьевы архитектором Ж. Суффло, который использовал в качестве вдохновения римский Пантеон. Фундамент был заложен в 1758 году, и здание было закончено учеником Суффло в 1789 году. Правящее на тот момент революционное правительство распорядилось превратить церковь в мавзолей великих французов.



Падение тел

Если я спрошу вас, с одинаковой ли быстротой падают обратно на землю брошенные вверх тела, то вы, наверное, ответите отрицательно. В самом деле нам постоянно приходится наблюдать падение различных тел, и из этих наблюдений мы невольно привыкаем думать, что скорость падения тел на землю различна и что она зависит от веса предмета. Тяжелый кусочек свинца падает несравненно быстрее клочка ваты — это всякий видел и знает. Чем же, как не их различным весом объяснить разницу в скорости падения? Между тем вес их тут ни при чем, все дело в сопротивлении рассекаемого падающим телом воздуха. Кусочек свинца имеет сравнительно небольшую поверхность, а потому и сдерживающее скрость трение о воздух у него незначительно; клочок ваты, состоящей из множества волокон, имеет огромную поверхность, соприкасающуюся с воздухом, а потому трение, которое он испытывает во время падения, неизмеримо больше, чем у кусочка свинца. Что вес тела тут не имеет никакого значения, вы можете убедиться на следующих простых опытах.

Возьмите два больших клочка ваты приблизительно равной величины и бросьте их в воздух. Покачиваясь, они оба медленно опустятся на пол, достигнув его почти одновременно. Затем скатайте один из них в плотный шарик и снова бросьте их одновременно в воздух. Вы сейчас же убедитесь, что вес не имеет влияния на скорость падения. На этот раз вата, скатанная в шарик, упадет на пол гораздо раньше рыхлого клочка. А ведь вес их по-прежнему один и тот же. К шарику мы не прибавляли новой ваты, и он весит столько же, сколько весил, будучи рыхлым клочком. Изменился только его объем, а вместе с ним изменилось и трение о воздух. Испытывая меньшее сопротивление воздуха, он стал падать быстрее, чем раньше.

Физики, чтобы окончательно убедиться в том, что скорость падения тел зависит не от их веса, а от трения о



воздух, заставляли несколько различных предметов падать одновременно в длинной стеклянной трубке, из которой насосом выкачивался весь воздух. Пока воздух не был выкачен, кусочек свинца, пробка и маленькое птичье перышко падали в трубке с неодинаковой быстрой: в то время как свинец, а за ним и пробка уже лежали на дне трубки, перышко еще опускалось, покачиваясь в воздухе. Но как только из трубки удалили воздух, все три предмета одновременно стукнулись о дно. Дело, значит, не в весе, а в сопротивлении воздуха.

Зная это, вы можете произвести следующий весьма занимательный опыт. Выньте из кошелька пятирублевую монету и вырежьте из бумаги кружок, который должен быть немного меньше вашей монеты. Когда кружок будет готов, обратитесь к зрителю с вопросом: что скорее упадет на пол, кружок или монета, если их выпустить из рук одновременно? Можете быть заранее уверены, что большая скорость падения будет приписана монете. Объявив, что это не так и что оба предмета упадут на пол одновременно, положите бумажный кружок на монету, охватите последнюю тремя пальцами и, держа ее горизонтально в воздухе, выпустите из руки. Так как бумажный кружок, помещаясь на пятачок, избавлен от трения о воздух, то он, конечно, не отстанет от своего спутника, и они оба вместе стукнутся об пол.





Груша-самоубийца

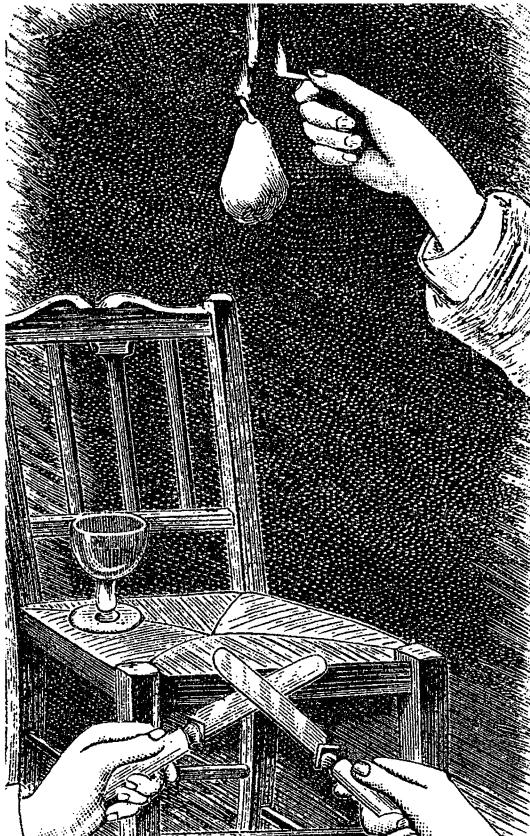


Рис. 26

Тела падают на землю вследствие того, что притягиваются к ней. Падение совершается по прямой линии, которая направлена отвесно к земной поверхности. Поэтому, если тело подвешено, например, к потолку за веревку, то можно легко найти ту точку пола, о которую оно ударится при падении, если веревка будет перерезана. Простейший способ нахождения этой точки состоит в том, что на висящее тело льют немного воды, которая, стекая капля за каплей, будет, конечно, падать на пол по той отвесной линии, по которой по-



летит вниз и сам предмет. Таким образом, след от капель укажет довольно точно место удара подвешенного предмета об пол. Сила, с которой ударяется о землю падающий предмет, различна и зависит от высоты падения, а также от веса тела. Чем тяжелее предмет и чем больше высота, с которой он падает, тем сильнее получится удар. Вот почему можно безопасно выпрыгнуть из окна первого этажа, в то время как прыжок со второго этажа грозитувечьем, а с четвертого и пятого почти всегда оканчивается моментальной смертью. Силой удара падающего тела о встретившееся на пути препятствие можно воспользоваться для следующего интересного опыта.

Возьмите большую зеленую грушу и подвесьте ее на нитке к потолку, привязав нитку за черешок плода. С помощью нескольких капель воды определите на полу ту точку, о которую ударится груша при падении. Само собой разумеется, что воду лить нужно тогда, когда груша перестанет раскачиваться, подобно маятнику, и остановится неподвижно. Пригласите затем ваших зрителей и предложите им разрезать висящую грушу на четыре части, не дотрагиваясь до нее руками. В награду можете пообещать решившему задачу весь плод. Надо полагать, что охотника решить вопрос не найдется. Тогда, пригласив двоих из публики в помощники, дайте им в руки по острому столовому ножу и велите одному из них поставить ножик на пол отточенным лезвием кверху, причем позаботьтесь о том, чтобы нож тупым краем лезвия проходил через заранее намеченную вами точку падения груши. Другой ваш помощник пусть поставит свой нож на первый крест-накрест, опять-таки над точкой удара груши. Таким образом пересечение ножей придется как раз над тем местом пола, о которое ударится груша при падении с потолка. Это хорошо видно на рис. 26.

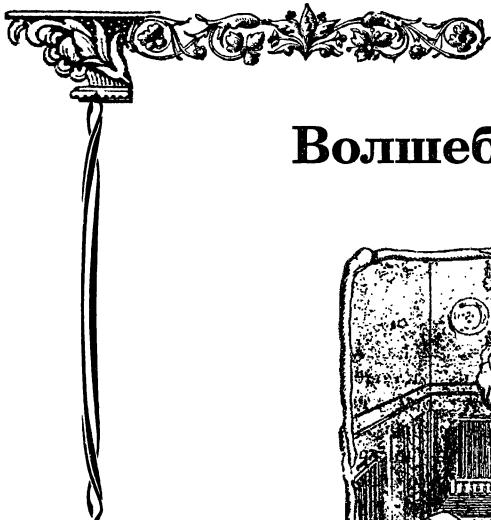
После того как все будет приготовлено для опыта, зажгите спичку и, стараясь не качнуть висящей груши, поднесите пламя осторожно к нитке. Та, конечно, загорится, и груша через секунду тяжело шлепнется на крестообразные остирия ножей. Сила удара будет настолько велика, что плод разрежет сам себя на четыре части, которые вы и предложите великодушно зрителям.



Часть 3

УПРУГОСТЬ





Волшебный мякиш



Рис. 27

Многие тела обладают замечательным свойством принимать после сжатия, сгибания и растяжения свой первоначальный вид. Обыкновенно говорят, что такие тела упруги. Хорошим примером упругого тела может послужить обыкновенная резина. Если вы возьмете резиновый шнурок за концы и станете тянуть их в разные стороны, то шнур уступит силе ваших рук и, сделавшись тоныше, сильно увеличится в длину. Когда вы затем отпустите концы, он моментально стянемется до прежней величины. Шарик из слоновой кости, стальная пружина, шины велосипеда, в которых накачан воздух, струны скрипки, пробка и так далее — все это предметы, обладающие большой упругостью. Другие тела одарены свойством упругости в меньшей степени, и, чтобы все-таки обнаружить в них это свойство, необходимо придать им известную форму и вообще принять некоторые предварительные меры.



Для примера возьмем свежий хлебный мякиш. На первый взгляд, это липкое вещество не обладает ни малейшей упругостью. Кусок мякиша можно мять между пальцами, лепить из него всевозможные фигуры, и он послушно будет сохранять ту форму, которую вам вздумается ему придать, не показывая и вида, что обладает стремлением принять первоначальную форму ноздреватого комка. А между тем и мякиш не лишен свойства упругости, а поэтому дает нам возможность провести удивительный опыт.

Скатайте из свежего хлебного мякиша шарик величиной с небольшое яблоко. Вылепите затем на его поверхности шесть конусообразных рожков, стараясь чтобы эти рожки лежали попарно один против другого, как показано на рис. 27. Пока мякиш не высох, приступайте к опытам. Отдайте приготовленный таким образом рогатый комок кому-нибудь из ваших зрителей и предложите бросить его изо всех сил в стену, предупредив, что ваш мякиш волшебный и что его рожки ни в коем случае не сомнутся. Какова бы ни была сила удара, он действительно, к изумлению зрителей, отскочит, словно резиновый мячик от стены, причем ни один рожок не испортится, даже не согнется. Можете, положив его на стол, бить кулаком, ладонью и так далее — рожки липкого мякиша останутся невредимыми. Этот опыт обыкновенно чрезвычайно сильно поражает зрителей. Они тотчас же сами начинают лепить из мякиша такие же фигурки и проделывать с ними всевозможные опыты, выражая шумное изумление неожиданному упорству хлебного мякиша, который они считали раньше таким податливым. Однако удивляться тут нечему, потому что наш мякиш обладает значительной упругостью. Когда рогатый шарик ударяется в стену или об пол и попадает при этом на один из рожков, то последний, понятно, сожмется от силы удара. Но после того как действие удара прекращается, рожок, вследствие упругости, немедленно принимает прежнюю форму и отталкивает шарик прочь от стены. Другими словами, здесь происходит то же самое, что и с резиновым мячиком, когда тот, ударившись об пол, прыгает высоко в воздух и не мнется при этом в месте удара.

Поединок на столе

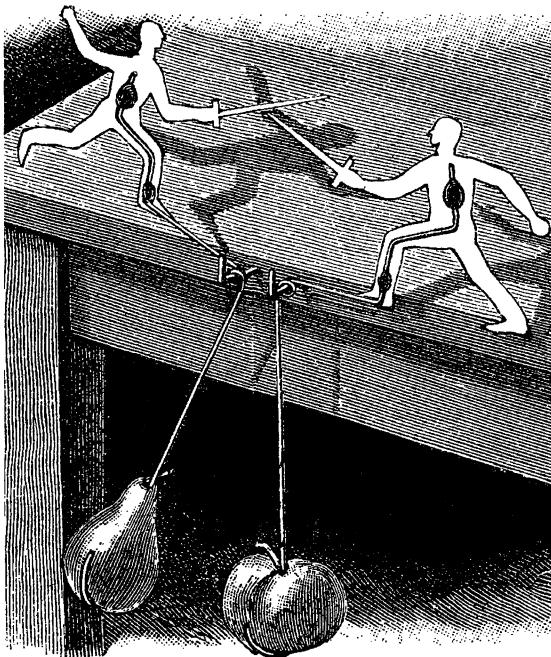
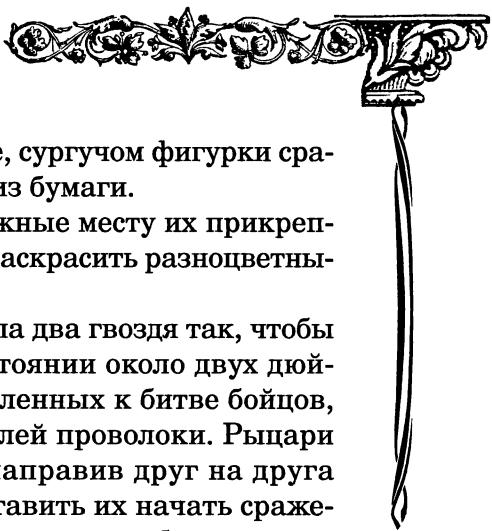


Рис. 28

Вот еще один любопытный опыт, основанный на свойстве упругости. На этот раз упругими телами послужат два фрукта, с помощью которых мы заставим бумажных рыцарей вступить в смертельный бой между собой.

Достаньте два куска гибкой железной проволоки, каждый длиной около пол-аршина, и на расстоянии трех вершков от конца сделайте на каждой проволоке петлю, для чего оберните проволоку один раз вокруг ручки пера. К длинным концам проволоки прикрепите по яблоку или яблоко и грушу, проткнув их насеквоздь и загнув высунувшиеся снизу концы, чтобы плоды не могли соскользнуть. Короткие концы отогните под прямым углом в сторону от петли и загните их так, как показано на рис. 28, прикреп-



пив к ним воском или, еще лучше, сургучом фигурки сражающихся воинов, вырезанные из бумаги.

Стороны фигур, противоположные месту их прикрепления к проволоке, лучше всего раскрасить разноцветными карандашами или красками.

После этого вбейте в край стола два гвоздя так, чтобы один отстоял от другого на расстоянии около двух дюймов, и навесьте на них подготовленных к битве бойцов, воспользовавшись для этого петлей проволоки. Рыцари встанут один против другого, направив друг на друга концы острых мечей. Чтобы заставить их начать сражение, достаточно отвести в сторону одно из яблок и затем отнять руку. Превратившись таким образом в маятник, яблоко качнется в обратную сторону, причем, конечно же, встретит на своем пути второе яблоко, которому и нанесет порядочный удар. Это последнее в первый момент сомнется на месте соприкосновения, но затем, вследствие упругости, примет прежнюю форму и, ударившись в яблоко, нанесшее удар, послужит для него как бы упругой пружиной, заставив его отскочить в сторону удара. Таким образом, первое яблоко останется на месте, а второе качнется в сторону. Возвращаясь назад, оно, в свою очередь, щелкнет первое яблоко и заставит его отскочить в свою сторону, а само останется на месте. Вы понимаете, что это повторится несколько раз, и притом храбрые рыцари будут поочередно то нападать один на другого, то отступать, избегая удара меча. Сражение представляет собой весьма любопытное зрелище, особенно если смотреть на него с противоположного конца стола, откуда не видно ни проволоки, ни яблок.





Ловкий удар

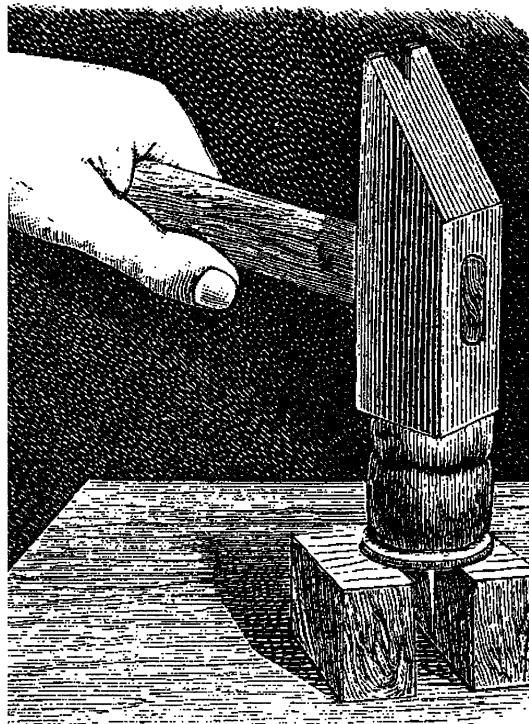
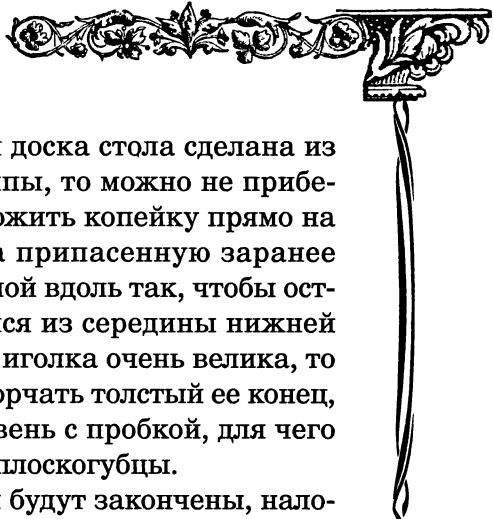


Рис. 29

Для производства этого опыта запаситесь толстой швейной иглой, хорошей пробкой и молотком. Затем, спрятав пробку в карман, выньте из кошелька копейку и предложите приглашенным зрителям проткнуть иголкой монетку, используя молоток. Все, конечно, откажутся сделать это, так как хорошо знают, что хрупкая иголка не выдержит удара молотком и тотчас же переломится, не достигнув цели. Тогда принимайтесь за дело сами. Прежде всего положите на стол два деревянных брускочка так, чтобы между ними оставалась порядочная щель. На бруски наложите монету таким образом, чтобы ее середина очу-



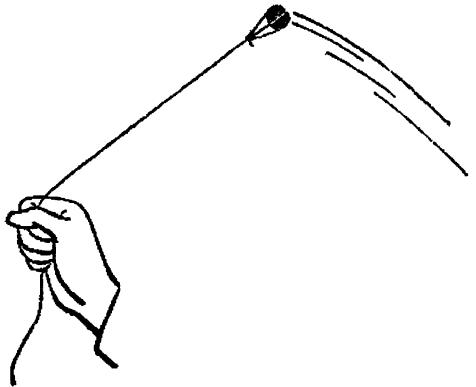
тилась как раз над щелью. Если доска стола сделана из мягкого дерева, например из липы, то можно не прибегать к помощи брусков, а положить копейку прямо на стол. Затем выньте из кармана припасенную заранее пробку и проткните ее вашей иглой вдоль так, чтобы острый ее конец чуть-чуть показался из середины нижней круглой площадки пробки. Если иголка очень велика, то есть если сверху останется еще торчать толстый ее конец, то необходимо обломить его бровень с пробкой, для чего можно рекомендовать щипчики-плоскогубцы.

Когда все эти приспособления будут закончены, наложите пробку на монетку, стараясь, чтобы острый конец иголки касался ее середины. Теперь сильно ударьте молотком по верхней площадке пробки. К изумлению зрителей, блестящий конец иглы сверкнет после удара при свете лампы под монетой, пронзив ее насквозь и оставшись совершенно целым. Остается только снять с иголки пробку и передать полученное из копейки колесо со стальной осью публике, которая с любопытством примется его разглядывать. Как видите, и тут сработала сила упругости пробки. От удара молотком пробка сжалась, не препятствуя иголке проникать в медаль монеты и в то же время не давая хрупкой стали гнуться в стороны. Только благодаря этому наша игла и осталась целой. Не будь она окружена пробкой со всех сторон, она неминуемо согнулась бы от удара и сломалась, прежде чем хоть немного вонзилась в сравнительно мягкую медаль. Конечно, после удара сжавшаяся пробка тотчас примет первоначальный вид, как будто с нею ничего не случилось. Весь ход этого интересного опыта отлично виден на рис. 29, который изображает вид пробки и иголку в момент удара.



Часть 4

ЦЕНТРОБЕЖНАЯ СИЛА





Кто из вас не пробовал, привязав камень или любой тяжелый предмет на бечевку и взяв другой ее конец в руку, заставлять камень быстро летать по воздуху, описывая вокруг вашей руки правильную окружность? Я полагаю, что это приходилось проделывать каждому. При этом вы, без сомнения, замечали, что вращающийся камень сильно натягивал вашу бечевку, словно стараясь оторваться и улететь далеко прочь. Чем скорее вертели вы руку, тем быстрее двигался камень и тем сильнее натягивал он удерживавший его шнур. Случалось, вероятно, и так, что бечевка не выдерживала тяжести и с треском разрывалась посередине, после чего камень, получив желанную свободу, летел с силой по воздуху, унося за собой обрывок шнура.

Итак, если предмет движется под углом, то есть если ему что-нибудь мешает двигаться по прямому направлению, то в нем словно просыпается особая сила, которая все время стремится преодолеть препятствие, мешающее телу удалиться от середины или центра круга, по которому оно движется. Эту силу называют центробежной. Именно она натягивает бечевку в опытах с привязанным камнем. В том, что действительно центробежная сила тянет движущееся по кругу тело прочь от центра его пути, вы легко можете убедиться, привязав камень не на бечевку, а на резиновый шнур. Упругая резина будет от действия центробежной силы растягиваться на ваших глазах тем сильнее, чем быстрее будет летать вокруг вас привязанный к ней камень.

Существование центробежной силы было известно еще в древности. Вспомните, как молодой Давид воспользовался этой силой в борьбе с великаном Голиафом*. Он взял плащ, положил в него камень, повертел несколько раз плащ в воздухе и отпустил один конец ремня. Повинуясь центробежной силе, камень вырвал-

* Голиаф (ивр. Гальят) — огромный филистимлянский воин в Ветхом Завете. Молодой Давид, будущий царь Иудеи и Израиля, побеждает Голиафа в поединке с помощью плаща, а затем отрубает ему голову (1 Цар. 17: 49–51). С победой Давида над Голиафом началось наступление израильских и иудейских войск, которые изгнали со своей земли филистимлян (1 Цар. 17: 52).



ся из пращи, быстро мелькнул в воздухе и с такою силой ударил в широкий лоб великана, что тот как сноп рухнул на землю. Однако не подумайте, что я хочу познакомить вас со способами производить подобные воинственные опыты. Наши занятия физикой и опыты имеют совершенно мирный характер, и пращу Давида я привел только лишь как пример орудия, основанного на действии центробежной силы.



Стакан с водой вверх дном

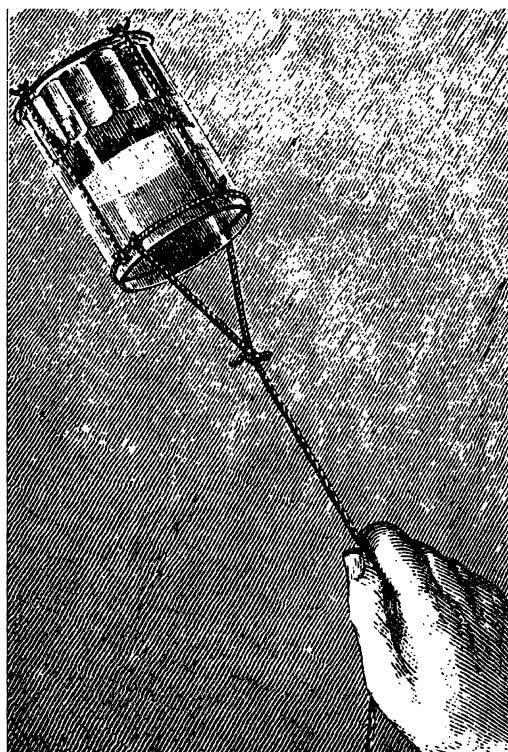
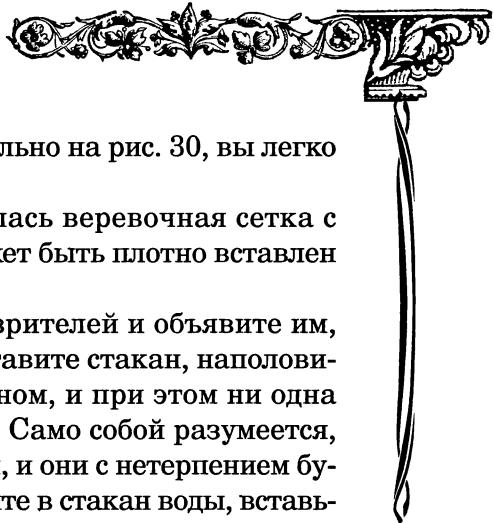


Рис. 30

Знакомство с центробежной силой дает нам возможность провести и объяснить один простой, но очень любопытный опыт. Выпишите из дерева кружок, равный дну стакана. Для прочности склейте этот кружок из двух отдельных досок, как было объяснено в самом начале книги, где я говорил о работах по дереву. В дно вбейте не менее четырех крепких гвоздиков, к которым привяжите по веревочке длиной немного меньше высоты стакана. Их концы соедините кольцеобразной веревкой, причем это веревочное кольцо должно плотно обхватывать верхний край стакана. К кольцу привяжите дужку, а к ней прочную длин-



ную бечевку. Посмотрев внимательно на рис. 30, вы легко поймете, как это сделать.

Таким образом у вас получилась веревочная сетка с деревянным дном, в которую может быть плотно вставлен чайный стакан.

Приготовив сетку, позовите зрителей и объявите им, что вы сейчас несколько раз поставите стакан, наполовину наполненный водой, вверх дном, и при этом ни одна капля воды из него не выльется. Само собой разумеется, это сильно заинтересует зрителей, и они с нетерпением будут ожидать начала опыта. Налейте в стакан воды, вставьте его в сетку и возьмите в руку конец бечевки, привязанной к веревочной дужке. Затем, выйдя на середину комнаты, начните раскачивать висящий в воздухе стакан назад и вперед, постепенно увеличивая длину размахов. После этого смелым и сильным движением руки заставьте стакан описывать в воздухе круги. К великому изумлению зрителей, вода не будет выливаться из стакана даже и в том случае, когда он во время движения очутится наверху, и дно его будет обращено к потолку комнаты.

Опыт объясняется просто. Во время движения по кругу в стакане, а вместе с тем, конечно, и в воде, налитой в него, разовьется центробежная сила, которая все время будет стремиться удалить стакан и воду от вашей руки. Благодаря этому все частички воды, пытаясь вырваться сквозь дно стакана на свободу, крепко прижмутся к нему и, таким образом, не выльются из стакана даже и в том случае, когда он стоит, так сказать, вверх ногами под потолком. Очевидно, что здесь центробежная сила, проснувшаяся в воде, значительно больше ее тяжести, и чем быстрее вы будете вращать прибор, тем крепче будут прижиматься водяные капельки ко дну стакана. Этот опыт требует главным образом смелости и решительности.

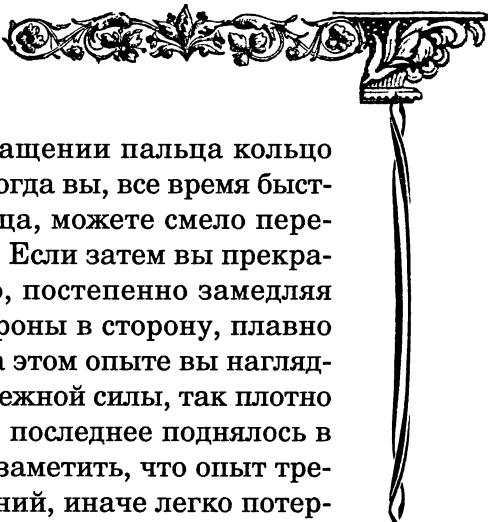


Кольцо в воздухе



Рис. 31

Вырежьте из картона ленту. Концы ленты склейте, превратив ее в кольцо. Поставьте на стол графин, положите около него кольцо и объявите внимательно следящим за вашими приготовлениями зрителям, что вы заставите кольцо подняться в воздух и опуститься на горлышко графина, причем чтобы достичь этого, вы употребите в дело один только палец. Для этого опустите вытянутый указательный палец в кольцо и начните его раскручивать. Ускоряя постепенно вращение пальца, вы в конце концов заставите кольцо бегать вместе с пальцем по кру-



ту. При достаточно быстром вращении пальца кольцо поднимется со стола в воздух, и тогда вы, все время быстро двигая пальцем внутри кольца, можете смело перенести его на горлышко графина. Если затем вы прекратите вращение, то ваше кольцо, постепенно замедляя вращение и покачиваясь из стороны в сторону, плавно опустится на шейку графина. На этом опыте вы наглядно убедились в действии центробежной силы, так плотно прижавшей палец к кольцу, что последнее поднялось в воздух как бы само собой. Надо заметить, что опыт требует предварительных упражнений, иначе легко потерпеть полную неудачу.



Центробежная машина

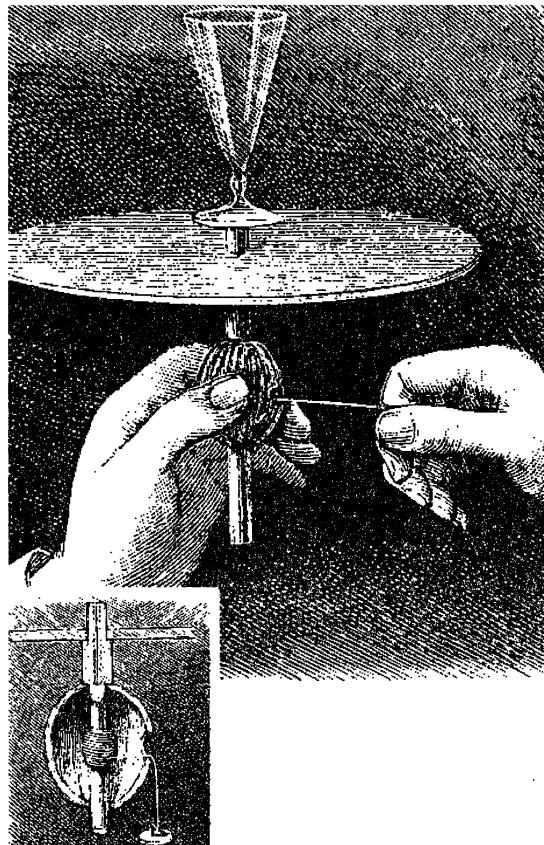
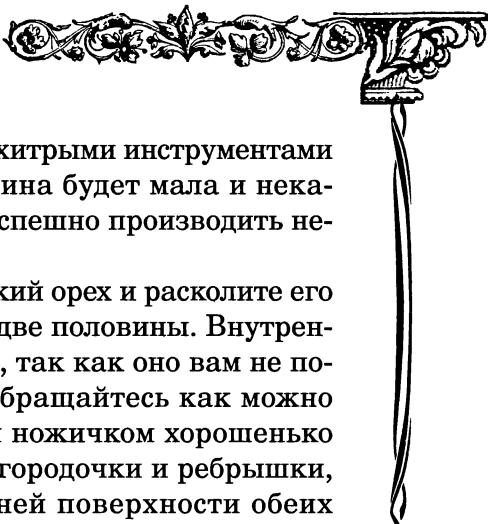


Рис. 32

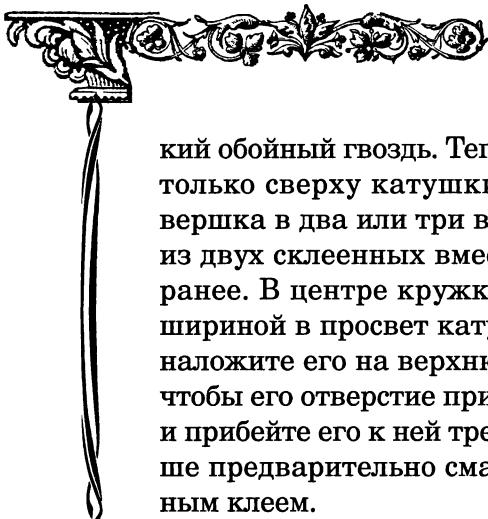
Для опытов, в которых причиной явления служит центробежная сила, в кабинетах физики употребляется особый, довольно дорогой прибор, называемый центробежной машиной. Сущность этого прибора состоит в том, что мы с помощью него можем заставить подвергаемое опыту тело вращаться произвольно быстро или медленно, и притом скорость его вращения может быть достигнута весьма большая. Подобную машину мы, однако, можем сделать и



у себя дома, пользуясь самыми нехитрыми инструментами и материалами. Хотя наша машина будет мала и неказиста на вид, но и с нею можно успешно производить несложные опыты.

Возьмите обыкновенный греческий орех и расколите его скорлупку осторожно по шву на две половины. Внутреннее ядро ореха вы можете съесть, так как оно вам не понадобится, но со скорлупками обращайтесь как можно бережнее. Прежде всего острый ножичком хорошенько срежьте и сравняйте все те перегородочки и ребрышки, которые находятся на внутренней поверхности обеих скорлупок. Затем проделайте ножом или круглым напильником на обоих концах каждой скорлупы и сбоку ее по небольшому полукруглому углублению (рис. 32) для того, чтобы мы могли получить на нашем пустом орехе, сложенном краями обеих скорлупок вместе, три круглых отверстия: одно сверху, другое снизу и третье сбоку.

Когда это будет сделано, выстругайте круглую палочку такой толщины, чтобы она свободно могла проходить сквозь верхнее и нижнее отверстия скорлупы и вращаться внутри ореха. На один из концов палочки насадите обыкновенную катушку, на которую наматываются нитки. Ниже катушки, приблизительно на половине длинного поперечника ореха, крепко привяжите прочную навощенную нить, которую надо навернуть на палочку. После этого вложите палочку в одну из скорлупок ореха так, чтобы ее верхнее полукруглое углубление пришлось под самой катушкой, а сквозь нижнее проходил бы свободный конец палочки. Оставшийся свободный конец нитки пропустите в боковое углубление скорлупы. Теперь приложите к краям скорлупы другую ее половину и прочно склейте их по швам расплавленным сургучом. Для прочности можете обвязать их еще в двух-трех местах тонкой проволокой. Таким образом палочка с намотанной на ней ниткой очутится внутри ореха, словно ось, а конец нитки будет висеть сквозь его боковое отверстие. На этот конец необходимо навязать или палочку, или же просто большую пуговицу с ушком. Чтобы орех не мог соскальзывать вниз по своей оси, вбейте под ним сквозь палочку тонень-



кий обойный гвоздь. Теперь прибор почти готов. Остается только сверху катушки насадить деревянный кружок, вершка в два или три в поперечнике. Кружок выпилите из двух склеенных вместе досок, как уже было указано ранее. В центре кружка проделайте круглое отверстие шириной в просвет катушки. Когда кружок будет готов, наложите его на верхнюю площадку катушки, стараясь, чтобы его отверстие пришлось как раз над ее отверстием, и прибейте его к ней тремя маленькими гвоздиками. Лучше предварительно смазать площадку катушки столярным kleem.

Чтобы познакомиться с действием машинки, возьмите ее левой рукой за скорлупу ореха, а правой за пуговку, привязанную к нитке, и начните тянуть за конец последней. Вы увидите, что ось машинки, а вместе с ней и деревянный кружок очень быстро завертятся, и это вращение будет продолжаться до тех пор, пока не размотается вся нитка. Но кружок не остановится и тогда: по инерции он будет продолжать вертеться, постепенно замедляя движение, причем вертеться в ту же сторону, и этим самым снова намотает нитку вокруг оси, но только в противоположном направлении. То вытягивая нить, то уступая ее наматыванию на ось и приближая руку снова к отверстию ореха, можно заставить верхний кружок быстро вращаться попеременно то в ту, то в другую сторону. Как видите, устройство прибора очень незамысловато, а между тем с ним мы произведем несколько любопытных опытов, наглядно показывающих действие центробежной силы.





Истинная форма земного шара

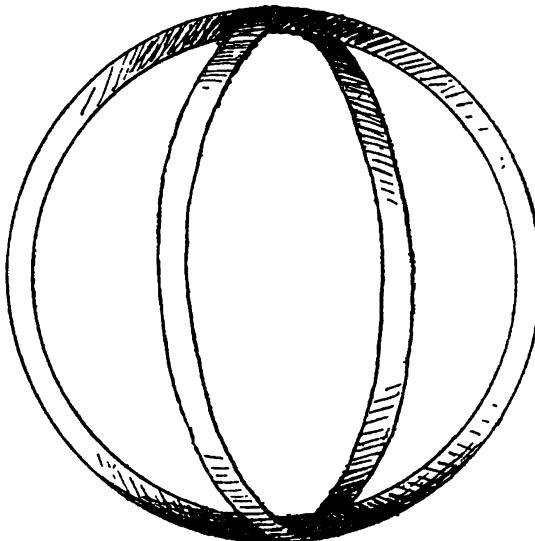


Рис. 33

Приготовьте из тонкого картона два кольца. Когда они будут сделаны, вложите их одно в другое крест-накрест и проделайте в местах пересечения лент по квадратному отверстию так, чтобы сквозь оба кольца могла пройти довольно толстая квадратная палочка. Эту палочку обстругайте снизу настолько, чтобы она могла плотно входить в отверстие кружка вашей центробежной машинки, настолько плотно, чтобы при вращении кружка вертелась и вставленная в него палочка. В случае если вы обстругаете ее слишком сильно, то это можно исправить, обмотав заостренный конец полоской бумаги. Пропустите палочку сквозь нижнее и верхнее отверстия колец. Чтобы кольца при вращении не соскочили с палочки, вбейте в нее над нижним краем внутреннего кольца маленький обойный гвоздик, который не позволит коль-

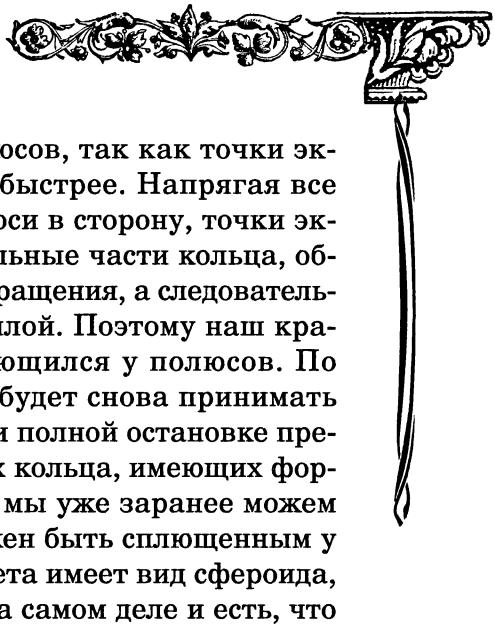


цам подниматься кверху и соскакивать со своей деревянной оси. Наши картонные кольца изобразят земной шар, а деревянная палочка заменит ту невидимую ось, вокруг которой вращается наша планета.

Объявив зрителям, что вы сейчас покажете им, как вращается земной шар вокруг своей оси и какую форму он принял вследствие этого вращения, сильно потяните за конец нитки центробежной машины. Ось машины быстро завернется, а вместе с ней и стержень, на котором насажены кольца. Так как вращение колец совершается очень быстро, то мы не будем уже различать в них отдельных картонных лент: кольца сольются в красивый шар, вращающийся вокруг своей оси. При этом и вы, и ваши зрители ясно увидите, что шар начнет постепенно сплющиваться, то есть оба его полюса будут приближаться один к другому, в то время как на экваторе он раздастся в стороны. Таким образом, шар превратится в такое тело, которое называют сфероидом вращения*. Тот, кто уже имеет понятие о центробежной силе, легко сумеет найти правильное объяснение такому любопытному явлению.

Во время вращения в картонных кольцах развились значительная центробежная сила. Это значит, что каждая частичка картона стремится уйти от центра, вокруг которого она движется. Этим центром у нас служит квадратная ось, посему вполне понятно стремление колец расширяться в стороны от нее. Обратим внимание еще и на то, что не все точки картонного кольца движутся с одинаковой быстротой. Правда, все они совершают полный оборот в одно и то же время, но зато пути, которые приходится пробегать в это время различным точкам, далеко не одинаковы. Точка, лежащая у полюса, описывает маленькие круги, в то время как точка, лежащая на экваторе, принуждена пробежать круг во много раз больший. Отсюда становится понятно, что центробежная сила на экваторе кольца несрав-

*Эллипобид (сферобид) вращения — это поверхность в трехмерном пространстве, образованная при вращении эллипса вокруг одной из его главных осей.



ненно значительнее, чем у полюсов, так как точки экватора движутся значительно быстрее. Напрягая все свои силы, чтобы удалиться от оси в сторону, точки экватора потянут за собой и остальные части кольца, обладающие меньшей скоростью вращения, а следовательно, и меньшей центробежной силой. Поэтому наш красивый вертящийся шар и сплющился у полюсов. По мере замедления вращения он будет снова принимать прежнюю форму и, наконец, при полной остановке превратится опять в два картонных кольца, имеющих форму правильных кругов. Теперь мы уже заранее можем сказать, что и земной шар должен быть сплющенным у полюсов, то есть что наша планета имеет вид сфериоида, неправильного шара. Так оно на самом деле и есть, что доказано совершенно точными и неопровергими исследованиями учёных. Движение Земли вокруг своей оси сплющило ее в сфериоид вращения.

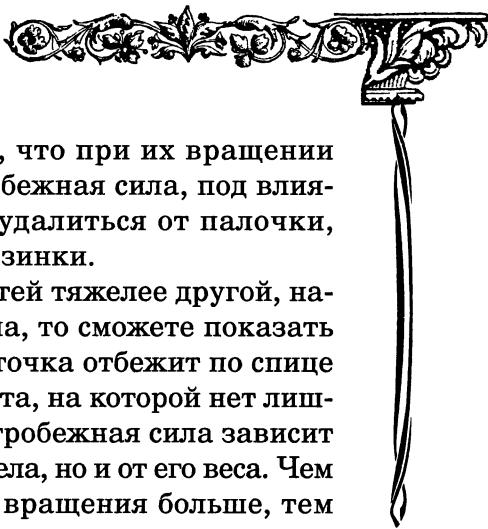




Кости-беглецы

Подготовьте такую же квадратную или круглую палочку, какую вы сделали для насаживания картонных колец в предыдущем опыте. Сквозь верхний ее конец проткните насквозь толстую стальную вязальную спицу. Когда ее конец покажется на другой стороне палочки, протолкните ее снизу в образовавшееся отверстие до половины ее длины. Лучше всего, конечно, пробить предварительно отверстие в палочке тонким гвоздем, а затем, вынув обратно гвоздь, просунуть, как сказано выше, спицу. У вас получится крест, горизонтальную перекладину которого изобразит вязальная спица. Возьмите теперь две деревянные кости от старых конторских счетов и вбейте в их края по маленькому гвоздику. К каждому гвоздику привяжите по тоненькой и по возможности длинной резинке, выдернутой из чулочных подвязок или из башмаков, где, как известно, также имеется резина. Наденьте затем кости на концы спицы, каждую со своей стороны, и прижмите свободные концы резинок к верхней части деревянной палочки-оси. Нижний заостренный конец оси вставьте в отверстие кружка центробежной машинки, обмотав его, если понадобится, бумагой. Прибор готов к использованию. Зовите теперь публику и объявите ей, что ваши косточки очень не любят одна другую и пользуются всяkim удобным случаем, чтобы разбежаться в стороны, почему вы их и привязали к палочке.

Чтобы доказать, что вы правы, придвиньте обе кости к палочке, то есть поставьте их рядом, а затем потянните за нитку машины. Кружок завернется вместе со вставленной в него осью и спицей, и кости, отскочив одна от другой, растянут резинки, словно действительно всеми силами стараются оторваться от привязи и убежать одна от другой каждая в свою сторону. Однако при остановке растянувшаяся резинка снова заставит их вернуться на старое место. Зрители будут весьма поражены всем происшедшем, но вы, конечно, иного и не



могли ожидать от костей, зная, что при их вращении развилась значительная центробежная сила, под влиянием которой они стремились удалиться от палочки, растягивая тонкие и упругие резинки.

Если вы сделаете одну из костей тяжелее другой, налепив к ее краю кусочки сургуча, то сможете показать публике, что более тяжелая косточка отбежит по спице во время вращения дальше, чем та, на которой нет лишнего груза. Таким образом, центробежная сила зависит не только от скорости вращения тела, но и от его веса. Чем тело тяжелее, чем скорость его вращения больше, тем больше и центробежная сила, которую оно проявляет.



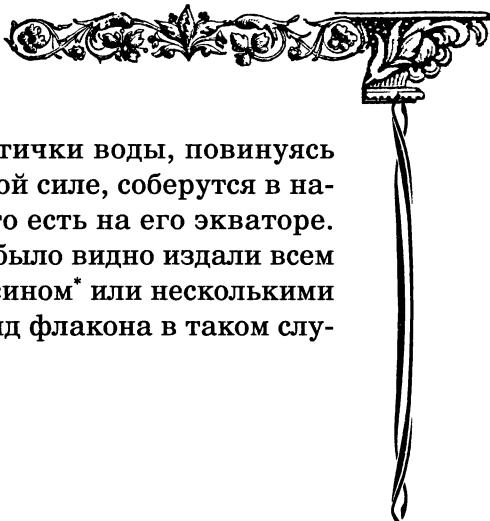
Водяное кольцо

Вот еще один очень занимательный опыт, основанный точно так же на действии центробежной силы. До-станьте где-нибудь маленькую шарообразную бутылочку, например флакон из-под духов. Пригоните к ее горлышку хорошую пробку, которую вы легко достанете в любой аптеке или даже у себя дома в склянках от лекарств. Необходимо при этом, чтобы пробка затыкала отверстие флакона очень плотно и чтобы ее верхний конец очень мало выдавался над верхними краями горлышка. Выстругайте затем точно такую же палочку, какую вы готовили для предыдущих опытов и которая служила там осью вращения. На ее верхний конец насадите маленький деревянный кружок, прикрепив его с помощью, например, винтика, который вгоните как можно глубже, чтобы его шляпка не торчала из дерева. К этому кружку приклейте столярным kleem вашу пробку широким концом, стараясь, чтобы она пришлась в центр кружка, как раз над осью вращения. Для прочности прибора лучше всего впустить также капельку клея между концом оси и деревянным кружком.

Налейте теперь во флакон немного воды, заткните его плотно только что приготовленной вами пробкой и, перевернув флакон вверх дном, вставьте конец оси

вращения в отверстие центробежной машинки. Само собой разумеется, что вода очутится таким образом в горлышке и в верхней части флакона. Если вы теперь потяните за нитку, приведя в быстрое вращение машину, а вместе с нею и флакон, то вода, находящаяся в нем, начнет подниматься кверху и расположится красивым кольцом по экватору шарооб-





разной части флакона. Все частички воды, повинуясь развившейся в них центробежной силе, соберутся в наиболее широкой части сосуда, то есть на его экваторе. Для того чтобы водяное кольцо было видно издали всем зрителям, подкрасьте воду фуксином* или несколькими капельками вишневого сока. Вид флакона в таком случае будет очень красив.

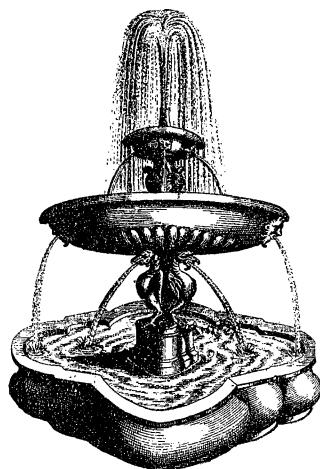


* Фуксín (солянокислый розанилин) $C_{20}H_{20}N_3Cl$ — зеленые кристаллы с металлическим блеском, водные растворы пурпурно-красного цвета. Краситель, малостойкий на свету. Один из первых синтетических красителей (получен в 1856 году Я. Натансоном). Назван фуксином из-за сходства цвета с окраской цветов фуксии.

При проведении данного опыта фуксин можно заменить перманганатом калия или другим красящим веществом.

Часть 5

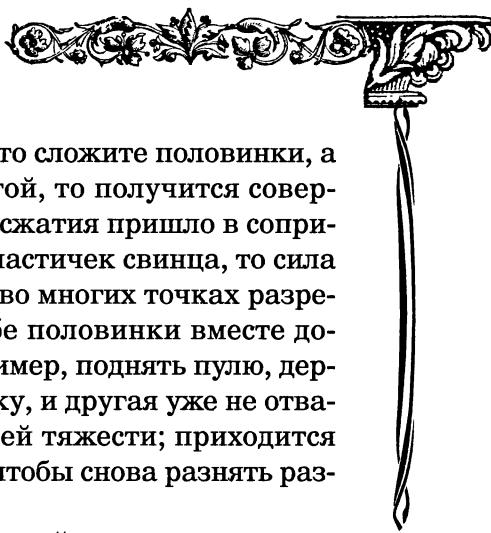
СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ





Если бы кто-нибудь попросил вас указать главное отличие воды от камня, то вы, не задумываясь, тотчас отвечали бы, что вода — тело жидкое, а камень — твердое, что вода обладает свойством текучести, а камень — нет, что из камня можно высечь предмет любой формы и он сохранит эту форму навеки, в то время как из жидкой воды не вылепишь, например, кубика, и так далее. Словом, вы перечислили бы все главные свойства жидкостей, отличая их от твердых тел. Но если бы вас спросили о причине такого резкого различия, то вы, пожалуй, не сумели бы ответить на вопрос, потому что для этого необходимо иметь понятие о внутреннем строении как твердых, так и жидких тел.

В настоящее время ученые доказали, что все тела в природе состоят из мельчайших, невидимых даже в самые сильные увеличительные стекла частичек, которые держатся друг за друга с помощью особой силы, называемой силой сцепления. Именно она не позволяет частичкам рассыпаться и действует только в том случае, если частички прилегают очень близко друг к другу. Как только частички станут почему-либо удаляться одна от другой, сила сцепления начнет постепенно ослабевать и наконец перестанет действовать совсем. Тогда, конечно, нарушится и целость предмета: удаляющиеся частички оторвутся от него. В том, что между частицами предмета существует сила сцепления и что она действует тем сильнее, чем меньше расстояние между частицами, вы можете проверить на следующем простом опыте. Возьмите свинцовую пулю и разрежьте ее острым ножом на две половины. Если вы теперь просто сложите пулю снова, то ее половинки, конечно, не будут уже держаться одна за другую без посторонней помощи, а отвалятся друг от друга, как только вы отнимете руку. Это понятно, ведь сложенные вместе половинки прикасаются друг к другу только лишь в нескольких точках, в то время как во всех остальных частях поверхности разреза они разделены тонким слоем воздуха. Другими словами, расстояние между частичками правой и левой половин пули так велико, что сила сцепления не имеет возможности вступить



в свои права. Но если вы не просто сложите половинки, а сильно прижмете их одна к другой, то получится совершенно иная картина. Так как от сжатия пришло в соприкосновение значительное число частичек свинца, то сила сцепления действует теперь уже во многих точках разреза, и вы в состоянии держать обе половинки вместе довольноочно. Вы можете, например, поднять пулю, держа ее пальцами за одну половинку, и другая уже не отвалится сама собой вследствие своей тяжести; приходится сделать даже небольшое усилие, чтобы снова разнять разрезанную пулю на части.

Таким образом, сила сцепления действует тем сильнее, чем ближе находятся частички тела одна к другой. Зная это, легко объяснить себе разницу в свойствах твердых и жидких тел. Очевидно, что в твердых телах частички лежат так близко друг к другу, что действие силы сцепления между ними проявляется весьма значительно, и они могут держаться одна за другую без посторонней помощи. Вот почему твердое тело и сохраняет приданную ему форму, а не рассыпается само собой в прах. Другое дело жидкости. Их частички отстоят гораздо дальше одна от другой, чем частички твердого тела, а поэтому и сила сцепления между ними весьма мала, настолько мала, что они не могут держаться одна около другой без посторонней помощи. Поэтому если мы хотим, например, придать воде форму цилиндрический стакан. Эту форму наша жидкость сохранит лишь до тех пор, пока будут целы стенки стакана, но, как только мы разобьем их и лишим воду опоры, ее частички тотчас же «рассыплются», то есть разольются по столу, не будучи в состоянии держаться одна за другую, — так незначительно сцепление между ними. Таким образом, текучесть и подвижность жидких тел объясняются исключительно малым сцеплением их частиц. Но что сцепление существует и в жидкостях, мы увидим из следующих интересных опытов.





Липкий кружок

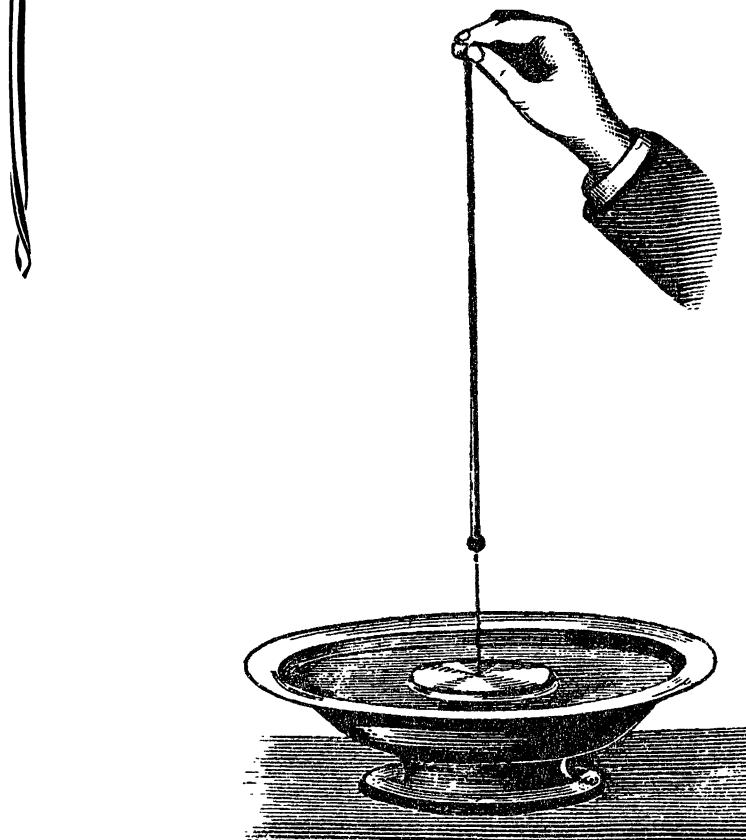
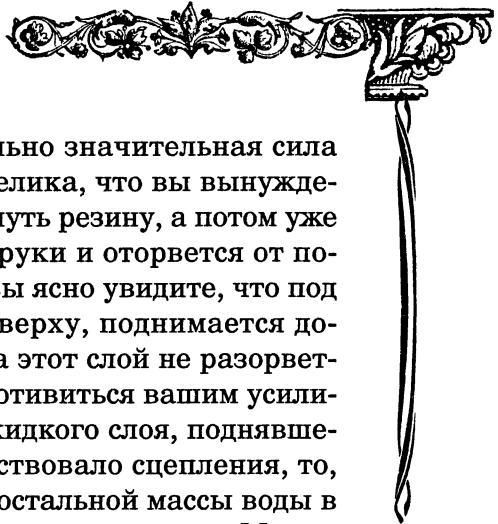


Рис. 34

Выпишите деревянный кружок вершка два в поперечнике. В центре его вбейте гвоздь, но так, чтобы конец гвоздя не вышел на противоположной стороне кружка. К шляпке гвоздя привяжите резиновый шнурок и, держа рукою за конец резинки, опустите кружок в чашку с водой, как показано на рис. 34. Если вы будете тянуть за шнур, стараясь оторвать кружок от поверхности воды, то это вам удастся не так-то легко. Между кружком и



жидкостью обнаружилась довольно значительная сила сцепления, которая настолько велика, что вы вынуждены будете сначала сильно растянуть резину, а потом уже кружок уступит усилию вашей руки и оторвется от поверхности жидкости. При этом вы ясно увидите, что под кружком, который вы тянете кверху, поднимается довольно толстый слой воды. Пока этот слой не разорвется, кружок ваш будет упорно противиться вашим усилиям. Если бы между частицами жидкого слоя, поднявшегося вслед за кружком, не существовало сцепления, то, очевидно, отделение кружка от остальной массы воды в чашке не представляло бы никаких затруднений. Между тем мы видим, что сначала растянулась резина, уступая силе руки, и только после того, как к усилиям руки присоединилась упругость резинового шнуря, точно так же тянувшая кружок кверху, частицы воды оторвались одна от другой, и сцепление их нарушилось.





Полка для монет

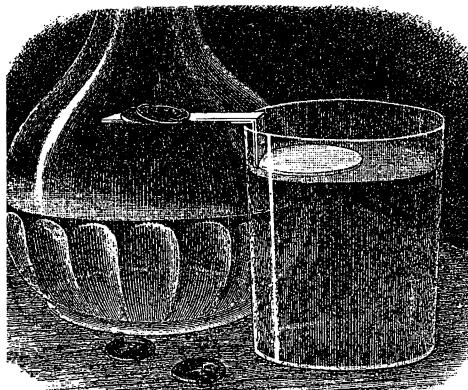


Рис. 35

Этот опыт представляет собой некоторое видоизменение предыдущего. Вырежьте из картона ленту, которая оканчивалась бы с одной стороны кругом около вершка в поперечнике. Отогните этот кружок от ленты под прямым углом, согните и саму ленту также под прямым углом, но только в противоположную сторону, отступив на дюйм от места сгиба кружка. Для прочности подклейте снизу сгиба ленты согнутую под прямым углом полоску картона такой же ширины, как и ваша лента. Ваш прибор готов.

Зовите теперь ваших зрителей и приступайте к опыту. Налейте в стакан воды так, чтобы ее уровень находился на расстоянии одного дюйма от верхнего края стакана, уложите на поверхность воды картонный кружок, а ленту перекиньте через край стакана. Объявив публике, что подготовили довольно прочную полочку для мелких денег, кладите на конец ленты одну за другой мелкие серебряные или медные монеты. К удивлению зрителей, кружок не отстанет от поверхности воды, и деньги спокойно будут лежать на конце ленты. Сила сцепления воды с картонным кружком настолько значительна, что нужна порядочная тяжесть, чтобы оторвать кружок от водной поверхности.

Водяной бугор



Рис. 36

Сцепление частиц жидкостей между собой обнаруживается с особой силой на их свободной поверхности. Частички воды или какой-нибудь иной жидкости, составляющие ее самый верхний слой, так близко лежат одна возле другой и с такой силой держатся одна за другую, что образуют очень упругую и довольно прочную пленку, растянутую по всей поверхности жидкости. Конечно, увидеть эту пленку нельзя, так как она тонка и прозрачна, но обнаружить ее присутствие довольно легко, проделав несколько очень несложных опытов.

Возьмите стакан или рюмку и наполните до краев водой. Достав затем из кошелька несколько серебряных или медных монет, опускайте их осторожно одна за другой на дно стакана, стараясь не расплескивать воду. Само собой разумеется, что уровень воды в стакане будет постепенно повышаться, так как каждая монета займет внутри него известное место и вытеснит часть воды. Но это еще не



значит, что вода сейчас же начнет переливаться через край вашего сосуда. Далеко нет! Если вы кладете монеты осторожно, стараясь не трясти стакан, то вода, не переливаясь через края, начнет вздыматься бугром над стаканом, как это видно на рис. 36.

При удаче можно поднять таким образом воду довольно высоко над краями сосуда, и она все-таки из него не выльется. Сдерживает жидкость в таком необычном положении та самая пленка, о которой мы только что говорили. В самом деле, стоит только разорвать эту пленку, проведя по поверхности бугра вилкой или палочкой, и излишек воды тотчас выльется на стол.

Впрочем, разрыва поверхностной пленки можно достичнуть и не прибегая к помощи вилки. Кладя в стакан монету за монетой, вздымая воду все выше и выше, мы все время заставляем пленку растягиваться как резиновый шар, в который вдувают воздух. Понятно, что в конце концов она не выдержит чрезмерного растяжения и лопнет сама собой, выпустив на стол весь избыток воды, сдерживающий ею до сих пор. Таким образом, этот простой опыт наглядно доказывает существование на свободной поверхности воды и всякой другой жидкости особого тонкого и чрезвычайно упругого слоя, который называется поверхностной пленкой. Сила же сцепления, образующая поверхностную пленку, называется в физике поверхностным натяжением.

Поверхностное натяжение — термодинамическая характеристика поверхности раздела двух находящихся в равновесии фаз, определяемая работой обратимого изотермокинетического образования единицы площади этой поверхности раздела при условии, что температура, объем системы и химические потенциалы всех компонентов в обеих фазах остаются постоянными. Поверхностное натяжение имеет двойной физический смысл — энергетический (термодинамический) и силовой (механический). Энергетическое (термодинамическое) определение: по-



верхностное натяжение — это удельная работа увеличения поверхности при ее растяжении при условии постоянства температуры. Силовое (механическое) определение: поверхностное натяжение — это сила, действующая на единицу длины линии, которая ограничивает поверхность жидкости. Так как появление поверхности жидкости требует совершения работы, каждая среда стремится уменьшить площадь своей поверхности:

- в невесомости капля принимает сферическую форму (сфера имеет наименьшую площадь поверхности среди всех фигур одинаковой емкости);
- струя воды сплюснется в цилиндр;
- маленькие объекты с плотностью большей плотности жидкости, способны «плавать» на поверхности жидкости, так как сила тяготения меньше силы, препятствующей увеличению площади жидкости;
- некоторые насекомые (например, водомерки) способны передвигаться по воде, удерживаясь на ее поверхности за счет силы поверхностного натяжения;
- на многих поверхностях, именуемых несмачиваемыми, вода (или другая жидкость) собирается в капли.



Подводный пловец

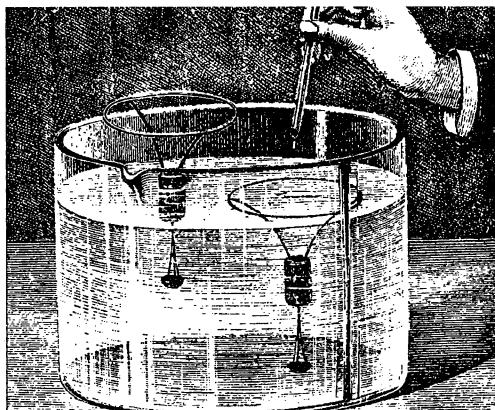
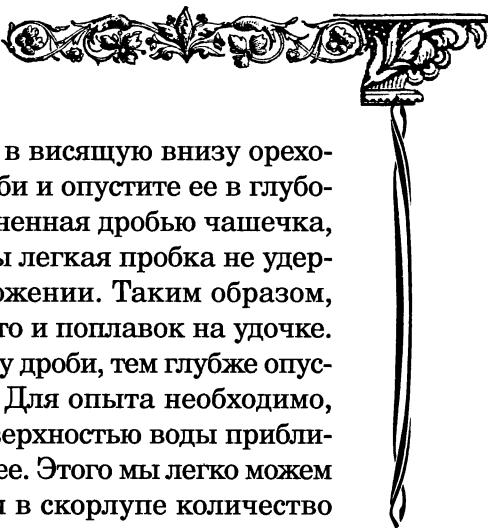


Рис. 37

Существование поверхностной пленки и ее прочность можно обнаружить еще одним, в высшей степени любопытным опытом, приготовление которого не представит вам никаких особых затруднений. Достаньте скорлупку от грецкого ореха и просверлите в ее краях три отверстия. В каждое из отверстий проденьте по нитке, концы которых привяжите к краю скорлупы. Соединив затем свободные концы нитей, вы получите из вашей скорлупы подобие маленькой чашки весов. Когда чашка будет готова, возьмите хорошую пробку и воткните в середину одного из ее оснований обломок спички или палочки, к которой привяжите нитки ореховой чашечки. В противоположное основание пробки воткните три равных куска железной или медной проволоки, а на них укрепите сверху железное или медное проволочное кольцо таким образом, чтобы центр кольца по возможности пришелся бы как раз над центром верхнего кружка пробки. Посмотрев внимательно на рис. 37, вы легко поймете, как это сделать.

Старайтесь только, чтобы острые концы образующих кольцо и подставки проволок были отогнуты вниз. Взяв те-



перь прибор за пробку, насыпьте в висящую внизу ореховую чашечку немного мелкой дроби и опустите ее в глубокую чашу или таз с водой. Наполненная дробью чашечка, конечно, пошла бы ко дну, если бы легкая пробка не удерживала ее в воде в висячем положении. Таким образом, пробка здесь играет ту же роль, что и поплавок на удочке. Чем больше мы насыпем в чашечку дроби, тем глубже опусстится в воду пробка, и наоборот. Для опыта необходимо, чтобы пробка выдавалась над поверхностью воды приблизительно на $\frac{1}{3}$ дюйма (1 см), не более. Этого мы легко можем добиться, прибавляя или убавляя в скорлупе количество дробинок. Когда приготовления будут закончены, пригласите зрителей и, объявив, что ваш прибор очень любит нырять, погрузите его глубоко в воду, чтобы верхнее проволочное кольцо оказалось значительно ниже водной поверхности. Для этого возьмите карандаш, уперев его конец в верхнюю поверхность пробки и надавливая постепенно вниз, пока кольцо не скроется под водой. Карапдаш вынынте, как показано на рисунке. Как только пробка освободится от карандаша, она тотчас же, стремясь вынырнуть, начнет подниматься кверху, неся на себе проволочное кольцо и висящую внизу скорлупу с дробью. Движение прибора будет идти совершенно свободно вплоть до поверхности воды. Но лишь только кольцо коснется снизу поверхностной пленки, поднятие прибора моментально прекратится, кольцо упрется в упругий и прочный поверхностный слой жидкости, и весь прибор останется погруженным в воду.

Зрители, конечно, весьма удивятся этому обстоятельству, но вы уже знаете причину остановки. Легко раздвигая нижние слои воды, пробка не в состоянии прорвать кольцом упругой пленки, затягивающей всю поверхность воды в чашке. Чтобы выпустить пробку из плена, необходимо или разорвать пленку, или сделать ее менее прочной. Последнего вы можете добиться, бросив в воду комок ваты, смоченный эфирно-валериановыми каплями. Легкий и подвижный эфир, содержащийся в этом растворе, тотчас же примешивается к воде и делает ее пленку сравнительно слабой, так что пробка теперь будет в состоянии прорвать ее и прибор плавно вынырнет из воды.

Плавающая игла



Рис. 38

Вы, без сомнения, знаете, что железо или сталь, будучи значительно тяжелее воды, не в состоянии держаться на ее поверхности: прорвав пленку натяжения, они падают на дно сосуда или, попросту говоря, тонут. При этом, конечно, тонущему телу труднее всего прорвать под собой поверхностную пленку жидкости. Когда же это сделано, погружение идет легко, потому что частицы, находящиеся внутри жидкости, связаны между собой менее прочно и раздвигать их не составляет особого труда. Прочностью и упругостью поверхностной пленки можно воспользоваться для того, чтобы заставить легкий железный или стальной предмет лежать на поверхности воды произвольно долгое время. Весь секрет



заключается лишь в том, чтобы при укладывании предмета на поверхность жидкости не разорвать пленки натяжения. Если это удастся сделать, то легкий металлический предмет, например стальная иголка, останется спокойно лежать на пленке, словно в гамаке, и ни в коем случае не утонет сам собой.

Для опыта наполните стакан почти до краев водой и поставьте на тяжелый, прочно стоящий стол, чтобы по возможности избежать сотрясений жидкости. Достаньте не особенно толстую стальную швейную иглу, которая в данном опыте будет играть роль искусного пловца. Лучше всего перед опытом слегка смазать иголку каким-нибудь маслом. Этим мы устраним возможность смачивания стали водой, что также очень облегчает задачу. Предложите зрителям попробовать заставить иголку плавать на поверхности воды. Весьма возможно, что найдутся на это охотники, которые не заставят долго себя упрашивать. Однако их усилия будут тщетны, потому что, не зная о существовании поверхностной пленки, они станут класть иголку так неосторожно, что она каждый раз преспокойно будет падать на дно. Тогда возьмитесь за дело сами. Вырежьте из сырой, не проклеенной писчей бумаги четырехугольную полоску длиной несколько больше вашей иглы. Положите затем приготовленную таким образом бумажку на воду, а на нее уложите иголку, как это видно на рис. 38, и, отойдя от стола, предложите зрителям немножко подождать.

Бумажка очень скоро пропитается водой, станет тяжелей и упадет на дно стакана. Что же касается иголки, то она, к всеобщему удивлению, останется лежать на поверхности воды. Укладывание иглы на поверхностную пленку совершилось, благодаря бумажке, так спокойно, что пленка осталась совершенно целой и только несколько вдавилась внутрь под тяжестью своей ноши, образовав углубление, хорошо заметное для всех зрителей. Можно обойтись и без бумажки, укладывая иголку щипчиками-пинцетом. Но это требует большой опытности и умения, да и то не всегда удается хорошо.



Искусственные пленки

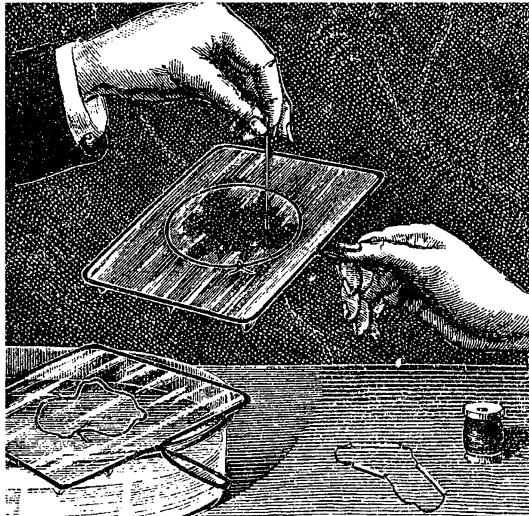
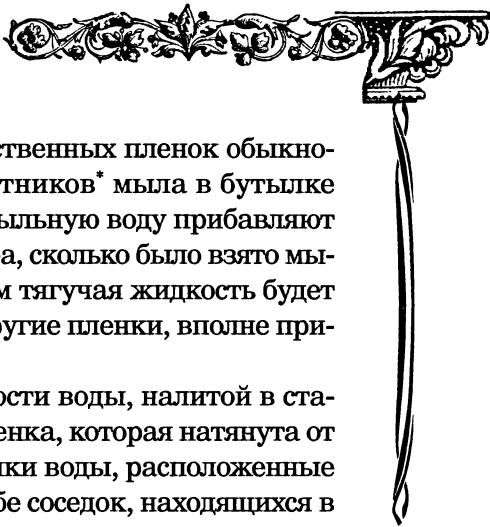


Рис. 39

Сила сцепления между частицами жидких тел с особенной наглядностью проявляется в так называемых «тягучих» жидкостях. Примерами таких тягучих жидкостей могут послужить густой сахарный сироп, глицерин, сотовый мед и так далее. Если опустить палец в такую жидкость и потом медленно вынуть его оттуда, то вслед за пальцем потянется прозрачная нить, которая, постепенно утончаясь, наконец перервется и обрывки ее втянутся: один обратно в сосуд с жидкостью, а другой — в каплю, приставшую к кончику пальца. Как видите, сила сцепления частичек здесь настолько велика, что жидкость довольно упорно сопротивляется разрыву и тянется за пальцем, словно упругая резина. Вот эти-то тягучие жидкости и послужат нам для изготовления искусственных пленок, которые вполне похожи по свойствам на те, что растянуты по поверхности всякой жидкости. Произведя целый ряд интересных опытов с искусственными пленками, мы вместе с тем познакомимся и с их удивительными свой-



ствами. Для приготовления искусственных пленок обыкновенно разводят около шести золотников* мыла в бутылке воды. После этого в полученную мыльную воду прибавляют столько же кристаллического сахара, сколько было взято мыла. Приготовленная таким образом тягучая жидкость будет давать прекрасные, прочные и упругие пленки, вполне пригодные для всевозможных опытов.

Мы уже знаем, что на поверхности воды, налитой в стакан, образуется тонкая упругая пленка, которая натянута от середины к краям стакана. Частички воды, расположенные ближе к краям стакана, тянут к себе соседок, находящихся в средней части пленки, те притягивают своих и так далее, так что пленка натягивается равномерно от середины к краям, подобно тому как натягивается на краевое кольцо кожа барабана. Именно эта сила натяжения пленки от ее центра к краям и называется поверхностным натяжением. Что такое натяжение постоянно существует, докажет нам следующий опыт с искусственной пленкой, приготовленной из нашей только что описанной тягучей жидкости.

Сделайте из железной проволоки квадрат, согнув ее, как показано на рис. 39, и превратив оставшиеся концы проволоки в ручку прибора. Опустите квадрат в смесь мыла и сахара с водой и тотчас же выньте его оттуда. Внутри квадрата натягается красивая прозрачная пленка, очень напоминающая по внешнему виду и свойствам стенки мыльных пузырей, которыми вы, наверное, не раз развлекались в свободное время. Приготовив пленку, отрежьте небольшой кусок тонкой шелковой нити и, связав ее концы, положите на вашу искусственную пленку. Нитка, конечно, пристанет к ней и расположится на ее поверхности в виде неправильной фигуры. Если же теперь вы иголкой прорвете пленку внутри нити, то эта последняя моментально расправится и образует совершенно правильный круг. Вследствие прорыва сделавшись внутренней границей пленки, нитка будет испытывать равномерное натяжение от середины пленки к ее краям, почему и примет фигуру правильного круга.

* Золотник — единица измерения массы русской системы мер. Один золотник равен 96 долям, одна доля равна 44,43 мг.



Прозрачная занавеска

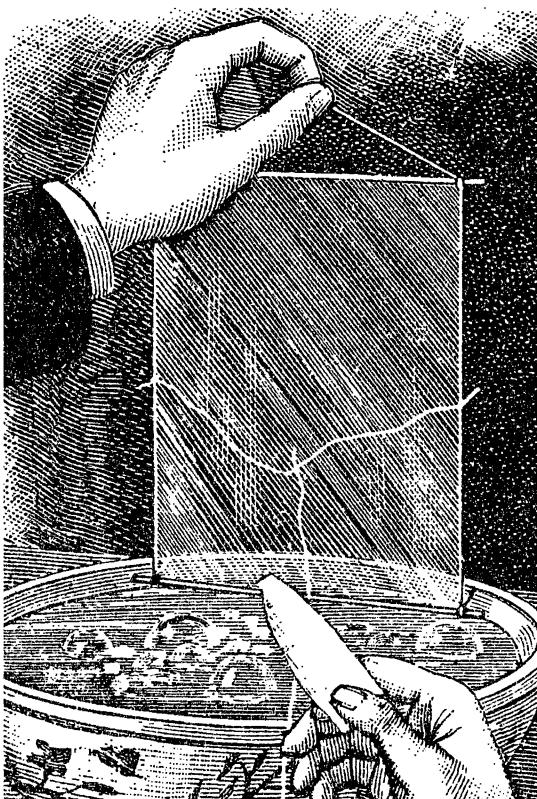


Рис. 40, а

Предыдущий опыт можно несколько видоизменить, причем в результате не только получится красивая фигура, но и представится возможность легко убедиться в большой упругости и растяжимости мыльной пленки. Отрежьте кусок шелковой нити длиной раза в полтора больше ребра вашего проволочного квадрата и привяжите ее концы к середине боковых сторон квадрата. К нитке привяжите посередине второй кусок шелковинки и пустите его конец свободно висеть вниз, как на рис. 40, а. После этих приготовлений опустите прибор в мыльную воду и

тотчас же выньте его обратно. Как и в предыдущем опыте, внутренний просвет квадрата затянутся тонкой мыльной пленкой, на поверхности которой неправильными линиями расположатся ваши шелковинки. Поставив пленку перед глазами, разорвите чем-нибудь ту часть ее, которая лежит под поперечной ниткой. Как только вы это сделаете, поперечная нитка, повинуясь натяжению пленки, тотчас же расправится и превратится в красивую дугу, обращенную выпуклой стороной кверху и ограничивающую снизу верхнюю, еще цельную часть пленки.

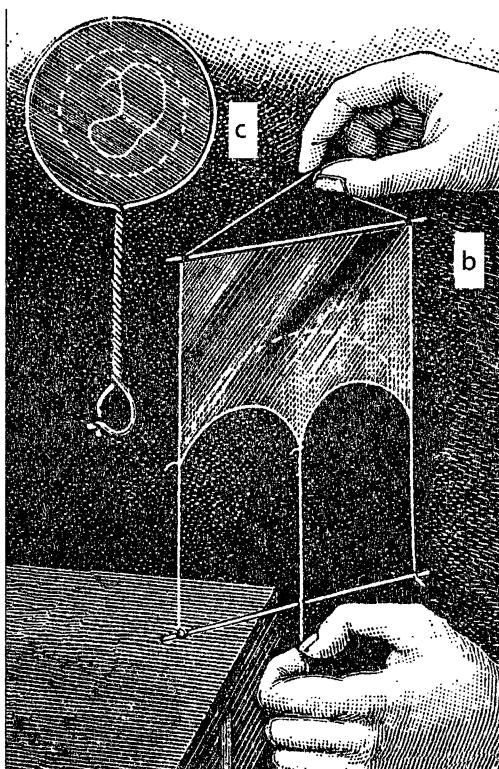


Рис. 40, b, c

Если теперь потянуть за висящий свободно конец второй нити, то эта дуга превратится в изящный двойной свод, очень похожий на занавески, которые наве-



шиваются как украшения над дверьми комнат в домах (рис. 40, б, с). При этом пленка нисколько не пострадает, потому что обладает весьма большой упругостью и способна растягиваться ничуть не меньше, чем резина, из которой выдувают детские воздушные шары.

Оба описанных опыта очень займут вашу публику, так как пленка, сверкающая при свете лампы, имеет чрезвычайно красивый вид.





Винтовая лестница

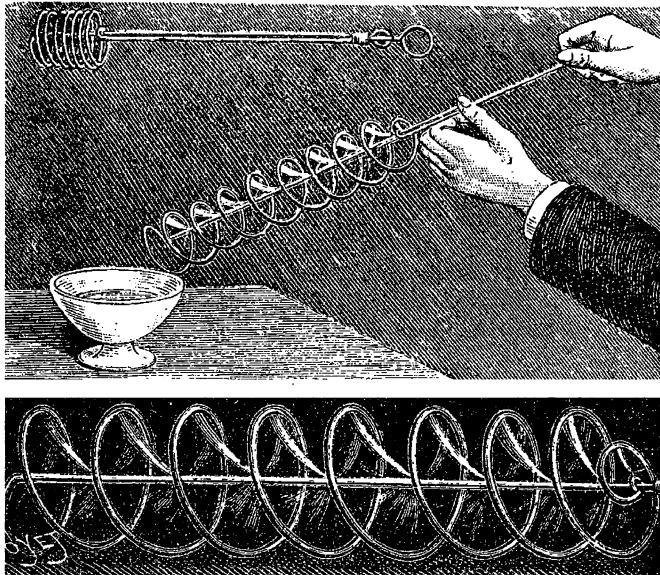
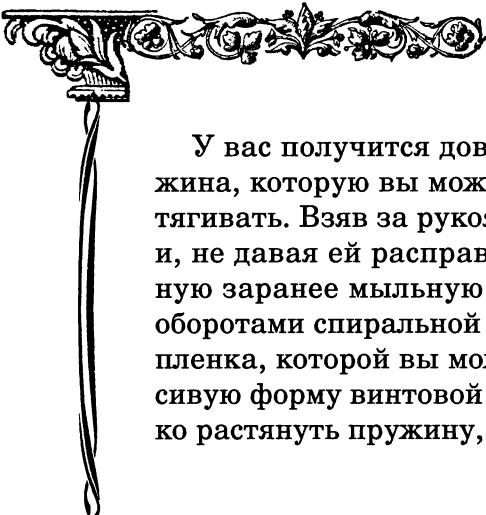


Рис. 41

На значительной упругости искусственной пленки основан также и следующий занимательный опыт, не требующий, как и предыдущие два, никаких хитрых приспособлений. Достаньте довольно длинный кусок железной или медной проволоки и приготовьте из него прибор, изображенный на рис. 41.

Для этого возьмите трость и приложите вдоль ее нижнего конца вашу проволоку так, чтобы за концом трости выдавалась большая часть проволоки. Крепко придерживая рукой часть проволоки, прилегающую к трости, обвертывайте другой, свободный конец проволоки спирально вокруг нижнего конца трости, направляя спираль в обратную сторону, то есть к ручке трости. При этом оставьте небольшой конец несвернутым, чтобы иметь возможность использовать его как рукоятку спирали.



У вас получится довольно упругая спиральная пружина, которую вы можете произвольно сжимать и растягивать. Взяв за рукоятку спирали, сожмите пружину и, не давая ей расправиться, опустите в приготовленную заранее мыльную воду и выньте обратно. Между оборотами спиральной пружины натягивается упругая пленка, которой вы можете придать чрезвычайно красивую форму винтовой лестницы. Для этого стоит только растянуть пружину, как показано на рисунке.





Огнетушитель

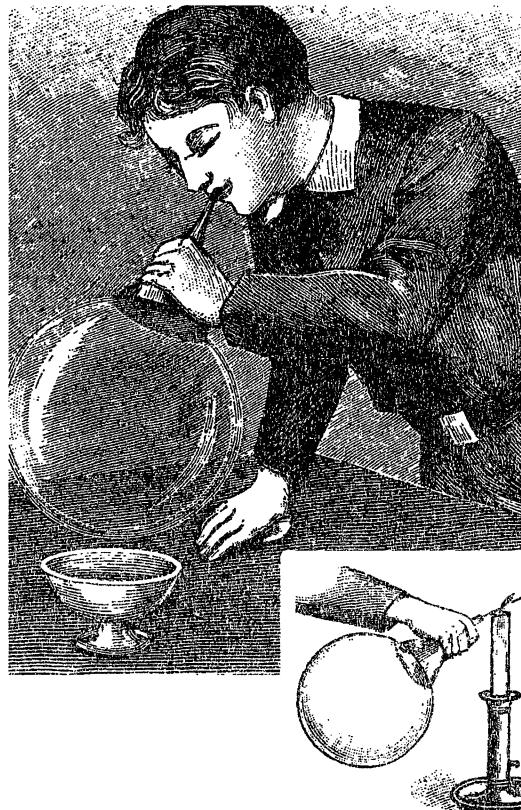


Рис. 42

Для доказательства существования большой упругости в пленках натяжения можно воспользоваться и мыльными пузырями, которыми забавлялся, наверное, каждый. Обыкновенно их выдувают из мыльной воды с помощью расщепленной на конце соломинки. Однако в нашем опыте лучше употребить не соломинку, а старую игрушечную детскую трубу, сделанную из раскрашенной жести. Конечно, желательно, чтобы труба была по возможности маленьких размеров. Приготовив тягучую смесь мыла с са-



харом, опустите в нее широкий конец трубы и, когда на нем натягнется мыльная пленка, выдуйте из нее большой мыльный пузырь. Наверное, вы уже знаете, что, если перестать вдувать в пузырь воздух и не заткнуть отверстие трубы языком или просто пальцем, пленка начнет быстро уменьшаться в объеме, так как упругая пленка, стремясь принять первоначальный плоский вид, будет выгонять из вашего пузыря воздух через открытое отверстие трубы. Чтобы увидеть, с какой силой стремится оттуда струя воздуха, выгоняемая сокращающейся пленкой, выдуйте большой пузырь, заткните отверстие трубы пальцем и поднесите ее конец к пламени свечи.

Как только вы отнимете прочь палец, воздух с такой силой устремится вон из пузыря, что пламя наклонится в сторону, словно задуваемое сильным ветром, и может даже погаснуть.



Пузырь в пузыре

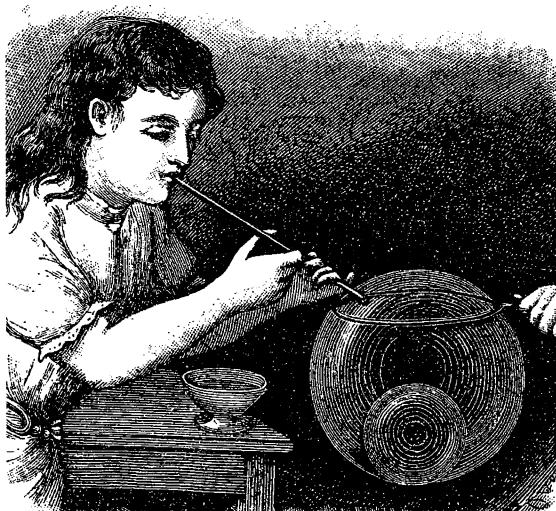


Рис. 43

Знакомство со свойствами мыльной пленки позволит нам произвести несколько красивых и занимательных опытов с мыльными пузырями. Для этого необходимо, кроме смеси мыла с сахаром, иметь несколько соломинок и кусок тонкой стеклянной трубки, концы которой следует тщательно оплавить, как это объяснено в начале книги при описании работ со стеклянными приборами. Приготовьте также из медной или железной проволоки два кольца с ручками. Кольца должны быть около вершка в поперечнике. Сделать их легко следующим образом: возьмите достаточно большой кусок проволоки и согните ее среднюю часть в кольцо требуемой величины. Сделав это, закрутите оставшиеся свободными концы проволоки один около другого, наподобие того, как вы делаете это с конским волосом, свивая из него крепкую леску для удочки. Таким образом у вас получится медное кольцо с витой проволочной ручкой. Расщепив крестообразно конец соломинки,



наберите на него мыльной массы и выдуйте большой пузырь. Как известно, пузырь, достигнув известной величины, не в состоянии уже будет держаться на конце соломинки. Он оторвется от нее и, плавно покачиваясь и колеблясь всем своим радужным телом, медленно опустится на пол, где и лопнет.

Проделав это несколько раз и показав публике, что пузырь можно загнать к потолку движением воздуха, приступите к производству опыта, представленного на рис. 43. Для этого, набрав на соломинку тягучего мыльного материала, просуньте ее сквозь проволочное кольцо и начинайте выдувать пузырь. Когда он достигнет значительной величины, наложите на него, не выпуская соломинки изо рта, проволочное кольцо, как показано на рисунке. Мыльный пузырь тотчас плотно прилипнет к проволоке. Он будет держаться на кольце и в том случае, если вы отнимете прочь соломинку. Проволоку следует предварительно смочить в мыльной воде.

Заявив публике, что вы сейчас посадите внутрь большого пузыря другой, маленький, смочите хорошенько конец стеклянной трубки в мыльной воде и смело проткните этим концом тонкую стенку пузыря. Он от этого нисколько не пострадает. Таким образом конец стеклянной трубки с запасом мыльной жидкости очутится внутри большого пузыря. Теперь вы можете выдуть там второй пузырь и, стряхнув его с конца трубки, вынуть ее и показать оба мыльных пузыря вашей публике. При некотором навыке этот опыт удается прекрасно. Если пузырь будет выдуваться с каплей воды внизу, то его следует удалить, встряхнув соломинку или трубку. Затем, не набирая нового запаса материала, можно снова начать выдувание, так как на трубке всегда останется нужное количество жидкости. Второй пузырь обыкновенно выдувается уже без капли. Эту предосторожность следует всегда предпринимать перед протыканием стенок большого пузыря стеклянной трубкой.





Мыльный цилиндр

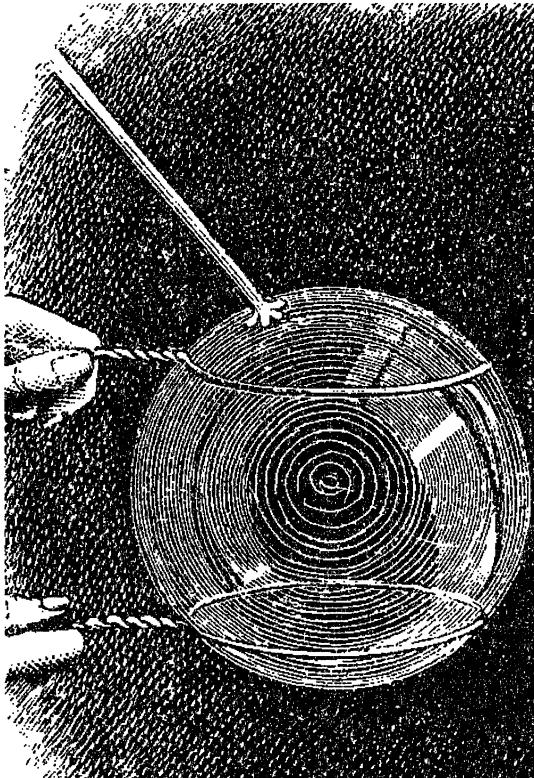


Рис. 44, а

Те пузыри, которые вам случалось раньше выдувать для забавы, всегда имели форму правильного шара. Однако, пользуясь значительной упругостью мыльной пленки, можно придавать пузырям иную форму. Так, например, с помощью двух проволочных колец вы очень легко сможете превратить блестящий мыльный шар в очень красивый цилиндр с выпуклыми боками. Для этого, просунув соломинку сквозь кольцо, выдуйте большой пузырь и посадите его на проволоку так же, как и в предыдущем опыте. Освободив его затем от соломинки, подхватите

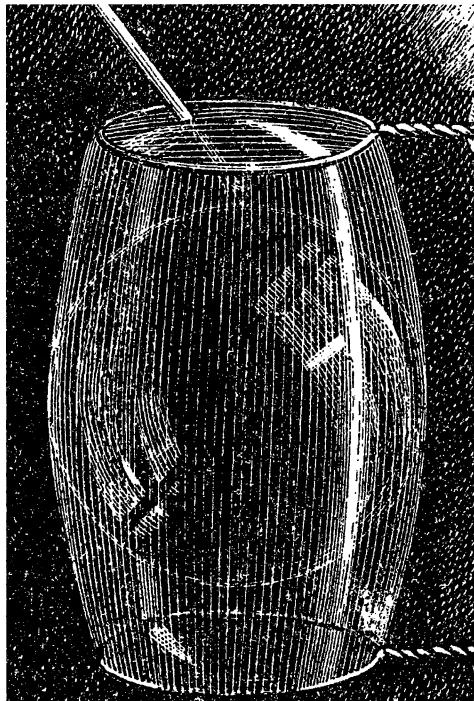


Рис. 44, б

пузырь снизу вторым кольцом, как это показано на рис. 44, а. Таким путем пузырь крепко прилипнет к обоим кольцам.

Если вы теперь раздвинете кольца, то пузырь примет форму красивого цилиндра, не потеряв при этом ни красок, ни блеска. Сдвигая и раздвигая кольца, вы сможете по желанию изменять форму цилиндра, делая его то короче, то длиннее. Еще красивее получится картина, когда вы, проткнув стенку цилиндра, выдуете внутри него второй шар.





Неспокойный пленник

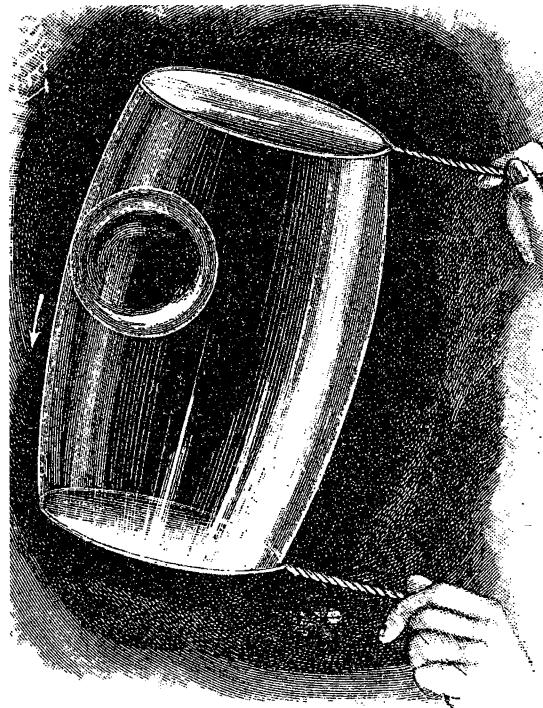


Рис. 45

Этот опыт доставит много удовольствия вашим зрителям. Сделать же его чрезвычайно просто. Как видно на рис. 45, для этого стоит только внутрь вышеописанного цилиндра поместить маленький мыльный пузырь и освободить его от стеклянной трубки. Пузырек, конечно, свалится на дно цилиндра. Но если теперь поворачивать цилиндр в разные стороны, то маленький пузырек начнет быстро бегать по гладким стенкам блестящей клетки, словно пытаясь найти выход на волю. Можно посадить туда два и более пузырьков.



Хрустальный дворец

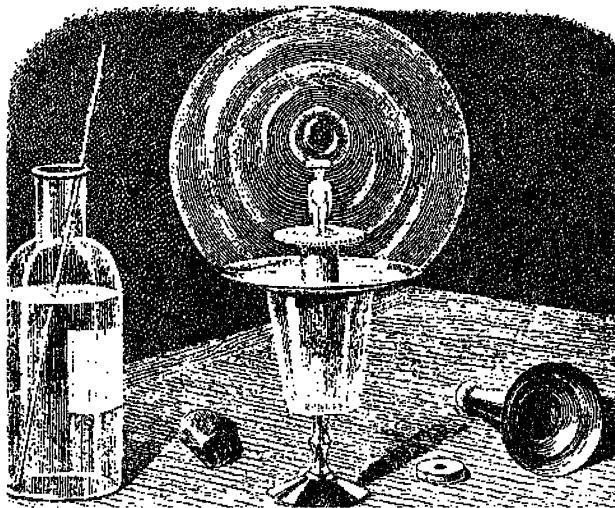


Рис. 46

Этот опыт требует большой ловкости и внимания, но зато терпение и труд вполне вознаградятся при удаче, так как три пузыря, вложенных один в другой и играющих на солнце всеми цветами радуги, имеют положительно волшебный вид.

Возьмите стакан или рюмку и поставьте сверху обычновенное чайное блюдечко. На блюдечке установите вертикально пробку, положив на нее пятикопеечную медную монету, на которую прилепите сургучом маленькую фарфоровую куколку. На голову куколки наклейте воском или сургучом вместо шляпы маленький деревянный или картонный кружок. Установив эту конструкцию, облейте ее приготовленной заранее смесью мыла и сахара с водой. При этом хорошенъко удостоверьтесь, смочились ли кружок, куколка, монета и пробка, иначе пузырь, который вы будете выдувать, непременно лопнет, прежде чем позволит фигуркам пройти сквозь свои стенки. Убедившись, что все предметы смочены мыльной жидкостью, возьмите



детскую жестянную трубу, опустите ее широкий конец в смесь мыла и сахара и тотчас же выньте. Установите трубу отверстием над головой куколки и, стараясь держать ее отвесно, смело выдувайте большой мыльный пузырь. Так как все составные части данной конструкции обильно смочены мыльной жидкостью, то голова куколки, а за нею и вся игрушка целиком пронзит стенку пузыря и окажется внутри, не нарушив его целостности. Продолжайте раздувать пузырь до тех пор, пока его нижняя часть не ляжет на блюдце, заняв всю его ширину. После этого можете освободить трубу от пузыря, — и первая наружная оболочка вашего дворца готова. Возьмите теперь стеклянную трубку с оплавленными концами и, смочив ее в жидкости, проткните пузырь как раз над головой куколки. Выдувая новый пузырь внутри первого, вы легко заставите куколку пройти сквозь его стенку внутрь, а сам пузырь посадите на пятачок. Остается теперь выдуть третий, маленький пузырек и насадить его на шляпу куколки, что уже легко сделать, зная, что смоченная трубка не разрушит стенок пропыкаемого пузыря. Возможно даже, что после изготовления второго пузыря на трубке останется еще немного жидкости, и тогда можно выдуть третий пузырек, не вынимая лишний раз трубы.

На рис. 46 вы можете увидеть, какая красивая картина представится глазам ваших зрителей. Представьте, какой шумный успех будет иметь кукольная фигурка, заключенная в хрустальный двойной дворец, сверкающий разноцветными огнями.





Различные формы мыльных пленок

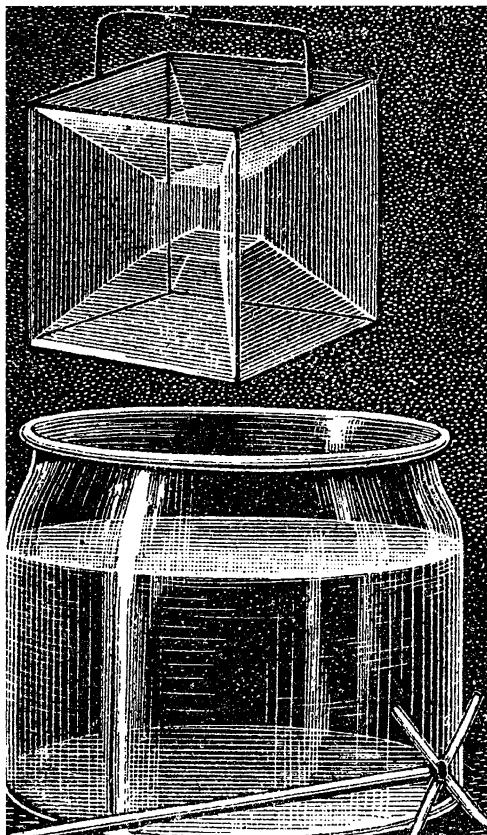


Рис. 47, а

Большое сцепление частиц в мыльных пленках и сила натяжения заставляют их принимать в некоторых случаях красивые, правильные формы геометрических тел. При некотором навыке и осторожности в обращении можно очень легко заставить пленки принимать ту или иную форму. Изготовление же блестящих и прозрачных геометрических форм доставит и вам, и вашим зрителям не-



мало удовольствия в часы досуга, тем более что тут не потребуется каких-нибудь хитрых приспособлений. Изготовьте из старой проволоки небольшой кубик, стараясь, чтобы каждое его ребро было не длиннее вершка, и прикрепите к верхней его части изогнутую проволоку с ручкой так, как показано на рис. 47, а.

Взяв проволочную модель куба за ручку, погрузите ее в тягучую смесь мыла с сахаром и затем очень осторожно, не встряхивая, извлеките из жидкости. Между отдельными проволочными ребрами куба тотчас же натянутся упругие, блестящие пленки, которые вдавятся внутрь и примут форму пирамид, примыкая с четырех сторон к маленькой квадратной пленочке, образовавшейся в центре.

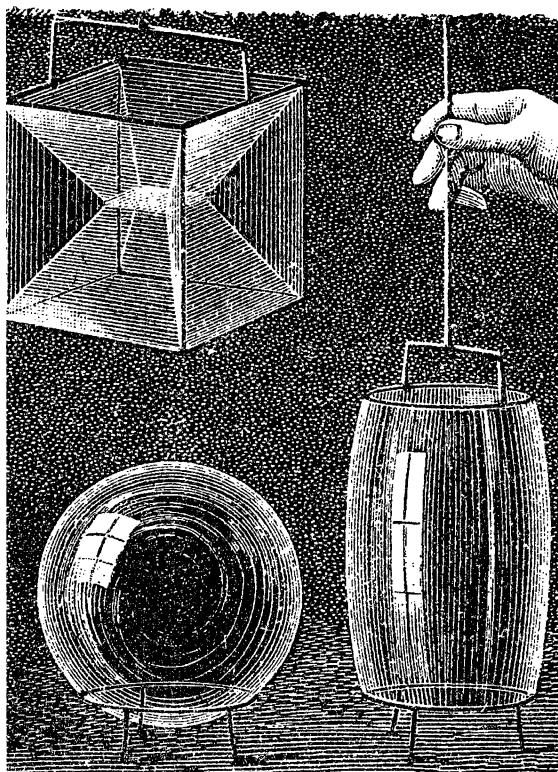


Рис. 47, б



Эту любопытную мыльную постройку можно видоизменить, опустив снова нижнюю грань куба в жидкость. Тогда вместо квадратной пленки в центре куба ловится маленький мыльный кубик. Само собой разумеется, что пленки, образующие грани пирамид, по внешнему виду нисколько не отличаются от стенок мыльных пузырей и также играют всеми цветами радуги.

Кроме проволочного куба сделайте пирамиду, трехгранный призму и другие модели правильных геометрических фигур. Погружая их в жидкость и осторожно вытаскивая оттуда, вы будете получать, к общему восхищению, все новые и новые причудливые формы сверкающих пленок.

Катание с гор

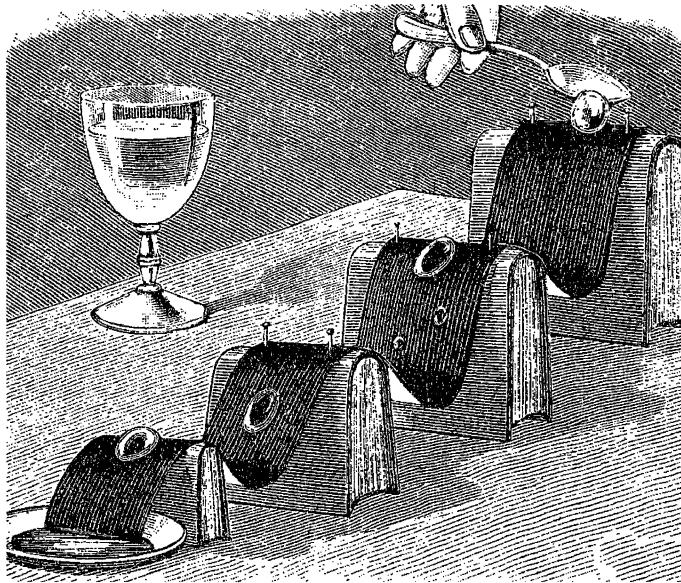
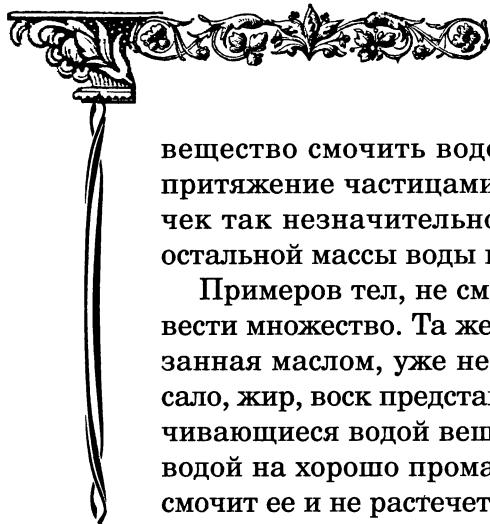


Рис. 48

Если вы брызнете водой на бумагу, то водяные капли растекутся по ней, пропитают бумагу насквозь, и она покроется большими, округленными мокрыми пятнами. В таком случае мы обыкновенно говорим, что вода смочила бумагу. Точно так же если вы опустите в воду деревянную палочку, то вытащите ее оттуда покрытой тонким слоем воды. Вода прилипла к дереву, поэтому палочка и стала мокрой. Прилипание воды к бумаге и дереву объясняется тем, что их частицы взаимно притягивают одна другую: частица дерева, лежащая на поверхности палочки, тянет к себе прилегающую к ней частичку воды и крепко удерживает ее около себя, как магнит держит кусочек железа. Однако вода смачивает далеко не все тела. Существует много веществ, сила притяжения которых к воде гораздо меньше силы сцепления частиц воды между собой. Поэтому, если такое

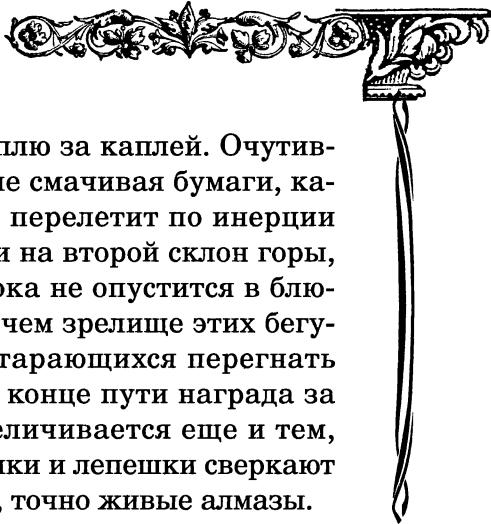


вещество смочить водой, то она не пристанет к нему; притяжение частицами этого вещества водяных частицек так незначительно, что не в силах оторвать их от остальной массы воды и притянуть к себе.

Примеров тел, не смачивающихся водой, можно привести множество. Та же самая деревянная палочка, смазанная маслом, уже не будет намокать, так как масло, сало, жир, воск представляют собой именно такие не смачивающиеся водой вещества. Поэтому если вы капнете водой на хорошо промасленную бумагу, то капелька не смочит ее и не растечется тонким слоем, а сохранит форму несколько приплюснутого шарика, который будет кататься и бегать по жирной поверхности. То же самое произойдет, если вы покроете бумагу густым слоем сухой голландской сажи или натрете ее черным мягким карандашом. Капельки воды, попавшие на такую бумагу, сохранят форму округлых лепешек или, если они малы, шариков, способных при наклоне красиво скатываться с листа. Образование сверкающих бриллиантами капелек утренней росы на листьях растений точно так же объясняется свойством последних не впитывать воду. Этим-то свойством мы и воспользуемся для нашего опыта.

Вырежьте из довольно толстой бумаги длинную ленту шириной вершка в три. Чем длиннее будет лента, тем лучше, а поэтому следует склеить ее из нескольких отдельных полос. Закоптите одну сторону ленты на лампе или, если желаете избежать дурного запаха, натрите хорошенько бумагу сплошь мягким карандашом. Затем установите на стол в ряд несколько книг различной высоты, соблюдая порядок «по росту» и, прикрепив булавками один конец ленты на корешке самой большой книги, перекиньте ее через остальные книги, как показано на рис. 48. При этом не забывайте, чтобы каждый следующий изгиб ленты лежал ниже предыдущего, и не жалейте булавок для крепления бумаги на корешке каждой книги. Другой конец ленты опустите в блюдечко.

Приготовив таким образом оригинальные горы для катания, отправьте по ним целый ряд «пассажиров». Для этого, набрав в столовую ложку воды, выливайте ее на



самую верхнюю часть ленты каплю за каплей. Очутившись на первом склоне горы и не смачивая бумаги, капелька быстро покатится вниз, перелетит по инерции через корешок следующей книги на второй склон горы, с того на третий и так далее, пока не опустится в блюдечко. Нет ничего любопытнее, чем зрелище этих бегущих одна за другой капелек, старающихся перегнать друг друга, точно их ожидает в конце пути награда за скорость. Красота картины увеличивается еще и тем, что колеблющиеся водяные шарики и лепешки сверкают при свете на черном фоне ленты, точно живые алмазы.





Превращение вина в воду

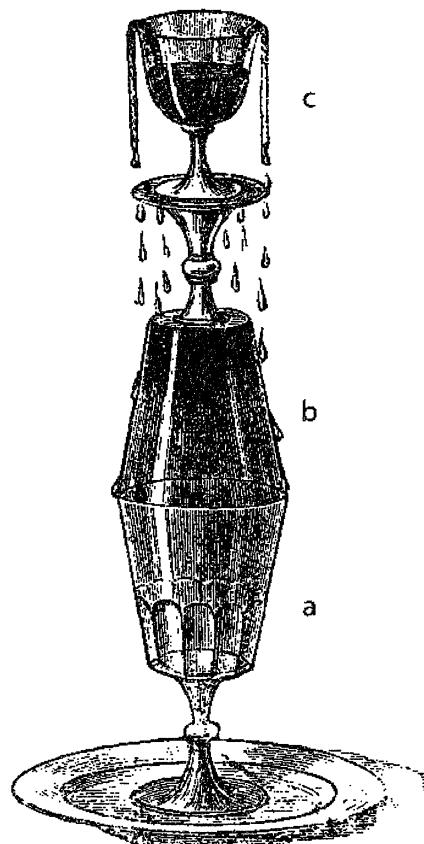
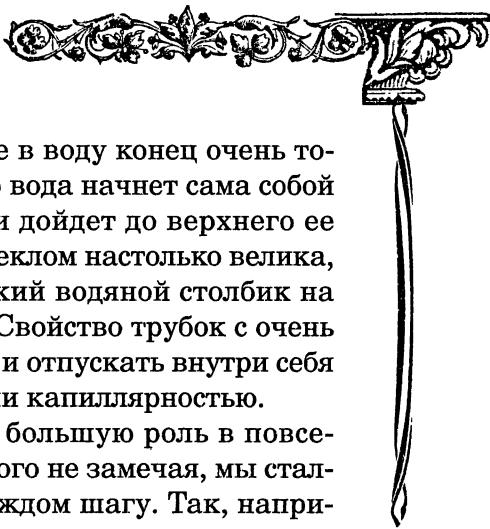


Рис. 49

Из предыдущего опыта читатели узнали причину, вследствие которой вода прилипает к одним телам и в то же время совсем не смачивает других. Если сила притяжения частиц воды к частицам другого тела больше силы сцепления частиц воды между собой, то тело смачивается, если меньше — то нет.

Значительной силой притяжения воды стеклом объясняются многие, непонятные на первый взгляд явления.

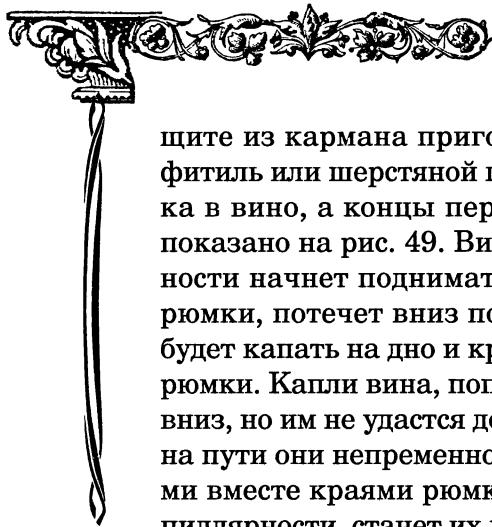


Так, например, если вы опустите в воду конец очень тоненькой стеклянной трубочки, то вода начнет сама собой быстро подниматься по трубке и дойдет до верхнего ее конца. Сила притяжения воды стеклом настолько велика, что в состоянии поднять тоненький водяной столбик на довольно значительную высоту. Свойство трубок с очень маленьким просветом поднимать и отпускать внутри себя воду называется волосностью, или капиллярностью.

Капиллярность играет очень большую роль в повседневной жизни человека. Сами того не замечая, мы сталкиваемся с этим явлением на каждом шагу. Так, например, высушивание написанного в тетради чернилами вы производите так называемой промокашкой, то есть особой бумагой, которая вся пронизана тончайшими щелями и трубочками, образовавшимися между ее волокнами. Когда вы прикладываете промокашку к тетради, то чернила сами собой поднимаются в нее по этим щелям и трубочкам, повинуясь все той же капиллярности, что и в тончайшей стеклянной трубке. Керосин поднимается из резервуара лампы по фитилю к пламени тоже в силу капиллярности ткани фитиля и так далее. Словом, примеров можно привести очень много. На этом свойстве основан, между прочим, и следующий весьма любопытный опыт.

Достаньте две одинаковые рюмки с незакругленными краями, так, чтобы, составив их вместе, вы могли бы быть уверены, что щели между их краями почти не будет. Опустите обе рюмки в воду и соедините их верхними краями вместе. Сделав это, выньте их из воды и осторожно, не сдвигая краев, тщательно вытрите обе рюмки сухим полотенцем. Если вы сделаете это достаточно осторожно, то можете быть уверены, что ни одна капля воды не выплынется.

Возьмите теперь третью, маленькую рюмочку, наполненную до половины красным вином, и поставьте ее на опрокинутое дно верхней, большой рюмки. Подготовив такую конструкцию, пригласите зрителей и заявите им, что вы собираетесь перелить вино в опрокинутую рюмку, притом не дотронувшись до нее руками. Для этого выта-



щите из кармана приготовленный заранее лампадный фитиль или шерстяной шнурок, опустите середину шнурка в вино, а концы перекиньте через края рюмки, как показано на рис. 49. Вино, разумеется, в силу капиллярности начнет подниматься по шнурку, достигнет краев рюмки, потечет вниз по свесившимся концам шнурка и будет капать на дно и крутые бока верхней, опрокинутой рюмки. Капли вина, попавшие на стенки рюмки, потекут вниз, но им не удастся добраться до стола. Дело в том, что на пути они непременно встретят щель между сложенными вместе краями рюмки, и щель, опять-таки в силу капиллярности, станет их жадно всасывать внутрь больших рюмок, окрашивая находящуюся там воду. А так как вино гораздо легче воды, то оно сберегется в конце концов на самом верху прибора, то есть поднимется к самому дну перевернутой рюмки. Этот опыт, конечно, происходит довольно медленно.





Плавающий сахар



Рис. 50

Свойством капиллярности обладают так называемые пористые вещества, то есть такие, которые пронизаны по всем направлениям тончайшими, невидимыми простым глазом щелочками и трубочками. Хорошим примером пористого тела может послужить кусок плененного сахара. Частицы его прилегают одна к другой неплотно, так что между ними остаются пустые промежутки, которые, сливааясь друг с другом, образуют в куске множество тончайших, извилистых ходов. Вот почему сахар с такой жадностью всасывает в себя воду и другие жидкости: его капилляры действуют на воду совершенно так же, как действует на нее тончайшая стеклянная трубочка. Ни одна хозяйка не поставит кусочек сахара на блюдо, где есть хоть немного воды, так как отлично знает, что через некоторое время сахар пропитается водой на значительную высоту. Зная это свойство сахара, вы можете показать зрителям следующий интересный фокус.



Достаньте в аптеке или у знакомого фотографа немногого коллодиума*. Как известно, жидкость эта обладает свойством вследствие испарения превращаться на воздухе в легкую, блестящую и волокнистую массу, очень похожую с виду на обыкновенный сахар. Опустите в стакан с коллодиумом кусок плененного сахара и, продержав в жидкости некоторое время, вытащите его оттуда и выставьте на сквозной ветер для просушки. Жидкий коллодиум, пропитавший вследствие капиллярности все поры сахара и облепивший все его отдельные частицы, под влиянием ветра быстро высохнет, оставив после себя в порах куска сахара целую сеть перепутанных блестящих нитей и пленок. Если теперь, пригласив зрителей, вы бросите ваш кусок сахара в стакан с водой, то произойдет интересное явление. Сахар, будучи тяжелее воды, упадет сначала на дно, но затем, не уменьшаясь в объеме и, по-видимому, не растворяясь в воде, медленно подымется на поверхность и будет плавать на ней как кусочек дерева или пробка. Чтобы объяснить себе причину этого явления, размешайте воду чайной ложечкой и попробуйте ее на вкус. Вода будет сладкая. Значит, сахар все-таки растворился в ней, несмотря на то что весь был облеплен коллодиумом. Таким образом, в куске, который плавает теперь на поверхности воды, нет уже и следа от сахара: это не что иное, как скелет, составленный из волокон и пленок коллодиума, принявшего после просушки внешний вид и форму сахарного куска до мельчайших подробностей. Тяжелый сахар весь растворился в воде, а его легкий губчатый слепок из коллодиума всплыл наверх. Окончательно убедиться в этом вы можете, взяв его в руки и сжав между пальцами: мнимый кусок сахара сомнется, словно комок рыхлой ваты.



* Коллодиум (устар.), коллодий [от греч. *kollōdes* — клейкий] — раствор хлопчатой бумаги в серном эфире в виде быстро засыхающего прозрачного густого сиропа, применяется в медицине и в фотографии.



Всё в одном бокале

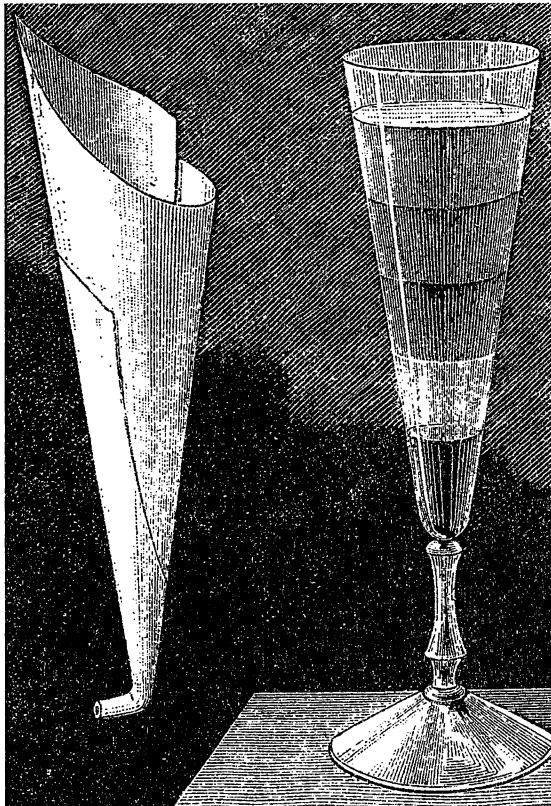


Рис. 51

Как твердые, так и жидкые тела притягиваются землей не с одинаковой силой, а потому различные вещества обладают и различным весом. Всякий знает, например, что ртуть тяжелее воды, а та, в свою очередь, тяжелее масла, которое превосходит в этом отношении спирт, и так далее. Поэтому можно поместить в одном сосуде несколько различных жидкостей так, чтобы они не смешивались между собой, а расположились слоями одна над другой: тяжелейшая поместится на дне, а легчайшая ляжет над всеми остальными. Чтобы



успешно воспроизвести этот опыт в высоком и узком бокале для шампанского, изготовьте из бумаги несколько воронок, как показано на рис. 51.

Нижний, узкий конец воронки обрежьте ножницами и загните под прямым углом в сторону. Это даст вам возможность наливать жидкости в бокал, направляя струю на внутреннюю поверхность его стенок, что, как увидите далее, имеет большое значение для успешного проведения опыта. На дно бокала налейте немного окрашенного в темную краску сахарного сиропа. Его, впрочем, может с успехом заменить очень сладкий холодный кофе. Затем, опустив бумажную воронку в бокал, лейте через нее чистую воду, направляя струю не в кофе, а на стенки сосуда. В таком случае вода не смешается с густым кофе, а расположится сверху отдельным слоем, причем благодаря разнице в цвете, граница между обеими жидкостями будет видна отчетливо. На воду выпейте через другую воронку слой красного вина, соблюдая те же предосторожности, что и с водой; на вино через третью воронку выпустите слой подсолнечного масла, на масло — спирт, если и он найдется под руками. Таким образом, у вас получится высокий бокал, в котором будут находиться несколько различных жидкостей, лежащих последовательными слоями сообразно их весу. Так как все эти жидкости окрашены в разные цвета, то при рассматривании, особенно на свет, бокал будет иметь довольно красивый вид. Главное условие, которое следует соблюдать при проведении опыта, это осторожность при вливании жидкостей одна на другую через бумажную воронку. Необходимо, чтобы каждая жидкость, попадая на стенки бокала, стекала с них на нижележащий слой, не взбалтывая его и не перемешиваясь с ним. Впрочем, если взять жидкости, не растворяющиеся одна в другой, например подсолнечное масло и воду, то можно сливать их вместе, не принимая никаких мер предосторожности. Такие жидкости через некоторое время все равно отстоятся, то есть разделятся сами собой на слои сообразно со своим весом.





Подводный вулкан

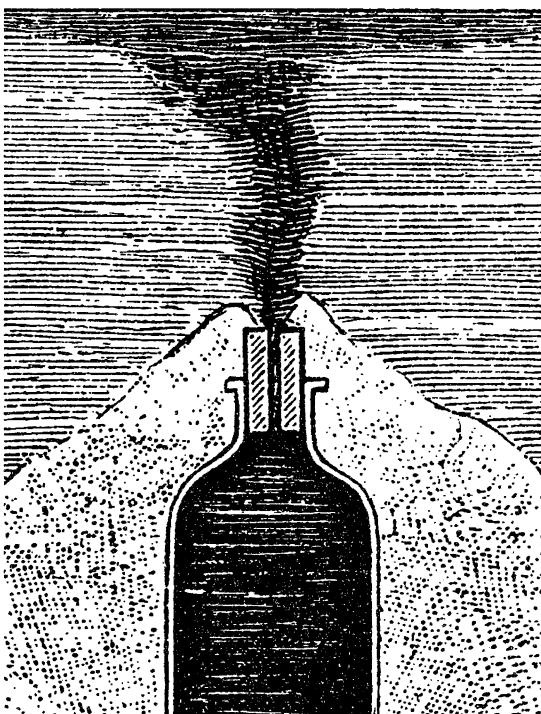
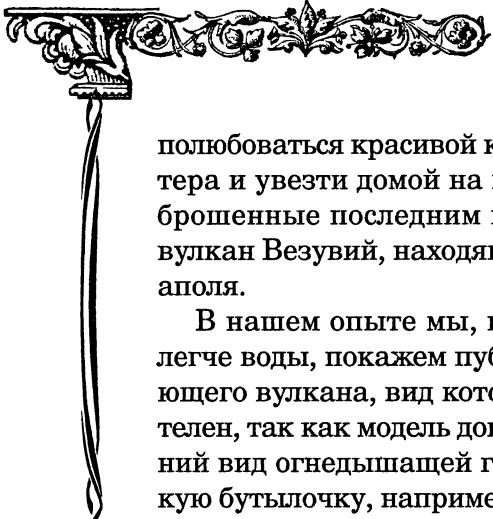


Рис. 52

Вы, конечно, слышали о том, что на земном шаре существуют вулканы, или огнедышащие горы. Они отличаются от обыкновенных гор тем, что имеют на вершине отверстие — кратер, через которое постоянно выходит струя пара, а время от времени оттуда вылетает масса пепла, раскаленных камней и вытекают потоки расплавленной лавы. Такое извержение вулкана имеет величественный и вместе с тем грозный вид, наводящий на людей ужас. В спокойном же состоянии дымящийся вулкан представляет украшение местности. Его коническая вершина и столб пара, выходящий из кратера, отчетливо рисуются на голубом фоне неба и привлекают внимание путешественников, приезжающих часто за тысячи верст, чтобы



полюбоваться красивой картиной, взобраться на край кратера и увезти домой на память куски лавы и камни, выброшенные последним извержением. Таков, например, вулкан Везувий, находящийся в Италии около города Неаполя.

В нашем опыте мы, пользуясь тем, что красное вино легче воды, покажем публике маленькую модель действующего вулкана, вид которого будет и интересен, и поучителен, так как модель довольно точно воспроизведет внешний вид огнедышащей горы. Для этого возьмите маленькую бутылочку, например флакон от духов, наполните его доверху красным вином и заткните хорошо пригнанной пробкой, в центре которой проделайте узенькое сквозное отверстие. Поставьте флакон на середину дна стеклянной широкой банки и обложите его со всех сторон глиной. Глина следует придать коническую форму, оставив над пробкой флакона отверстие, которое будет изображать кратер нашего подводного вулкана.

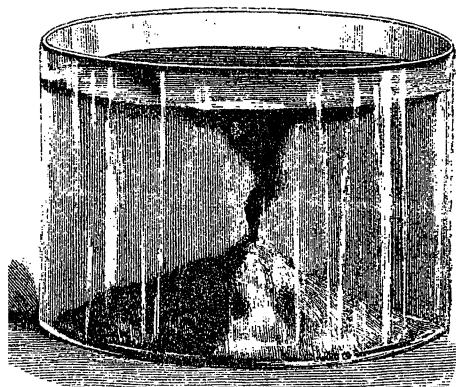


Рис. 53

На рис. 52 и 53 представлены как внешний вид глиняной горки, так равно и ее разрез, а потому вы легко можете видеть подробности работы. Когда глиняная горка с флаконом внутри будет готова, наливайте в банку воду, стараясь лить ее небольшой струей на внутреннюю поверх-



ность стенок банки. Это необходимо делать для того, чтобы не замутить воду частичками глины. Стекая со стенок, вода медленно наполнит банку и в то же время сама останется совершенно чистой, если, конечно, стенки не будут выпачканы в глине.

Как только вершина вулкана скроется под водой, он тотчас же начнет действовать. Вино, будучи легче воды и стремясь выплыть на поверхность, станет медленно подниматься из отверстия пробки, точно пары из настоящего кратера, и расплываться по поверхности в широкое облако. Для придания еще большего сходства, взволнуйте слегка воду в банке. Тогда столб вина изогнется, словно на него подействовал сильный порыв ветра.



Переселение в верхний этаж

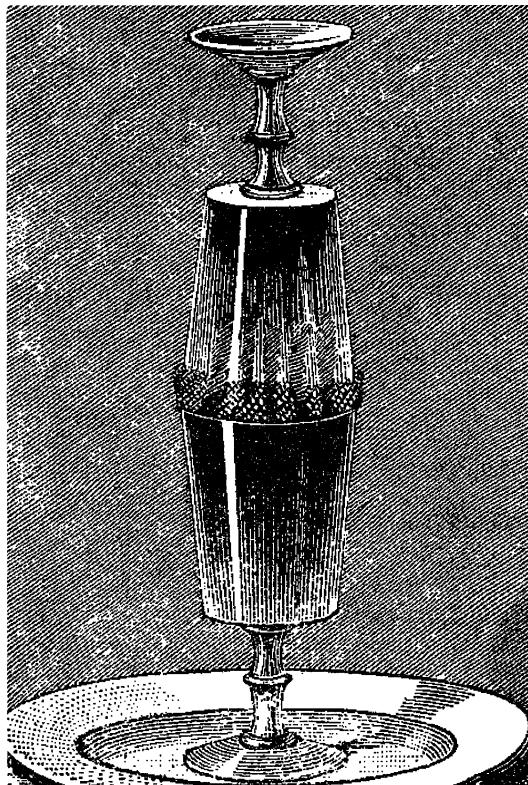


Рис. 54, а

Стремление легкой жидкости занять место на поверхности более тяжелой прекрасно можно наблюдать в следующем простом опыте. Возьмите две рюмки, которые вы использовали при проведении опыта, описанного на с. 130–132. Одну из них наполните до краев красным вином, а другую — чистой холодной водой, тоже стараясь, чтобы она наполнилась доверху. Достаньте затем кусок частой кисеи или тюля и положите его на поверхность воды, налитой в одну из ваших рюмок. После этого осторож-



но, не расплескав воду, загните края тюля вниз, как показано на рис. 54, а.

Теперь приложите очень плотно к тюлю, закрывающему отверстие рюмки, ладонь левой руки и, взяв рюмку за ножку, переверните ее вверх дном, не отнимая левой руки от отверстия. Когда рюмка примет положение, изображенное на рис. 54, б, можете смело отнять руку из-под рюмки.

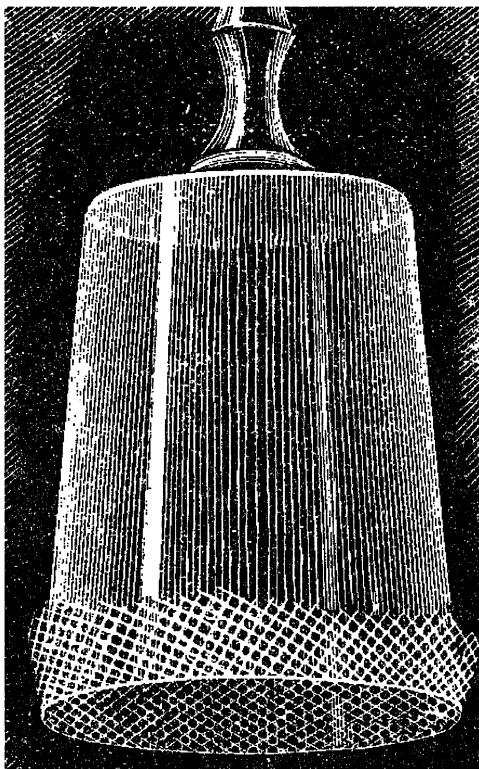


Рис. 54, б

К величайшему изумлению ваших зрителей, ни одна капля не выльется. Происходит это потому, что на тюль, прикрывающий поверхность воды, снизу давит воздух, который и удерживает воду в ее необычном положении. Что же касается кисеи, то там воду удерживают образо-



вавшиеся пленки натяжения, которые настолько прочны, что не разорвутся от давления тоненьких столбиков воды, находящихся над отверстиями, которые эти пленки затягивают.

Теперь осторожно поставьте опрокинутую рюмку с водой на стоящую на столе рюмку с красным вином так, чтобы их края совпали как можно точнее. Ввиду очень вероятной в первое время неудачи, сначала проделайте опыт на тарелке. Тогда вы не замочите стола, если вода все-таки прольется. Если же все совершится благополучно, то у вас перед глазами будет сосуд с двумя неодинаковыми по весу жидкостями, разделенными тюлевой перегородкой, причем легчайшая из них будет внизу, а более тяжелая сверху.

Можно заранее предсказать, что обе жидкости чувствуют себя очень неудобно в таком положении, а потому они непременно поменяются местами. И действительно, сквозь отверстия кисеи тотчас же поползут кверху многочисленные красные струйки вина, вытесняя из верхней рюмки воду, которая, в свою очередь, будет струйками же стекать ко дну нижней рюмки. Таким образом, через 10–15 минут на ваших глазах произойдет полное перемещение жидкостей. Вино само собой переберется в верхнюю рюмку, а вода наполнит нижнюю. Вместо красного вина вы можете взять густой сироп от вишневого или клубничного варенья. В таком случае придется, конечно, ставить не воду на сироп, а наоборот. Если не найдется тюля, то можно его заменить просто кружком, вырезанным из бумаги, который предварительно следует проткнуть в нескольких местах тонкой иглой. Чем больше отверстий будет в нем, тем лучше.



Давление жидкости снизу вверх

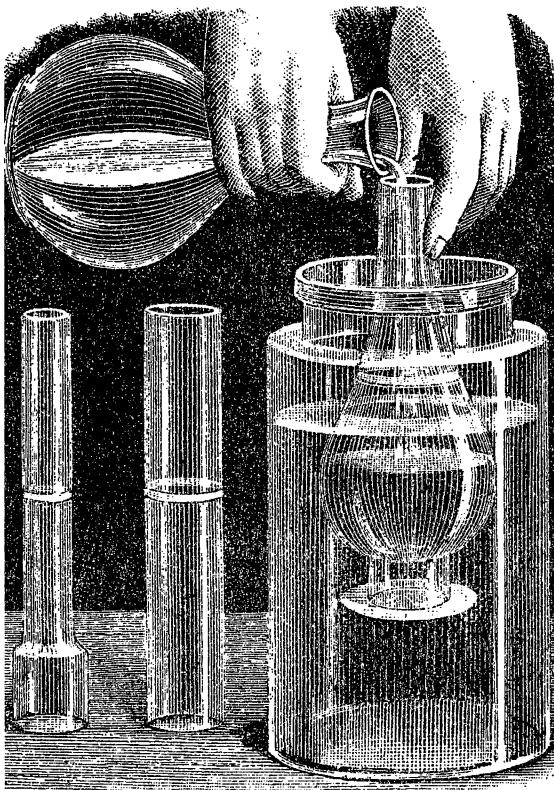


Рис. 55

Купаясь в жаркий летний день в реке или озере, вам, наверное, случалось погружаться по шею в воду и сидеть там, наслаждаясь охватившей разгоряченное тело прохладой. При этом вы, конечно, чувствовали, что вода давит на ваше тело со всех сторон. Особенно заметно это давление на дыхании: сидя по горло в воде, дышать гораздо труднее, чем на открытом воздухе, так как сдавливающая грудь и спину вода препятствует свободному



расширению легких и заставляет усиленно работать те мускулы, которые для этого предназначены. Точно так же вода давит со всех сторон и на всякое погруженное в нее тело. При этом чем глубже опускается тело в воду, тем большее давление оно испытывает. Около дна глубоких морей давление воды на потонувшие тела так огромно, что стеклянная бутылка не выдерживает этого давления и ломается на мелкие кусочки. Сдавливая погруженный предмет со всех сторон, вода, без сомнения, давит на него и снизу вверх. В этом вы легко можете убедиться, проведя следующий простой опыт.

Достаньте три ламповых стекла различной формы, но таких, чтобы все они подходили к одной и той же лампе. Другими словами, их нижние отверстия должны быть совершенно одинаковыми. Вырежьте затем из картона кружок, имеющий поперечник несколько больший, чем нижние отверстия ваших стекол. Наполнив теперь широкую стеклянную банку из-под варенья водой, приложите кружок к отверстию одного из ламповых стекол, например цилиндрической формы, и, придерживая его пальцем, осторожно опустите в воду, как показано на рис. 55. Кружок тотчас же прижметься давлением воды снизу вверх и ни в коем случае не отвалится от стекла. Чем глубже вы будете опускать стекло в воду, тем крепче будет прижиматься кружок к краям его нижнего отверстия. Можно даже измерить ту силу, с которой давит вода на кружок. Для этого вливайте внутрь стекла из графина струю воды. Вы сейчас же убедитесь, что сила, прижимающая кружок к стеклу, довольно-таки значительна: он только тогда отвалится, когда уровень воды внутри стекла сравняется с уровнем воды в банке, то есть когда вес воды, находящейся в стекле, будет равняться давлению ее снизу вверх. Этот опыт наглядно убедит зрителей в справедливости важного физического закона, по которому давление жидкости снизу вверх и обратно равно весу столба этой жидкости, имеющего основание, одинаковое с основанием сосуда, а высоту — равную расстоянию от дна и до уровня жидкости. При этом форма сосуда не имеет никакого значения. Заметив

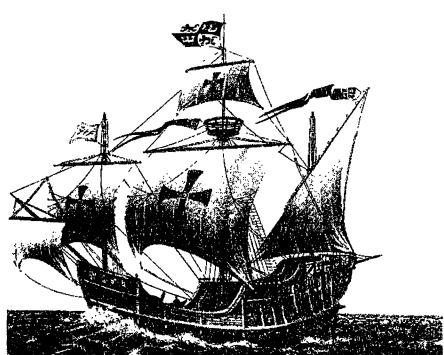


место, до которого ваше стекло погружалось в воду и, налепив на такой же высоте бумажные полоски на других стеклах, повторите опыт и с ними, погружая их до прилепленных бумажек. Наливая затем в стекла воду, вы убедитесь, что кружок отваливается каждый раз только тогда, когда вода достигает уровня воды в банке. Между тем, как видно на рисунке, все три стекла имеют совершенно различную форму.



Плавание

Если вам приходилось поднимать со дна реки камни, куски затонувших древесных стволов и подобные тяжелые предметы, то вы, наверное, замечали, что они весят в воде меньше, чем на воздухе. Как только камень, который вы вытаскиваете из реки, покажется на поверхности, ваши руки сразу почувствуют, что он сделался гораздо тяжелее, чем был под водой. Это явление было известно еще в глубокой древности, но объяснил его впервые знаменитый греческий математик Архимед. Он доказал точным опытом, что всякое тело при погружении в жидкость теряет в весе столько, сколько весит жидкость такого же объема, как погружающийся предмет. Если, например, ваш камень имеет объем в два кубических фута, то при погружении в воду он потеряет в весе столько фунтов, сколько весят два кубических фута воды. Потеря, как видите, не маленькая! Вот почему так легко тащить камень под водой, и почему так чувствительна разница в весе при появлении камня на поверхности. Объясняется это тем, что жидкость, давя снизу на тонущий предмет, как бы уничтожает своим давлением часть его веса и, поддерживая его снизу, помогает при его вытаскивании. Законом Архимеда объясняется также и то обстоятельство, что одни тела не тонут в воде, а плавают на ее поверхности, в то время как другие идут камнем на дно. В самом деле, если вы погрузите в воду, например, кусок пробки, имеющий объем в кубический вершок, то он потеряет в воде столько, сколько весит кубический вершок воды, то есть не только всю свою тяжесть, но даже гораздо более, потому что пробка легче воды. Это значит, что давление воды снизу вверх не только уничтожило вес пробки,





но его осталось еще достаточно, чтобы вытолкнуть вашу пробку на поверхность и заставить ее плавать. Совсем другая картина получится в том случае, если вы бросите в воду камень такой же величины. Кубический вершок камня весит гораздо больше, чем кубический вершок воды, а потому, хотя камень при погружении в воду и облегчается в весе, но не потеряет его совсем. В нем останется еще значительная тяжесть, которая и заставит его погрузиться на дно. Зная причину, по которой одни тела тонут, а другие держатся на поверхности жидкости, можно заставить плавать и тяжелые тела. Для этого следует при малом весе придать предмету очень большой объем. Тогда он, конечно, будет весить гораздо меньше, чем такой же объем воды, а потому и не утонет.

Достаньте лист фольги и скатайте ее в небольшой шарик или сверните в трубочку. Если вы теперь бросите фольгу в чашку с водой, то она, без сомнения, утонет, так как весит гораздо больше, чем такой же объем воды. Но если вы достанете ее из воды и, тщательно расправив на гладком столе, загните его края кверху, превратив фольгу в большую коробочку, то она уже не утонет, а будет, как лодочка, плавать на поверхности. Да это и понятно: вес фольги остался прежним, но зато объем ее увеличился во много раз, и теперь она теряет при погружении гораздо больше собственного веса.

Закон Архимеда чрезвычайно обширно применяется в настоящее время в морском деле. Поверхность морей и океанов бороздится по всем направлениям гигантскими торговыми и военными судами, построенными из огромных стальных и железных листов. Несмотря на это, они легко держатся на водной поверхности и несут на себе сотни тысяч пудов груза. А это сделалось возможным исключительно благодаря тому, что тяжелому материалу, из которого построены громады кораблей, придан соответственно огромный объем, и вода, взятая в таком же объеме, весит несравненно больше, чем судно со всем его грузом.



Плавающее и тонущее яйцо

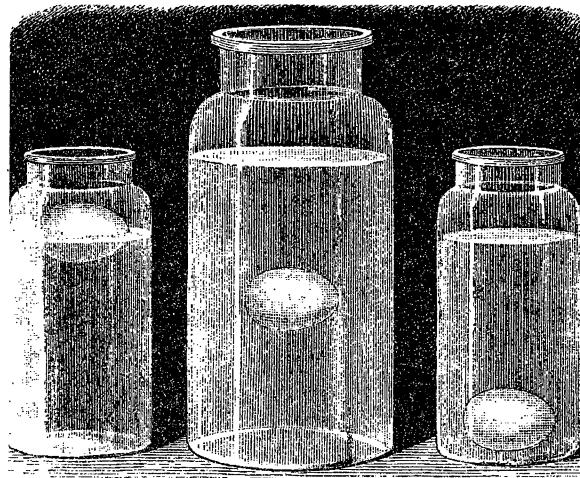
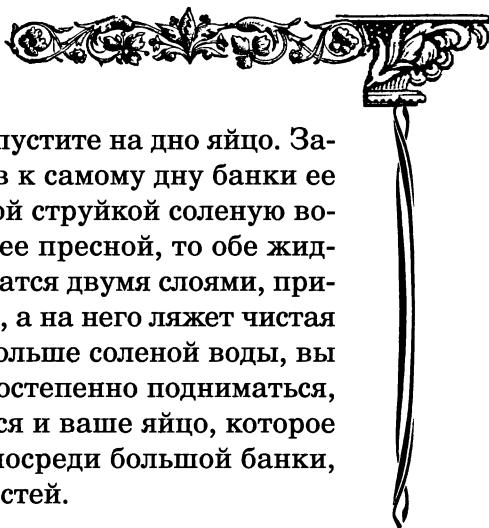


Рис. 56

Потеря в весе при погружении в жидкость зависит также и от сравнительного веса самой жидкости. Чем тяжелее жидкость, тем легче в ней плавать. Это, наверное, замечали те из читателей, которым приходилось купаться в море. Морская вода, содержащая в себе много соли, гораздо тяжелее или, как говорят, плотнее пресной воды рек и озер. Поэтому при погружении в морскую воду предмет теряет большую часть веса, чем при погружении в воду пресную, что значительно облегчает плавание. Зная это, вы можете показать вашей публике следующий любопытный опыт, для которого необходимо иметь три банки и совершенно свежее куриное яйцо.

В одну из меньших банок налейте чистой воды, а в другую — крепкий, густой раствор соли. Так как яйцо тяжелее такого же объема чистой воды и в то же время легче соленой воды, то в первой банке оно будет тонуть, а во второй свободно плавать на поверхности. Перелив



чистую воду в большую банку, опустите на дно яйцо. Затем возьмите воронку и, опустив к самому дну банки ее узкий конец, вливайте маленькой струйкой соленую воду. Так как соленая вода тяжелее пресной, то обе жидкости не смешаются, а расположатся двумя слоями, причем соляной раствор будет внизу, а на него ляжет чистая вода. Прибавляя все больше и больше соленой воды, вы заставите ее верхний уровень постепенно подниматься, а вместе с ним будет подниматься и ваше яйцо, которое таким образом скоро очутится посреди большой банки, как раз на границе обеих жидкостей.





Водолаз



Рис. 57, а

Этот опыт доставит большое удовольствие и вам, и вашим зрителям. Наполните водой большую банку из-под варенья; она будет изображать в данном опыте глубокий колодец, куда должен опускаться и снова подниматься на поверхность самодействующий водолазный прибор. Приго-



тovьте его следующим образом: достаньте цилиндрическую картонную коробку с крышкой и проткните в ее дне не- сколько отверстий. В крышке проделайте небольшое круглое отверстие, через которое пропустите конец бу- лавки или проволоки, проткнутой, в свою очередь, сквозь пробку. На острый конец булавки насадите деревянный или картонный кружок. Это будет самодействующий клапан водолазного прибора, изображенного на рис. 57, а.

Теперь возьмите маленькую бутылку, например пузырек от лекарства, и всыпьте туда хорошо перемешанный порошок для приготовления содовой воды. Его можно до- стать в любой аптеке. Пузырек заткните пробкой, в кото- рой предварительно проделайте сквозное отверстие, пос- ле чего поставьте бутылочку на дно картонной коробоч- ки, закрыв ее крышкой с клапаном.

Если вы теперь опустите прибор в банку с водой, то он погрузится на дно, так как вода, проникнув сквозь отвер- стия в дне коробки, вытеснит оттуда воздух, сделает при- бор тяжелым и заставит его утонуть. Однако это гибель- ное обстоятельство будет в то же время и спасительным для вашего водолаза. Вода, наполнившая коробочку, до- берется, конечно, сквозь пробку и до содового порошка. Как только это произойдет, дело тотчас же примет другой оборот. Вода, смочившая порошок, вызовет бурное обра- зование пузырьков углекислого газа, который начнет вы- деляться из бутылочки такой обильной струей, что вытес- нит из коробочки всю воду и притянет картонный кружок к отверстию крышки. Само собой разумеется, что выделе- ние газа прекратится, но зато коробка, освобожденная от наполнявшей ее воды, сделается снова легкой и плавно поднимется на поверхность (рис. 57, б). Там положение дел мгновенно изменится. Тяжелая пробка, насаженная на верхний конец булавки, вынырнув из воды в воздух, не будет уже более испытывать давления воды снизу вверх и под влиянием собственной тяжести упадет на крышку прибора, опустив вниз картонный кружок и от- крыв таким образом клапан. Газ, скопившийся в коробке, с шумом вырвется из открывшегося отверстия крышки, вода снова хлынет через дно внутрь прибора, и он опять

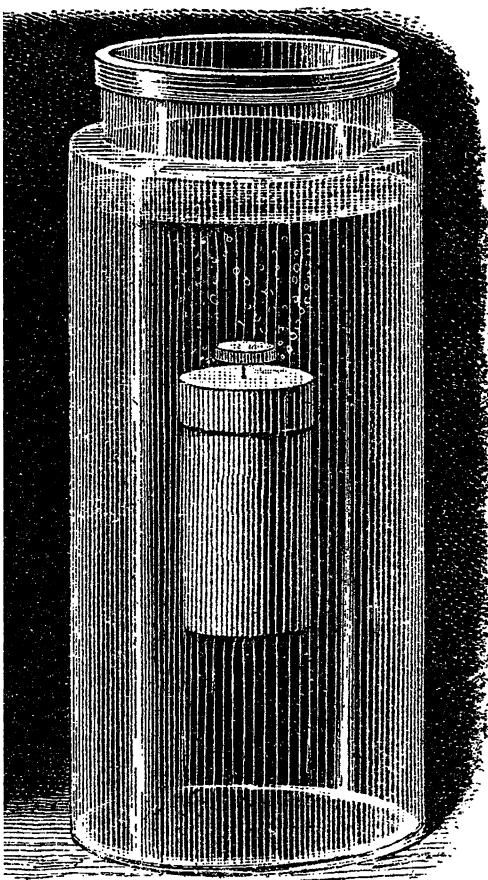
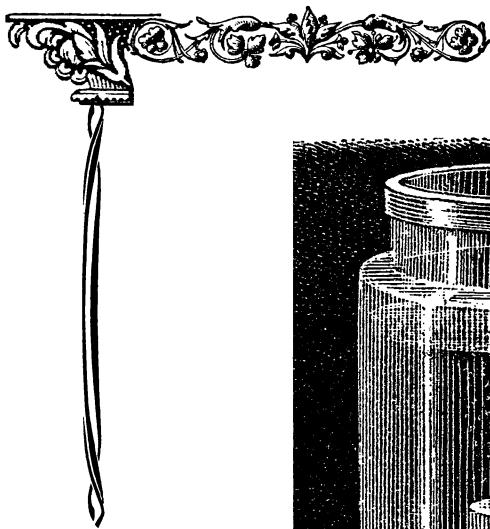


Рис. 57, б

опустится на дно банки. Здесь снова начнет бурно выделяться газ, который вновь заставит прибор подняться на поверхность, и так далее. Словом, ваш водолаз будет то скрываться в глубине, то появляться над водой до тех пор, пока не истощится в нем запас содового порошка. Пузырьки, выделяющиеся при погружении из отверстия клапана, приадут движениям прибора красивый вид, и весь опыт произведет на зрителей очень сильное впечатление. Для большего эффекта налепите сургучом на пробку фигурку человека, вырезанного из картона, которая изобразит собою искусного и отважного водолаза.

Американский житель

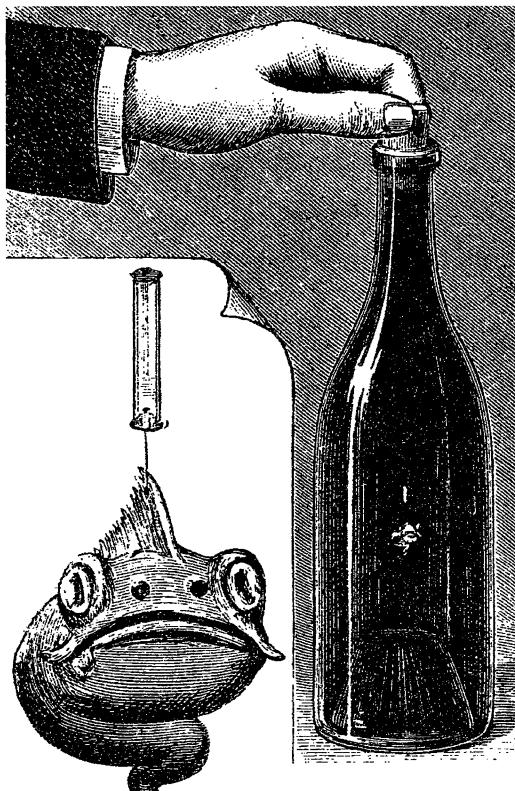


Рис. 58

Под этим названием торговцы в Петербурге «на вербах»* ежегодно продают любопытную игрушку, состоящую из стеклянной баночки, наполненной водой и завязанной сверху пузырем. Если надавливать на пузырь пальцем, то фи́гурка чертика, сделанная из цветного стекла и погруженная в воду, будет то подниматься, то опускаться в банке, смешно

* «На вербах» — старорусское просторечное название православного праздника Вход Господень в Иерусалим. В русских богослужебных книгах называется также Неделей Цветоносной или Вербным воскресеньем.



вертаясь своим уродливым тельцем. Чтобы достать эту игрушку, вовсе не нужно ехать в Петербург «на вербы», каждый из читателей легко может изготовить ее у себя дома, для чего понадобятся лишь зубочистка, сделанная из гусиного пера, бутылка с пробкой, сургуч и свинцовая бумага, уже служившая нам раньше*.

Отрежьте от зубочистки трубочку длиной в полтора дюйма и заклейте хорошенько оба ее отверстия сургучом. Накалите в пламени свечи тонкую иглу и проткните в одной из сургучных пробок, затыкающих трубочку, узенькое отверстие. После этого к тому концу зубочистки, где проделано в сургуче отверстие, привяжите на двух нитках маленький грузик из свинцовой бумаги, придав ему, если хотите, форму какого-нибудь сказочного зверя. Вес грузика должен быть таков, чтобы зубочистка погружалась в воду до верхнего ее конца, держась отвесно и имея внизу конец, проткнутый иголкой. Теперь заполните водой бутылку до самых краев, опустите в нее «американского жителя» и заткните бутылку хорошей пробкой. Если на пробку сильно надавить пальцем, то зубочистка быстро опустится на дно бутылки, а если прекратить надавливание, то она, вертаясь совершенно так же, как вербочный чертик, снова поднимется к горльшку сосуда.

Вы, вероятно, уже догадались, что главную роль в этом опыте играет отверстие, проделанное в нижнем конце трубочки. При надавливании пальцем на пробку вода вгоняется внутрь зубочистки, делает ее тяжелее и заставляет опускаться на дно. Когда же давление прекращено, то воздух, находящийся внутри прибора и сжавшийся от давления вследствие своей большой упругости, примет прежний объем и вытеснит забравшуюся в трубочку воду. От этого прибор станет снова легким и быстро поднимется к поверхности воды, то есть в горльшко бутылки.

Как видите, этот опыт представляет собой некоторое видоизменение предыдущего и также основан на законе Архимеда.

* В данном случае зубочистку из гусиного пера можно заменить пустым стержнем от шариковой ручки.



Безопасный подсвечник

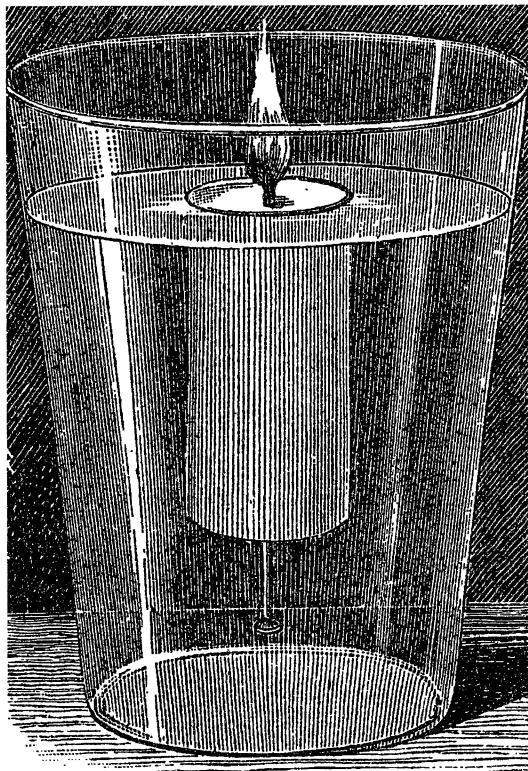


Рис. 59, а

Многие имеют дурную привычку читать перед сном, лежа в постели. Это очень вредно для глаз, кроме того, легко может случиться, что читающий заснет, не погасив свечи, и она останется гореть всю ночь и даже может послужить причиной пожара, если спящий столкнет ее во сне со столика на пол. Для того чтобы избежать возможности пожара, следует изготовить безопасный подсвечник и ставить его на ночной столик тем, кто привык читать перед сном. Преимущества такого подсвечника состоят в том, что, во-первых, он годится только для не-

больших кусков свечи, а во-вторых, как увидите сами, опасность пожара полностью устраниется при его использовании.

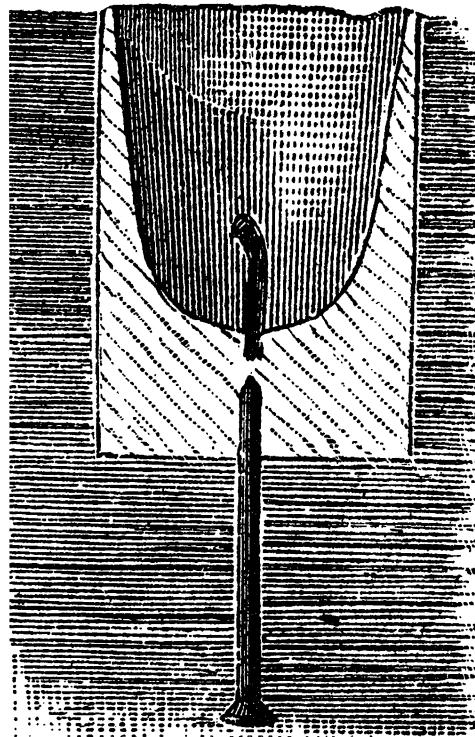
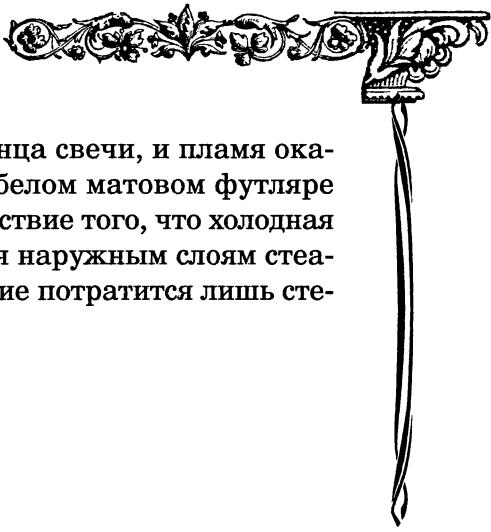


Рис. 59, б

Возьмите огарок стеариновой свечи и, накалив на пламени гвоздь, воткните его снизу в огарок, как это показано на рис. 59, а. Гвоздь необходимо подобрать такой величины, чтобы свеча при погружении в стакан с водой плавала в нем, держась вертикально, и опустилась в жидкость почти до самого верхнего края, окружающего конец фитиля. Если такую свечку опустить в стакан с водой и зажечь, то можно быть совершенно спокойным насчет возможного пожара, потому что в случае падения свечи на пол вода зальет пламя. При этом во время горения наблюдается любопытная особенность. Огарок очень мало уменьшится в длину, но зато в нем выгорит глубокая яма,



доходящая почти до нижнего конца свечи, и пламя окажется в конце концов как бы в белом матовом футляре (рис. 59, б). Происходит это вследствие того, что холодная вода не позволяет расплавляться наружным слоям стеарина, и, таким образом, на горение потратится лишь стеарин, окружающий фитиль.



Морская рыба



Рис. 61

Эта интересная игрушка точно так же основана на законе Архимеда. Вы уже знаете, что погружение тела в воду зависит и от плотности той жидкости, в которую это тело попадает. Яйцо, например, тонет в пресной воде, но преспокойно плавает в густом соляном растворе. Само собой разумеется, что плавающее тело тем глубже опустится своей нижней частью в жидкость, чем меньшей плотностью обладает последняя. Кусок дерева, погружающийся в чистой воде почти весь, будет сравнительно высоко выдаваться над поверхностью круто посоленной воды. В жизни это простое обстоятельство имеет очень большое значение. Морские корабли, например, не так глубоко сидят в воде, как пароходы и барки, плавающие по рекам и озерам, а потому могут перевозить значительно большие грузы при одинаковой вместимости.

Возьмите кусочек легкого дерева, например сосны или елки, воспользовавшись для этого сухим сосновым



или еловым поленом. Выстругайте из него палочку длиной в два дюйма и шириной в дюйм, придав ей по возможности правильную форму трехгранной призмы. Один из концов заострите так, как показано на рис. 61. Положите призму на стол и раскрасьте ее грани, образующие верхнее ребро, разными красками, стараясь придать призме вид рыбьей спины, покрытой серебристой или золотистой чешуей. Заостренный конец ее превратите красками в разинутую пасть, а ту грань, на которой лежала призма, оставьте белой. Это будет живот морской рыбы.

Объявив публике, что ваша рыба поймана в море и поэтому может жить только в соленой воде, опустите ее спиной кверху в чашку с заранее приготовленным крепким соляным раствором. Игрушка, конечно, будет отлично плавать в жидкости, причем ее живот погружается в соленую воду, а ребро, изображающее спину, будет торчать из воды, словно рыбка только что выплыла из морской глубины и греется на солнышке. Дав зрителям полюбоваться на игрушку, переложите ее в чашку с чистой пресной водой, опять-таки животом вниз. Как только вы отнимете руку, морская рыбка тотчас же перевернется спиной вниз и ее белый живот покажется вровень с поверхностью воды. И покажется, будто рыба мгновенно околела в неподходящей среде и, как мертвая плотвичка или окунь, перевернулась спиной вниз. Однако рыбку легко «оживить», стоит только опять опустить ее в соленую воду. Точно почувствовав себя в родной стихии, рыба снова примет надлежащее положение, и ее красивая спинка прорежется сквозь поверхность жидкости. Объяснить это явление легко. Погружаясь в соляной раствор, игрушка лежит на нем точно на столе ребром кверху; попав же в менее плотную чистую воду, она уходит вглубь почти вся, а потому и переворачивается вверх животом, не находя себе прочной опоры.





Плавающая камбала

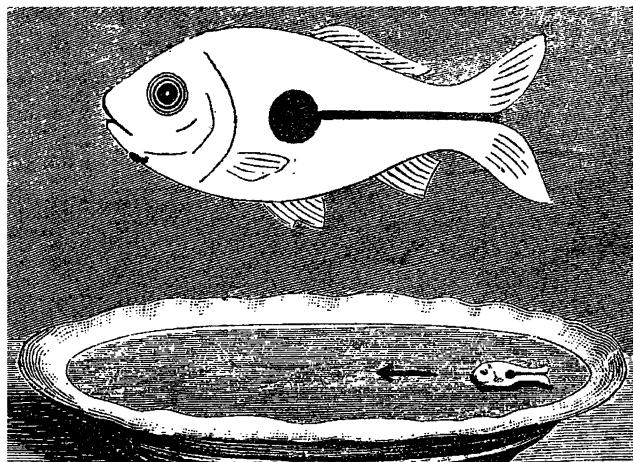


Рис. 62

В Балтийском море водится удивительная рыба, которую рыбаки окрестили довольно обидным прозвищем «кривая камбала». Эта широкая и плоская рыба замечательна тем, что она, во-первых, плавает не так, как все остальные ее соплеменницы, а лежа на боку, и, во-вторых, еще и тем, что оба ее глаза лежат на одной стороне головы, обращенной при плавании кверху. Они так близко находятся один к другому, что на первый взгляд кажется, будто рыба действительно «кривая», то есть одноглазая. Вид камбалы, плывущей лежа на боку, так удивителен, что мы постараемся воспроизвести его в нашем опыте.

Вырежьте из бумаги широкую рыбку и раскрасьте один ее бок, стараясь по возможности быть вполне верным природе. После этого возьмите ножницы и сделайте вдоль тела рыбки разрез от хвоста до середины. Прорезав рыбку еще один раз вдоль первого разреза, выньте получившуюся узкую полоску бумаги. Конец разреза, находящийся в середине тела рыбы, расширьте, придав ему форму круга, как показано на рис. 62.



Пригласите зрителей, положите рыбку разрисованной стороной кверху на поверхность налитой в тарелку воды и попросите присутствующих придумать способ привести рыбку в движение. Все в один голос предложат свои услуги и начнут дуть на нее. Рыбка, конечно, поплывет, но ее движения будут некрасивы и неправильны, так как она начнет вертеться и плыть вперед то хвостом, то боком, то головой. Сказав зрителям, что этот способ никуда не годится и что можно очень просто заставить рыбку плыть головой вперед, пустите в кружок разреза капельку масла для смазывания швейных машин. Можно пустить каплю масла со стеклянной палочки или из стеклянной трубочки. Как только масло попадет на поверхность воды, рыбка, к изумлению зрителей, поплывет через тарелку, направляя свою голову к противоположному берегу. При этом движение произойдет почти по прямой линии.

Объяснить причину явления нетрудно. Масло, попав на поверхность воды, стремится расположиться по ней тонким слоем во все стороны. Оно совершенно свободно поползет по узкому прорезу к хвосту рыбки, и в то же время частицы его, направившиеся к голове, будут, не находя выхода, напирать на левый край круглого выреза и заставят вашу рыбку плыть головой вперед.



Давление воды на стенки сосуда

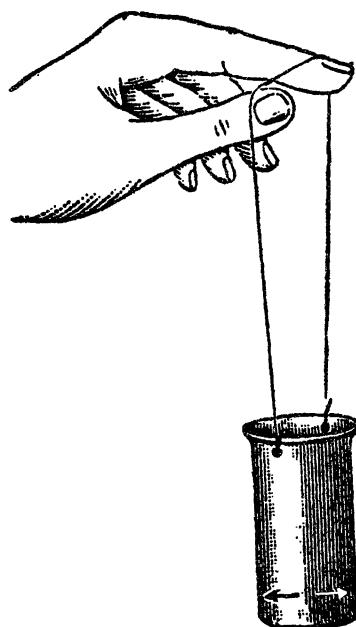


Рис. 63, а

Вода, наполняющая ведро, давит своей тяжестью на дно. Если дно припаяно плохо, оно может не выдержать тяжести давящего на него столба жидкости и отвалится. Но вода давит не только на дно того сосуда, в которое налита. Давление ее испытывают на себе и боковые стенки сосуда, что вполне понятно, так как вода, стремясь разлиться во все стороны тонким и ровным слоем, довольно сильно напирает на препятствие, мешающее ей разлиться. Сила, с которой она давит на боковые стенки сосуда, увеличивается с глубиной, но на одном и том же уровне давление одинаково по всем направлениям. Если вы проделаете сбоку сосуда отверстие, то откроете напирающей на стен-

ку воде свободный выход, и она брызнет оттуда длинной струей, причем, разумеется, в этом месте боковое давление прекратится. Что же до стенки, противоположной продырявленной, то здесь напор воды останется прежним. Таким образом, если вы проделали отверстие в левой половине сосуда, то эта сторона его будет испытывать меньшее давление, чем правая половина, где стенки целы. Такой сосуд под влиянием разницы в силе давления будет все время стремиться двинуться по направлению, противоположному вытекающей струе жидкости. В этом вы легко можете убедиться, проделав следующий весьма несложный опыт.

Достаньте крышку из фольги, которую надевают поверх пробки на горльшко бутылек с вином или шампанским. Если ее хорошо расправить, то крышка примет вид аккуратной чашечки. Проткнув ее верхний край в двух

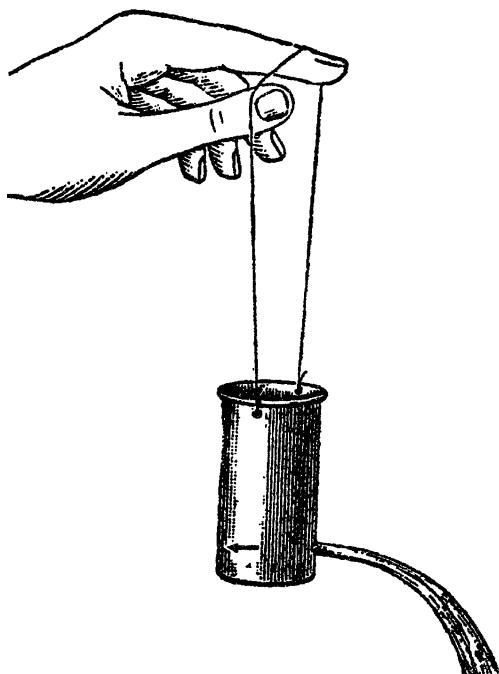
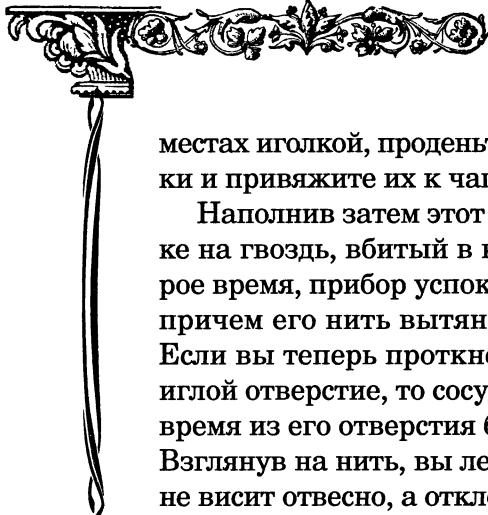


Рис. 63, б



местах иголкой, проденьте в отверстие концы длинной нитки и привяжите их к чашечке, как показано на рис. 63, а.

Наполнив затем этот сосуд водой, подвесьте его на нитке на гвоздь, вбитый в край стола. Покачавшись некоторое время, прибор успокоится и будет висеть неподвижно, причем его нить вытянется по отвесному направлению. Если вы теперь проткнете в его стенке около дна острой иглой отверстие, то сосуд выйдет из равновесия, и в то же время из его отверстия брызнет тоненькая струйка воды. Взглянув на нить, вы легко убедитесь, что она теперь уже не висит отвесно, а отклонилась в сторону, противоположную струйке, бьющей фонтанчиком из стенки сосуда (рис. 63, б). Таким образом, крышечка сдвинулась со своего места сама собой и будет находиться в таком положении до тех пор, пока не вытечет вся вода, после чего она снова займет первоначальное положение, а ее нить опять натянется по отвесу. Когда мы проткнули одну стенку сосуда, то боковое давление воды уничтожилось благодаря открывшемуся свободному выходу, но зато на противоположную стенку вода продолжала давить по-прежнему, и это давление было так значительно, что сдвинуло ваш сосуд в сторону от отвесного направления. В данном опыте вместо фольги вы можете воспользоваться резиновым мячиком. Он отклонится еще дальше и заметнее, чем маленькая крышка, и струйка воды из него будет бить еще сильнее.





Сегнерово колесо*

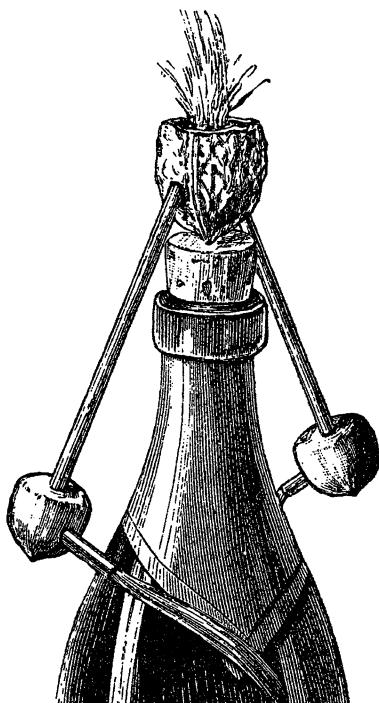
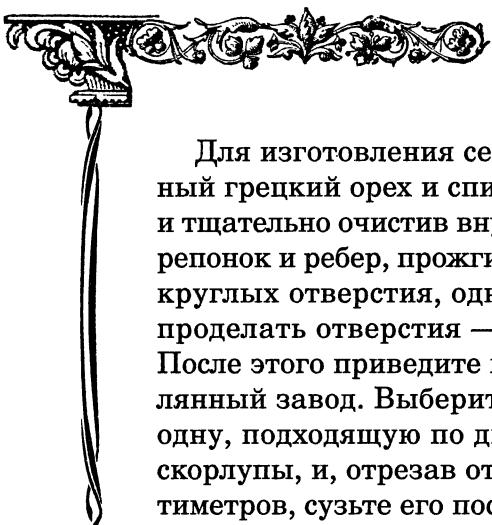


Рис. 64

В каждом школьном кабинете физики имеется интересный прибор, называемый сегнеровым колесом. Действие этого прибора основано на только что описанном боковом давлении воды. Устройство его настолько незамысловато, что вы легко можете сделать его сами. Хотя ваше колесо не будет иметь блестящей внешности заводского прибора, но оно от этого нисколько не проиграет, потому что успешность работы вовсе не зависит от внешнего вида.

* Сегнерово колесо — устройство, основанное на реактивном действии вытекающей воды. Оно было изобретено венгерским ученым Я. А. Сегнером в 1750 году и явилось прообразом гидравлической турбины.



Для изготовления сегнерова колеса достаньте крупный гречкий орех и спилите его верхушку. Вынув ядро и тщательно очистив внутренние стенки скорлупы от перепонок и ребер, прожгите в ней накаленным шилом два круглых отверстия, одно против другого. Лучше всего проделать отверстия — ближе к острому концу ореха. После этого приведите в действие ваш маленький стеклянный завод. Выберите из запаса стеклянных трубок одну, подходящую по диаметру к отверстиям ореховой скорлупы, и, отрезав от нее кусок длиной около 20 сантиметров, сузьте его посередине на пламени спиртовки.

Перерезав суженную часть трубки пополам, вы получите два отдельных куска с очень узкими отверстиями на концах. Теперь докрасна нагрейте на пламени спиртовки поочередно обе трубки, немного отступив от узкого конца, и согните их в этом месте под прямым углом. Когда это будет сделано, вставьте обе трубки прямыми концами в ореховую скорлупу, несколько косо к ней, как показано на рис. 64.

При этом необходимо следить, чтобы нижние, согнутые концы трубок смотрели отверстиями в одну и ту же сторону. Щели между стенками трубок и скорлупок тщательно залепите расплавленным сургучом. Прибор готов.

Чтобы не замочить стола при опыте, воспользуйтесь глубокой тарелкой, на которую поставьте закупоренную бутылку. Если теперь на пробке установить подготовленный прибор, как показано на рисунке, то есть на острую вершину скорлупы, то он будет держаться на подставке оченьочно, так как центр его тяжести поместится ниже точки опоры. Пригласив зрителей, вливайте в скорлупу из чайника тонкую струю воды. Вода наполнит орех и обе трубки и начнет бить двумя фонтанчиками из их узких отверстий. Так как вода давит на боковые стенки трубок одинаково по всем направлениям на одном и том же уровне, то давление это будет испытывать на себе и место сгиба обеих трубок. А так как мы предусмотрительно дали воде свободный выход в одну сторону от сгиба и оставили запертой противоположную,



то боковое давление воды на цельные стенки обоих сгибов заставит прибор красиво вертеться на острие скорлупы в сторону, обратную направлению фонтанчиков, бьющих из загнутых концов трубок.

Если у кого-нибудь из читателей не найдется стеклянных трубок, то можно заменить их соломинками, приготовив из них с помощью двух орехов согнутые под прямым углом трубки. Конечно, в каждом из орехов придется прожечь по два отверстия и вставить в них соломинки, как показано на нашем рисунке, и щели хорошенько замазать сургучом.



Фонтан из тыквы

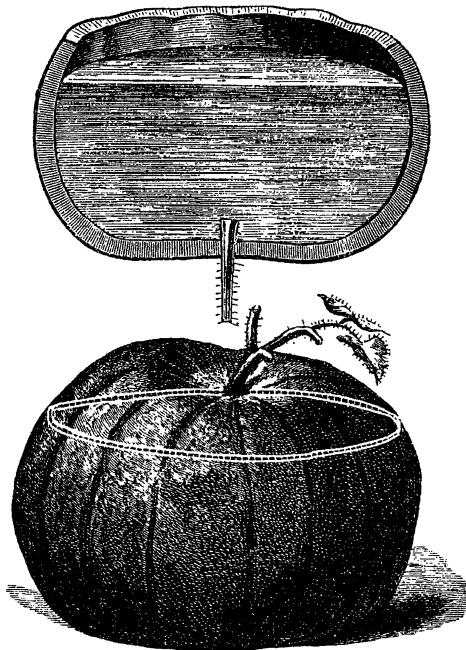
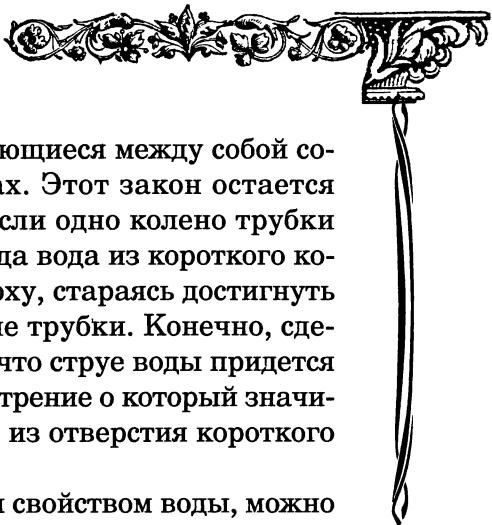


Рис. 65

Возьмите довольно длинную стеклянную трубку с широким просветом и загните оба ее конца в одну сторону под прямым углом, используя для этого спиртовую лампу. У вас получится трубка, имеющая вид буквы «П». Данная конструкция называется в физике сообщающимися сосудами*. Если теперь в одно колено трубки влить воду, то легко заметить, что она и в другом колене будет подниматься на такую же высоту, как и в первом. На этом крайне простом опыте вы убедитесь в справедливости весьма важного физического закона, который учит, что высота

* Закон сообщающихся сосудов — один из законов гидростатики, гласящий, что в сообщающихся сосудах уровни однородных жидкостей, считая от наиболее близкой к поверхности земли точки, равны.



жидкости, наполняющей сообщающиеся между собой со- суды, одинакова в обоих сосудах. Этот закон остается справедливым и в том случае, если одно колено трубы значительно короче другого. Тогда вода из короткого колена начнет бить фонтаном кверху, стараясь достигнуть до уровня воды в длинном колене трубы. Конечно, сделать этого ей не удастся, потому что струе воды придется в таком случае рассекать воздух, трение о который значи- тельно ослабит силу ее поднятия из отверстия короткого колена.

Пользуясь этим удивительным свойством воды, можно легко приготовить с помощью самых нехитрых приспособлений у себя в саду или в комнате небольшой фонтан, ко- торый будет очень красиво бить прозрачной струйкой и рассыпаться на вершине сотнями блестящих капель. Для этого лучше всего использовать большую тыкву. Добыв такую тыкву, срежьте с ее верхушки небольшую часть, наподобие того, как это делают с арбузом перед тем, как подать его на стол. Тыква разделится на две неравные половины, причем верхняя, меньшая, послужит бассей- ном будущего фонтана, а большая — питающим его ре- зервуаром. Из обеих половин тыквы удалите содержимое до самой кожуры плода. Взяв затем полученную большую чашу, просверлите в ее дне неширокое отверстие, куда вставьте кусок пустого листового черешка той же тыквы, всунув его в отверстие более тонким концом и протащив снизу как можно дальше, чтобы по возможности не осталось щелей между черешком и стенками отверстия. Это хорошо видно на рис. 65.

Теперь поместите резервуар где-нибудь в саду, поло- жив его на нижние сучья не очень высокого дерева. Для устройства трубы, проводящей воду к фонтану, приго- дятся те же отрезки пустых листовых черешков тыквы. Нарезав их достаточное количество, наденьте широкий конец одного из них на узкий конец черешка, торчащего из дна пустой тыквы; на конец первого насадите второй, на второй наденьте третий и так далее, пока не получится трубка желаемой длины. Прилегая к стволу дерева, она спустится наконец на землю, откуда вы сможете провести



Рис. 66

ее в любую часть сада, закопав даже в землю, как водопроводную трубу. Последний отрезок черешка пропустите снизу сквозь отверстие более плоской, тарелкообразной части тыквы, которая находится на земле и изображает бассейн фонтана. Часть трубы, спускающейся по стволу дерева, лучше всего привязать в нескольких местах веревочками, чтобы ваше сооружение было прочным. Остается теперь наполнить большой резервуар водой, и фонтан начнет действовать вполне успешно. Струя воды, бегущей по пустой трубке, начнет бить высоким фонтаном из узкого конца черешка в центре бассейна. Само собой разумеется, что чем выше вы поместите этот резервуар и чем он будет больше, тем выше и продолжительнее будет бить фонтан. Тыкву можно заменить арбузом, а вместо листовых черешков взять стебли одуванчика, которые достигают иногда весьма значительной длины, особенно если цветок растет в густой и высокой траве. Для замазки щелей отлично может послужить глина. Как видите, устройство фонтана совсем не сложное.

Наливное колесо

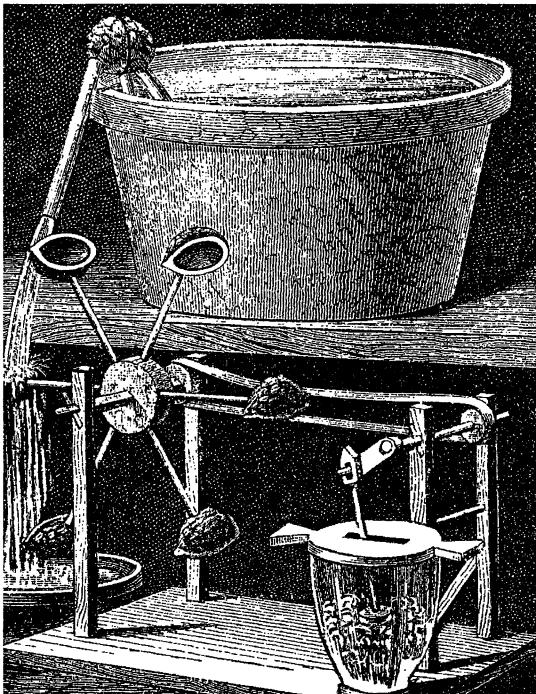


Рис. 67

Водой часто пользуются как очень дешёвым средством для приведения в действие мельниц, заводов и фабрик. Струя воды, выбегающая из запруды, вертит колесо, которое, в свою очередь, заставляет вращаться жернова мельницы, колеса и станки фабрики и так далее. При этом водяные колеса, врачаляемые бегущей по наклону водой, бывают двух родов. Чаще всего быстрая струя воды пускается под нижнюю часть окружности колеса, на котором установлены поперек течения широкие лопаты. Вода, ударяя с силой в эти лопаты, заставляет колесо, а вместе с тем и вал, на который оно насажено, вращаться в обратную сторону. Такие «подливные» колеса вы можете видеть почти во всех водяных мельницах. Многие ставят

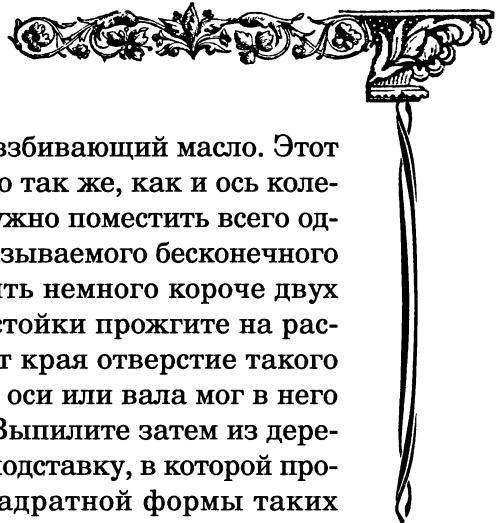


подобия таких колес в придорожные канавы, когда там мчится и бурлит мутная струя дождевой воды.

Что касается устройства и действия других, так называемых наливных колес, то и с ними вы можете познакомиться, если не поленитесь приготовить маленький маслобойный завод, изображенный на рис. 67.

Прежде всего займитесь изготовлением колеса, которое будет впоследствии главной частью вашего завода. Для этого достаньте три грецких ореха и осторожно разделите по шву на скорлупки, чтобы у вас получилось шесть крепких ореховых чашек. Ядра орехов можете спокойно съесть; внутренности же каждой скорлупки необходимо тщательно очистить от ребрышек и перегородок, которыми грецкий орех так богат в середине, между извилинами ядра. Сбоку, около верхнего края каждой скорлупки прожгите накаленным шилом по отверстию, куда вставьте концы довольно длинных деревянных палочек одинаковой длины. Таким образом из каждой скорлупки получится подобие ковшика, насыженного на длинную деревянную ручку. Чтобы ручка крепко сидела и не высакивала из скорлупы, с помощью расплавленного сургуча прилепите конец палочки к твердой ореховой скорлупе. Достаньте затем широкую пробку и в ее центре проделайте четырехугольное сквозное отверстие, куда вставьте заранее выструганную квадратную ось. По окружности пробки воткните все шесть ковшиков на равном расстоянии один от другого, повернув их в одну сторону, как это показано на рисунке.

Колесо и ось почти готовы. Остается только насадить на ось рядом с первой пробкой другую, меньшую, и сделать концы оси тонкими и круглыми. Для этого надрежьте обе стороны оси, отступив от концов примерно на дюйм, аккуратно отколите и закруглите ножичком полученные таким образом тонкие концы, на которых и будет потом вертеться колесо. После этого выстругайте четыре довольно толстые квадратные стойки для водяного колеса и для вала, который будет вращаться и



приводить в движение шатун*, взбивающий масло. Этот последний вал приготовьте точно так же, как и ось колеса, с той разницей, что на нем нужно поместить всего одну небольшую пробку для так называемого бесконечного ремня. Две из стоек должны быть немного короче двух других. В одном конце каждой стойки прожгите на расстоянии примерно полудюйма от края отверстие такого диаметра, чтобы круглый конец оси или вала мог в него свободно входить и вращаться. Выпишите затем из деревянной доски четырехугольную подставку, в которой про-делайте четыре углубления квадратной формы таких размеров, чтобы туда плотно входили стойки. Углубления расположите попарно в узких концах подставки и притом так, чтобы расстояние между углублениями каждой пары немного превышало длину толстой, незакругленной части оси колеса и вала. Сделав это, вдвиньте ось колеса в верхнее отверстие длинных стоек, проколите выступившие части оси с наружной стороны булавками, как показано на рисунке, и вставьте стойки вертикально в выдолбленные углубления подставки, наполнив их предварительно горячим столярным kleem. Когда клей засохнет, подставки будут весьмаочно держаться в своих гнездах. То же самое сделайте и с меньшими стойками, надев их предварительно на концы вала и закрепив с каждой стороны булавками. Пока прибор будет сохнуть, займитесь приготовлением остальных принадлежностей вашего завода. Вырежьте из дерева маленькую узкую дощечку, в которой с одного конца прожгите отверстие, а в другой конец вертикально вбейте небольшой проволочный круглый гвоздь. Это будет так называемый мотыль маслобойни.

Затем сделайте из дерева шатун, то есть ту самую часть прибора, которая будет опускаться в стакан сквозь щель в его крышки. Верхний конец шатуна должен иметь отверстие, куда войдет впоследствии гвоздик мотыля. За-

* Шатун (тяговое дышло) — деталь, расположенная между поршнем и коленчатым валом или кривошипом. Служит для преобразования возвратно-поступательного движения поршня во вращательное (в поршневых двигателях) либо наоборот — вращательного в возвратно-поступательное (в поршневых компрессорах).

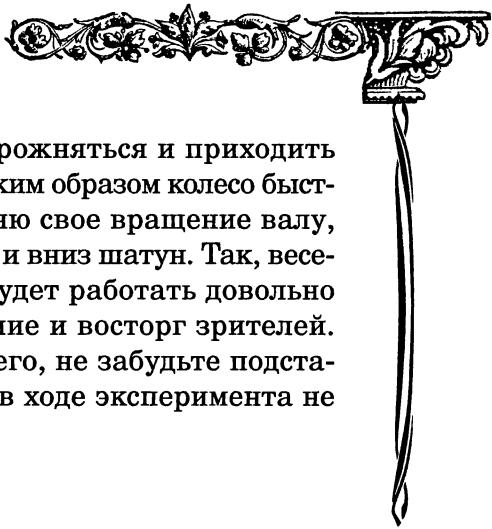


одно изгответе и крышку стакана, прорезав в ней длинную и узкую щель, как показано на рисунке. Когда все эти мелкие части прибора будут готовы, насадите мотыль на конец вала, выступающий из стойки, наденьте шатун на гвоздик, вбитый в мотыль, и загните конец гвоздя, для того чтобы во время работы шатун не мог соскочить со своего места. Тонкую часть шатуна проденьте сквозь щель крышки и, насадив на его конец пробку, опустите в стакан. Завод еще не готов, потому что недостает так называемого передаточного бесконечного ремня, с помощью которого колесо могло бы заставить вертеться вал, а вместе с ним привело бы в движение и шатун.

Ремень сделайте из ленты или еще лучше из широкой белой тесьмы. Для этого стоит лишь обернуть кусок тесьмы вокруг пробки вала и боковой пробки оси колеса, постараться натянуть тесьму как можно крепче и сплить ее концы, предварительно заколов булавкой. Если вы будете вертеть колесо, то оно при помощи тесьмы заставит вращаться в ту же сторону вал, который начнет то опускать, то поднимать в стакан шатун с пробкой.

Чтобы завод начал работать, достаньте стеклянную трубку длиной около трех четвертей аршина и согните ее над пламенем спиртовки так, чтобы место сгиба пришлось от конца трубки на расстоянии четырех вершков. Поставьте на невысокую скамеечку большой таз или глиняную чашку с водой, опустите в воду короткий конец стеклянной согнутой трубки и, взяв в рот другой, длинный ее конец, высасывайте находящийся внутри воздух. Вслед за воздухом польется вода, так как ее вгонит в трубку давление воздуха на поверхность воды в чашке. Если вы теперь вынете конец трубки изо рта, то струя воды не прекратит своего течения и будет литься до тех пор, пока не опустошится весь таз.

Заставьте струю воды вертеть прибор. Для этого подведите под нее один из ковшиков колеса. Ударяясь с силой об ореховую скорлупку, вода опустит ее вниз; на это место под струю подставится вторая скорлупка, которая точно так же опустится, а на ее место придет третья и так далее. Переходя на другую сторону колеса, скорлупки, ко-



нечно, будут своевременно опорожняться и приходить вновь под струю уже пустыми. Таким образом колесо быстро завернется, передаст по ремню свое вращение валу, который и заставит ходить вверх и вниз шатун. Так, весело постукивая, водяной завод будет работать довольно долгое время, вызывая удивление и восторг зрителей. Однако, прежде чем запустить его, не забудьте подставить под струю тарелку, чтобы в ходе эксперимента не замочить пол.





Струя хрупкого тела

Вы уже знаете, что главное отличие жидкостей от твердых веществ заключается в разнице силы сцепления, связывающей между собой их частицы. Сцепление частиц воды и всех других жидких тел настолько незначительно, что ни одна жидкость не может сама сохранять форму. Для того чтобы придать, например, воде форму цилиндра, ее нужно налить в цилиндрический стакан. Как только стенки стакана или его дно будут разбиты, форма жидкости нарушится мгновенно. Слабой силой сцепления частиц объясняется также и то обстоятельство, что вода не может удержаться на наклонной плоскости и непременно потечет по склону, направляясь к его подошве. Текучесть воды и других жидкостей известна всем и каждому, и в этом свойстве многие видят главное их отличие от твердых тел. Очень часто говорят, что твердые тела не могут течь, потому что свойством текучести обладают исключительно жидкости. А между тем это далеко не верно: среди твердых и даже хрупких веществ много таких, которые способны течь, как вода. Разница заключается только лишь в быстроте течения: в то время как вода бежит тонкой серебряной струйкой, текучие твердые тела движутся весьма медленно, так что движение их частиц заметно только после долгих наблюдений. Убедиться в этом очень легко, стоит только проделать следующий опыт.

Достаньте побольше черного сапожного вара*. Это паччее черное вещество на холодном воздухе становится хрупким и от удара молотком разламывается на острые и блестящие осколки, подобно льду или стеклу. Будучи же нагретым, вар плавится, как воск, в тягучую жидкость, которая после охлаждения застывает в черное блестящее вещество, обнаруживающее все свойства хрупкого и ломкого тела. Как известно, сапожный вар остается хрупким

* В современных условиях вы можете заменить сапожный вар на гуталин, который обладает теми же свойствами.



и при комнатной температуре, и человек, незнакомый с его удивительными свойствами, ни за что не поверит, что вар может, оставаясь твердым и ломким, течь сквозь воронку совершенно так же, как вода. Точно так же с недоверием отнесутся к вашим словам и зрители. Однако нет ничего легче, чем убедить их в справедливости сказанного.

Возьмите воронку, лучше всего стеклянную, и вставьте ее в горлышко бутылки. Разбейте молотком вар на мелкие кусочки и набросайте их в раструб воронки. Сделав эти нехитрые приготовления, выставьте прибор в прохладное место. На холод выставлять не следует, потому что в этом случае опыт затянется надолго. Наблюдая ежедневно за изготовленным прибором, вы скоро обнаружите и покажете зрителям способность хрупкого вара течь подобно жидкостям. Через несколько дней его отдельные кусочки, набросанные в воронку, сольются в один сплошной комок, который заполнит весь раструб воронки. Скоро из комка выползет в шейку воронки черная и блестящая струя вара, закругленная на нижнем конце, словно капля воды, повисшая на кране. Струя эта с течением времени будет стекать все ниже и ниже по воронке, пока не выйдет из ее отверстия и не повиснет в воздухе внутри бутылки. После этого, опускаясь все глубже, она достигнет дна бутылки, где начнет кататься ровным блестящим слоем. Прибавляя по мере надобности новый колотый вар в воронку, можно перелить сколько угодно его в бутылку, хотя бы и до самого горла. Само собой разумеется, опыт проходит чрезвычайно медленно, но уже через несколько дней после начала, когда из воронки поползет струя вара, вы наглядно убедитесь, что хрупкий вар способен течь, как вода.

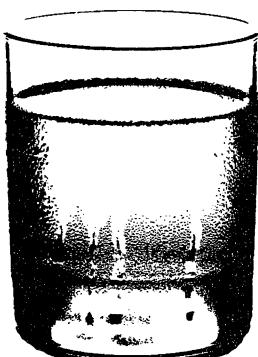


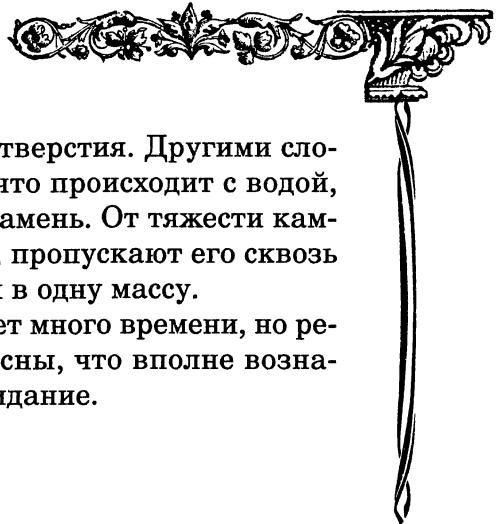
Чудо в стакане воды

Свинцовая пуля, брошенная в воду, быстро падает на дно, а легкая пробка мигом выскакивает на поверхность, как только ее перестают удерживать под водой. Причина такой разницы нам уже известна из опытов с плавающими телами. Пользуясь этим свойством свинца и пробки, вы можете произвести весьма любопытный опыт с тем же сапожным варом, который послужил нам в предыдущем опыте. Оказывается, его сходство с водой не ограничивается одной только текучестью. Как и следует ожидать, тяжелые тела тонут в нем, а легкие держатся на поверхности подобно тому, как плавает на воде деревянная щепка.

Приготовьте из вара круглую лепешку толщиной с палец и такой ширины, чтобы она могла поместиться в чайном стакане или в банке из-под варенья. Поставьте на дно стакана или банки три пробки, на них положите лепешку, а на нее один или два свинцовых шарика. После этого поставьте стакан в прохладное место и осторожно налейте его доверху водой. Через несколько дней произойдет удивительное явление: тяжелые шарики начнут понемногу тонуть в варе, а пробки, будучи легче воды и стремясь выскочить на поверхность, станут врезаться в лепешку снизу. С каждым днем погружение шариков и подъем пробок будет продолжаться, пока шарики не пройдут насквозь и не свалятся на дно стакана,

а пробки не выплынут через лепешку на поверхность воды. Удивительнее всего будет вести себя при этом опыте лепешка вара. Пропустив сквозь себя шарики и пробки, она останется совершенно целой. Под влиянием давления тяжелых шариков сверху и легких пробок снизу частицы вара раздвинулись, дали дорогу этим предметам, а затем снова сдвинулись





на прежние места и затянули отверстия. Другими словами, произошло то же самое, что происходит с водой, когда в ней тонет брошенный камень. От тяжести камня частицы воды расступаются, пропускают его сквозь себя и снова сливаются над ним в одну массу.

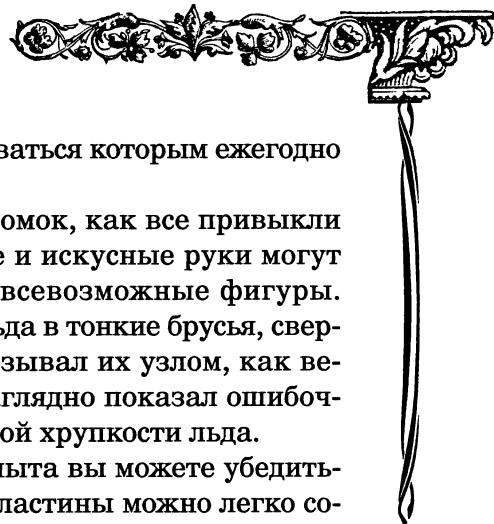
Опыт с лепешкой вара требует много времени, но результаты его настолько интересны, что вполне вознаградят терпеливое и долгое ожидание.



Послушный лед

Не только сапожный вар обладает удивительным свойством текучести. В этом отношении ему нисколько не уступает лед, который покрывает зимой поверхности озер и рек и который мы привыкли считать хрупким и ломким. Туристы, посещавшие Швейцарские Альпы, отлично знакомы с величественными ледниками, или глетчерами, сползающими широкими потоками по склонам высочайших гор с их заоблачных сугробов вершин. Уже один внешний вид глетчера заставляет предположить, что лед его течет, как вода в речном русле; и действительно, ученые доказали полную справедливость этого предположения. Оказывается, что на вершине горы, которая имеет всегда в таких случаях форму котла с выходом на одной стороне, происходит то же самое, что и в воронке, куда вы набросали кусочки вара. Вместо вара в углубление вершины сыплется из туч снег, который, ложась слоями и сильно надавливая вниз, скоро превращается в голубой, прозрачный глетчерный лед. Количество снега увеличивается, его верхние пласти давят на слежавшийся в котловине лед все сильнее с каждым днем. Наконец, уступая сильному давлению, лед выпустит из себя широкую струю, которая потечет сквозь боковой выход котловины по покатому горному склону, направляясь вниз. Это





и есть альпийский глетчер, любоваться которым ежегодно приезжают тысячи туристов.

Лед далеко не так хрупок и ломок, как все привыкли считать. Напротив, осторожные и искусные руки могут лепить из него точно из воска всевозможные фигуры. Один ученый вытягивал куски льда в тонкие брусья, свертывал эти брусья кольцом, завязывал их узлом, как веревку, и так далее — словом, наглядно показал ошибочность всеобщего мнения о большой хрупкости льда.

С помощью очень простого опыта вы можете убедиться в том, что хрупкие ледяные пластины можно легко согнуть в дугу.

Выберите зимой один из тех чудных дней, когда яркое солнышко весело сверкает с голубого небосклона и заставляет слегка таять ледяные сосульки, свешивающиеся повсюду с крыши. Отправьтесь в такой сравнительно теплый день на пруд и вырубите топором из покрывающего его льда длинную доску. Эту доску уложите концами на два полена, чтобы образовалась ледяная скамейка. На середину прозрачной и холодной ледяной доски положите груз, стараясь не переломить льдину. Через некоторое время прямая и ровная ледяная доска уступит действию тяжести и, не ломаясь, согнется в дугу. Перевернув ее затем выпуклой стороной вверх и снова нагружив ее середину, вы можете заставить послушный лед изогнуться в обратном направлении. Этот опыт можно производить и в комнате, но необходимо подставить под скамейку корыто или таз, чтобы не замочить пол.

Свертывание в кольцо тонких сосулек, а тем более завязывание их в узлы, конечно, гораздо труднее и хлопотнее, чем описанный здесь опыт с ледяной доской, но при терпении и осторожности можно настолько набить руку, что и такие опыты будут удаваться довольно легко.



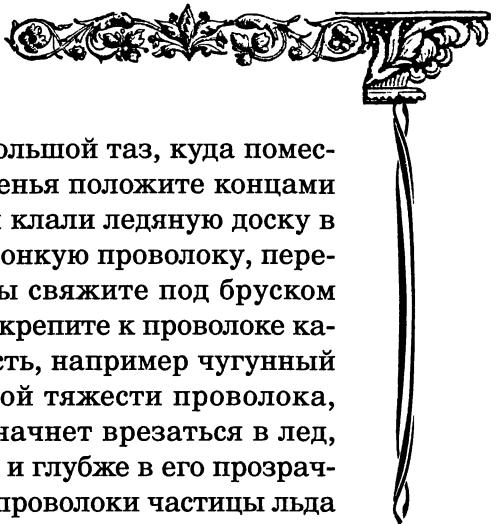
Лед и проволока



Рис. 68

Мы видели, что тяжелая свинцовая пуля тонет в лепешке, приготовленной из хрупкого сапожного вара, и что частицы вара вновь смыкаются над потонувшим в нем телом. Нечто подобное происходит и во льду. Пользуясь этим свойством льда, вы можете произвести интересный опыт, который возбудит шумное одобрение вашей публики.

Приготовьте с помощью кухонного ножа или топора довольно толстый ледяной брусок, вырубив его из льдины, добытой в реке, пруду или же взятой из погреба. По-



ставьте в комнате корыто или большой таз, куда поместите стоймя два полена. На поленья положите концами ваш ледяной брускок так, как вы клали ледянную доску в предыдущем опыте. Достаньте тонкую проволоку, перекиньте ее через брускок, а концы свяжите под бруском вместе. Там же, под бруском, прикрепите к проволоке какую-нибудь значительную тяжесть, например чугунный утюг. Под воздействием большой тяжести проволока, охватывающая сверху брускок, начнет врезаться в лед, постепенно проникая все глубже и глубже в его прозрачную массу. По мере погружения проволоки частицы льда будут смыкаться над ней совершенно так же, как смыкались частицы вара над тонущей в нем свинцовой пулей. Через полчаса или чуть больший промежуток времени, в зависимости от толщины бруска, проволока пройдет сквозь всю толщу льда, и утюг с грохотом свалится в таз, давая знать, что опыт удачно закончился. К изумлению зрителей, брускок останется совершенно невредимым, и только матовая плоскость, пересекающая поперек всю толщу льда, будет показывать путь проволоки в ледяной массе.

Этот опыт можно видоизменить так, как показано на рис. 68.

Предложите двоим вашим зрителям держать за концы проволоку и натягивать ее как можно сильнее. Возьмите в руку кусок льда и водите им вперед и назад снизу по проволоке, сильно нажимая на нее льдом. И здесь проволока врежется в лед, как в опыте с утюгом, и здесь она пройдет сквозь брускок, раздвигая его частицы, которые, пропустив проволоку, сомкнутся за ней как ни в чем не бывало. Таким образом, льдина останется цельной, а не разрежется на два куска, как того можно было ожидать.





Нельзяющаяся вода

Возьмите довольно широкую стеклянную трубку и запаяйте один ее конец, сплавив на пламени спиртовки. Затем наполните трубку водой до самых краев.

Заткните отверстие трубки пальцем, переверните ее запаянным концом вверху и опустите нижний конец в ведро или банку с водой. Когда отверстие очутится под водой, смело отнимайте от него палец. Вода, наполнившая трубку, не попадет в ведро, а останется стоять в трубке тоненьkim, прозрачным столбиком, точно вы и не отнимали пальца. Держит ее в таком необычайном положении не что иное, как давление воздуха. Столб воздуха, давящий на поверхность воды в ведре, настолько тяжел, что не только легко удерживает воду в трубке, но и способен поднять ее еще выше. Если бы трубка внезапно вытянулась на высоту сорока футов и если бы при этом в ее верхней части не было воздуха, то столбик воды поднялся бы вслед за спаянным концом трубки на высоту целых тридцати четырех футов! Дальше вода не пошла бы, так как давление воздуха на ее поверхность в ведре вполне уравновешивается весом столба воды в тридцать четыре фута высоты.

Вместо воды можете взять любую жидкость и повторить с ней описанный опыт. Произойдет то же самое: жидкость всегда поднимется давлением воздуха на известную высоту. Конечно, высота столба будет для каждой жидкости различна, в зависимости от плотности и веса. Легкая жидкость поднимется в трубке выше, более тяжелая даст и более низкий столбик.



Водопой для домашней птицы

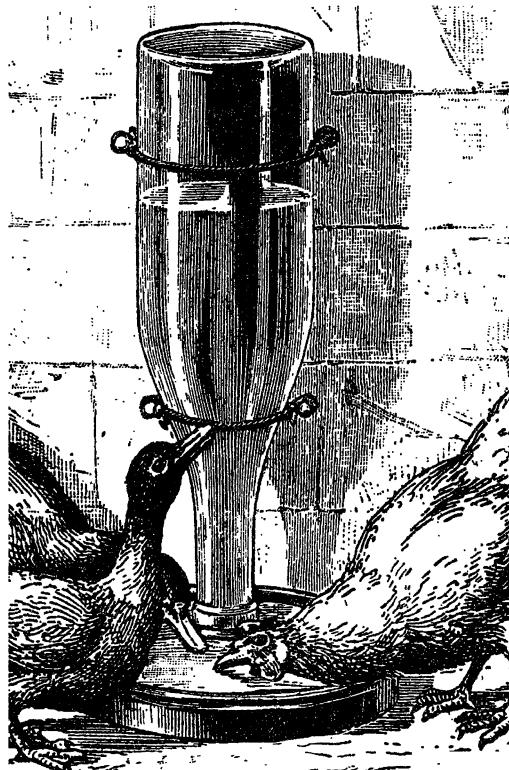


Рис. 69

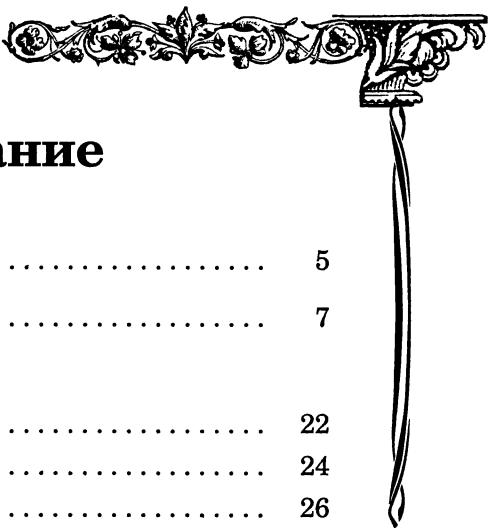
Вам хорошо известно крайне дурное обыкновение кур, уток, гусей, индюшек и прочей домашней живности лезть с грязными лапами в блюдечко с питьем или кормом. Корму от этого ничего не делается, но вода сильно страдает от нерях. Приходится менять ее в блюдечке чуть ли не после каждой посетительницы. А между тем чистая вода представляет собой одно из важнейших условий здоровья птиц. Кроме того, в открытом блюдце



или тарелке вода сильно испаряется, что опять-таки весьма неприятно для хозяев. Между тем помочь этому горю чрезвычайно легко, стоит только призвать на помощь спасительное давление воздуха.

Достаньте бутылку из-под вина и глиняное блюдечко с высокими краями. Лучше всего взять поддонник, подставляемый под цветочные горшки на окнах. Бутылку следует предварительно хорошо вымыть, так как из нее будет добывать питье все население птичьего двора. Наполнив блюдце до краев чистой водой, поставьте его где-нибудь у стены на дворе, стараясь выбрать наиболее затененное место. Затем налейте в бутылку воды до самого горлышка, заткните его пальцем, как вы это делали с трубкой в предыдущем опыте, и, перевернув бутылку вверх дном, опустите ее отверстие под поверхность воды в блюдце. Если вы теперь отнимете палец, вода из бутылки не выльется по той же причине, что и в предыдущем опыте: давление воздуха на поверхность воды в блюдце не позволит ей сделать этого. Чтобы птицы не могли свалить бутылку, прикрепите ее проволокой или веревочками к гвоздям, вбитым в стену, как показано на рис. 69.

Водопой будет действовать превосходно. Как только птицы выпьют из блюдечка много воды, или же если она испарится настолько, что отверстие бутылки выйдет из-под поверхности воды в резервуаре водопоя, в бутылку тотчас же попадет несколько пузырьков воздуха, которые, поднявшись кверху, вытеснят собой оттуда ровно столько воды, сколько ее убыло из блюдца. Горлышко окажется снова под водой, и давление воздуха удержит в бутылке оставшийся столб воды, и так до полного опустошения резервуара. Таким образом блюдце будет пополняться само собой свежими порциями питья. Удобство водопоя заключается еще и в том, что неряшлиевые птицы будут лишены возможности пачкать питье, так как бутылка помешает им забираться в блюдце с лапами. Поставив на птичьем дворе несколько таких приспособлений, можно быть вполне спокойным насчет снабжения его обитателей чистым и здоровым питьем.



Содержание

Вступление	5
ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКА	7
ЧАСТЬ 1. ИНЕРЦИЯ	
Послушный шнурок	22
Упрямая монета	24
Устойчивые рюмки	26
Крепкая бумага	28
Устойчивая постройка	30
Летающие кости	32
Живой цилиндр	34
ЧАСТЬ 2. ТЯЖЕСТЬ	
Колумбово яйцо	42
«Ванька-встанька»	44
Карандаш-акробат	45
Канатный плясун	47
Пильщик	49
Монета на острие	51
Карусель	52
Танец кухонной посуды	54
Самодействующие качели	56
Конус, движущийся вверх	58
Маятник Фуко	61
Падение тел	64
Груша-самоубийца	66
ЧАСТЬ 3. УПРУГОСТЬ	
Волшебный мякиш	70
Поединок на столе	72
Ловкий удар	74



ЧАСТЬ 4. ЦЕНТРОБЕЖНАЯ СИЛА

Стакан с водой вверх дном	80
Кольцо в воздухе	82
Центробежная машина	84
Истинная форма земного шара	87
Кости-беглецы	90
Водяное кольцо	92

ЧАСТЬ 5. СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ

Липкий кружок	98
Полка для монет	100
Водяной бугор	101
Подводный пловец	104
Плавающая игла	106
Искусственные пленки	108
Прозрачная занавеска	110
Винтовая лестница	113
Огнетушитель	115
Пузырь в пузыре	117
Мыльный цилиндр	119
Неспокойный пленник	121
Хрустальный дворец	122
Различные формы мыльных пленок	124
Катание с гор	127
Превращение вина в воду	130
Плавающий сахар	133
Всё в одном бокале	135
Подводный вулкан	137
Переселение в верхний этаж	140
Давление жидкости снизу вверх	143
Плавание	146
Плавающее и тонущее яйцо	148
Водолаз	150

Американский житель	153
Безопасный подсвечник	155
Морская рыба	158
Плавающая камбала	160
Давление воды на стенки сосуда	162
Сегнерово колесо	165
Фонтан из тыквы	168
Наливное колесо	171
Струя хрупкого тела	176
Чудо в стакане воды	178
Послушный лед	180
Лед и проволока	182
Нельзящаяся вода	184
Водопой для домашней птицы	185

«Игры разума»
Выходит 2 раза в месяц

Игнатьев Иван
КОЛУМБОВО ЯЙЦО

Главный редактор А. Р. Галль
Ответственный редактор В. Саушкина
Литературная обработка А. Лидина, Я. Забелиной
Художественные редакторы Т. Перминова, Ю. Прописнова
Технический редактор Е. Траскевич
Корректор Е. Орлова
Дизайн-верстка Л. Склоевой

Подписано в печать 11.09.2015.
Формат издания 70×100 ¼. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 15,6. Тираж 10 060 экз. Заказ № 575.

Издатель ООО «Торгово-издательский дом «Амфора».
197110, Санкт-Петербург, наб. Адмирала Лазарева, д. 20, литер A.
www.amphora.ru, e-mail: secret@amphora.ru
ООО «Издательство «Северо-Запад».
197136, Санкт-Петербург, ул. Лахтинская, д. 28, литер A.

Отпечатано с электронных носителей издательства.
ОАО «Тверской полиграфический комбинат».
170024, г. Тверь, пр. Ленина, д. 5.

12+
Издание не рекомендуется детям младше 12 лет

**Издательство «Амфора»
представляет:**

СЕРИЯ «ИГРЫ РАЗУМА»



Серия «Игры разума» — отличный интеллектуальный тренажер для мозга: оригинальный, эффективный, нескучный. Испытайте себя, разгадывая головоломки, раскрывая тайны, решая занимательные задачи. Совершите познавательную и приятную «пробежку» по всем областям знаний — от истории, географии, математики до криминалистики, электроники, литературы.

Можно ли
поставить карандаш
на острие? Изогнуть лед?

Заставить танцевать кухонную
посуду? Сделать фонтан из тыквы
и качели из свечки? Шестьдесят восемь
занимательных опытов заполнят ваше свободное
время и помогут провести его весело и с пользой.

Стиль автора, его объяснения физических явлений, а также использованные им материалы и инструменты соответствуют времени написания книги, то есть концу девятнадцатого века.

Для современного читателя это представляет особый интерес, так как знакомит с научными данными позапрошлого века и дает возможность сравнить их с современными реалиями. Окунитесь в атмосферу прошлого, проведите старинные эксперименты, поиграйте в «игры разума» ваших прадедушек и прабабушек!

МАКСИМУМ
ПОЛЬЗЫ И УДОВОЛЬСТВИЯ
ГАРАНТИРОВАН!

12+

Пропущенные выпуски
покупайте на

ozon.ru
Read.ru



амфора
amphora.ru

9 785367 036268
ISBN 978-5-367-03626-8

