

Л. ГАЛЬПЕРШТЕЙН * ЗДРАВСТВУЙ, ФИЗИКА!

Л. ГАЛЬПЕРШТЕЙН



Л. ГАЛЬПЕРШТЕЙН
**ЗДРАВСТВУЙ,
ФИЗИКА!**

Библиотека пионера

Знай и умей

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

ШКОЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА

БИБЛИОТЕЧКА ПИОНЕРА
«Знай и умей»

Л. ГАЛЬПЕРШТЕЙН

ЗДРАВСТВУЙ, **ФИЗИКА!**



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

МОСКВА • 1967

Нет, это еще не учебник физики. Учебник будет обязательно, но сначала ты должен немного подрасти.

А так хочется познакомиться с физикой поскорее! Ведь ты уже слышал, что эта замечательная наука нужна всем: токарю и пахарю, врачу и шоферу, космонавту и водолазу, ученому и клоуну, повару и инженеру.

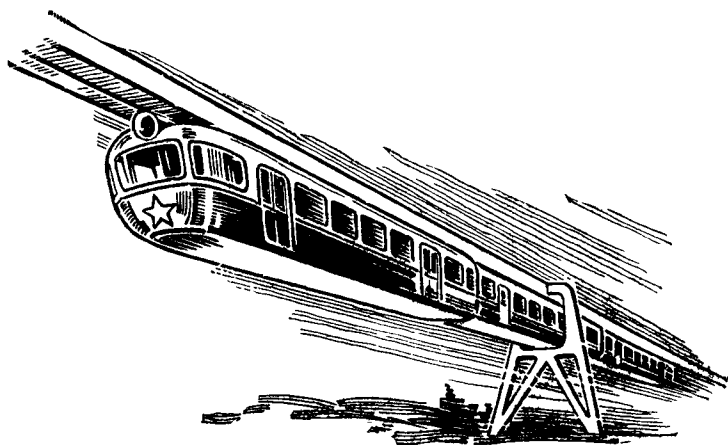
Но, оказывается, физика — это не только научные книги и сложные приборы, не только огромные лаборатории. Физика — это еще и фокусы, показанные в кругу друзей, это смешные истории и забавные игрушки-самоделки. Физические опыты можно делать с поварешкой, стаканом, картофелиной, карандашом. Гвозди и соломинки, спички и консервные банки, обрезки картона и даже капельки воды — все пойдет в дело!

И когда ты начнешь изучать физику в школе, эта чудесная наука уже не покажется тебе такой загадочной и мудреной. Ты скажешь ей, как старой, доброй знакомой:

— Здравствуй, физика!

Отзывы об этой и других книгах издательства «Детская литература» просим присылать по адресу: Москва, А-47, ул. Горького, 43. Дом детской книги.

Рисунки Б. А. Белова



Глава первая. РЕЛЬСЫ В НЕБЕСАХ

А РАЗВЕ БЫВАЮТ!..

Да, бывают. В Москве тоже собираются строить такую «небесную» дорогу. Ведь на земле — на улицах — тесно, да еще светофор на каждом перекрестке. Особенно не разгонишься. Правда, под землей, в метро, путь всегда свободен, и можно мчаться полным ходом. Но строить подземные туннели очень сложно, долго да и дорого.

Вот и решили проложить рельсы в небесах. Там, над улицами города, места сколько угодно. Ты спросишь: к чему прикреплять рельсы? Не к облакам, конечно. Поставят прочные стальные мачты. К ним и будет подвешен путь.

Движущиеся лестницы — эскалаторы — поднимут пассажиров высоко на перрон. Подкатит «небесный» поезд. Входите! Мягко закроются автоматические двери. Загудят электродвигатели. Вперед!

Внизу мелькают троллейбусы, автомобили, пешеходы... Светофоры мигают цветными огнями... А поезду все нипочем! Он мчится все быстрее, все дальше. Свистит встречный ветер. Сверкает солнце на лакированных боках вагонов. Бегут в небе кудрявые облака. А привыкшие пешеходы внизу даже голову не станут задирать.

Подумаешь, рельсы в небесах! Эка невидаль!

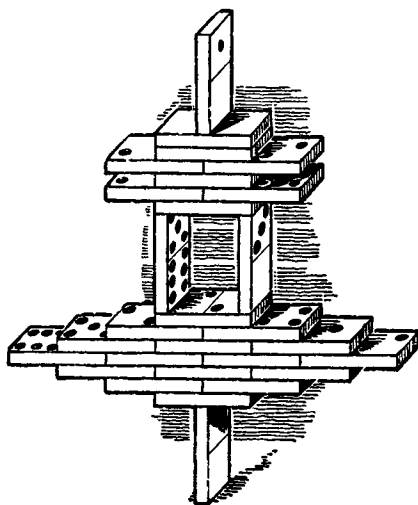
ПОЧЕМУ ЖЕ ТОЛЬКО ОДИН

Жаль, что пешеходы не смотрят вверх. Они могли бы увидеть там кое-что интересное. У «небесной» дороги не два рельса, а только один! Дорога даже называется монорельсовой, от греческого слова «монос» — «один». По единственному рельсу бегут маленькие тележки с колесами, как у велосипеда: одно за другим. А к тележкам подвешен вагон для пассажиров. Он висит внизу, под рельсом. Там ведь свободного места очень много.

Когда монорельсовая дорога будет построена, каждый с удовольствием прокатится в «висячем» экспрессе. Но все-таки почему же рельс всего один? Вполне ли ты уверен, что вагон не опрокинется?

Для проверки сделаем несколько опытов. Прежде всего — опыт с домино. Попробуй поставить на стол все 28 его костей так, как показано на рисунке.

Сделать это непросто. Прежде всего нужен хороший, ровный стол. И стоять он должен прочно,



не шатаясь. Затем, возвести такую хрупкую постройку на одной косточке вообще едва ли удастся. Лучше сперва поставь стоймя не одну косточку, а три. И только потом, когда все будет построено, ты осторожно уберешь две крайние косточки, которые служили подпорками. Их нужно поставить на вершину получившегося сооружения.

И даже при всех предосторожностях немало придется повозиться, пока удастся закончить постройку. А вот опрокинуть этого «великана на одной ноге» ничего не стоит. Дунь посильнее — и все рассыплется!

Так что же, может быть, и монорельсовая дорога будет такой же неустойчивой?

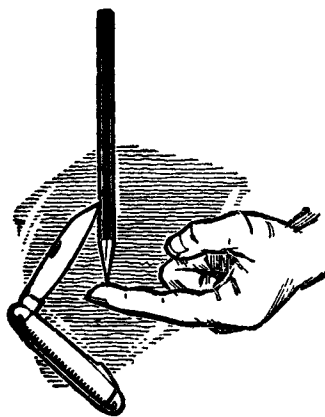
А КАРАНДАШ-ТО НЕ ПАДАЕТ!

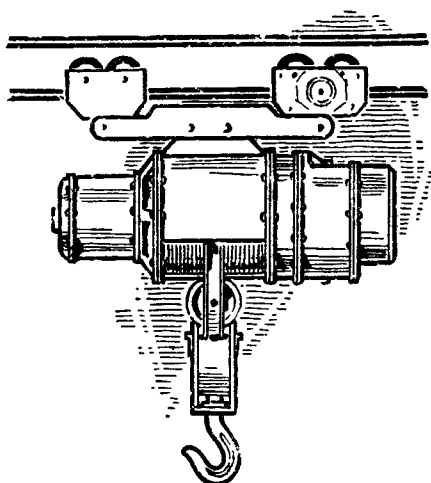
Второй опыт будет такой: попробуй поставить карандаш на острие. Если у тебя много терпения, то опыт с домино, вероятно, получился. Но уж с карандашом-то не получится наверняка. Можешь возиться хоть целый день!

И все-таки есть очень простой способ заставить карандаш стоять. Всади в него перочинный нож, раскрытый не до конца! На рисунке ясно видно, как это сделать.

Раскрывая нож больше или меньше, можешь устанавливать карандаш не только прямо, но и наклонно. И все равно он не будет падать, даже если его толкнуть. Немножко покачается — и останется стоять на острие!

Почему же карандаш без ножа падает, а с ножом стоит? Ведь в обоих случаях карандаш опирается на острие. Это его точка опоры. Но в первом случае точка опоры находилась в самом низу. А во втором — под ней висел перочинный нож. Ясно, что дело здесь именно в ноже. Если карандаш наклонится и начнет падать — нож будет подниматься вверх. Но ведь нож тяжелее,





он тянет вниз и заставляет карандаш снова выпрямиться.

Значит, равновесие будет устойчиво, если главная тяжесть находится ниже точки опоры.

Теперь ты, конечно, без всякой опаски войдешь в вагон монорельсовой дороги. Ведь он висит под рельсом и главная тяжесть находится ниже точки опоры!

А пока монорельсовой дороги для пассажиров нет, ты можешь увидеть ее на заводах, в гаражах, в ремонтных мастерских — всюду, где нужно поднимать, опускать и передвигать тяжести, а на земле место занято.

Во всех таких местах наверху прокладывают одиночный рельс — монорельс. По нему катается тележка, а к тележке подвешена таль — приспособление для подъема грузов. Таль имеет барабан со стальным канатом — тросом. На тросе висит крюк. А барабан вращается от электродвигателя. Завертится в одну сторону — трос наматывается. Груз плывет вверх. Завертится в другую — трос разматывается, и груз опускается. Рабочий управляет талью, нажимая кнопки.

Бывают и ручные тали. Там электродвигателя нет. Механизм соединен с зубчатым колесом, вроде велосипедной шестерни. Той самой, которую ты крутишь педалями. С зубчатого колеса свисает цепь, тоже как у велосипеда, только гораздо более длинная. Рабочий, стоя внизу, тянет за эту цепь. Потянет за один конец — груз начнет подниматься, за другой — опускаться.

Конечно, ручные тали применяют там, где груз не слишком тяжелый, да и поднимать его приходится редко.

НОЖ МОЖЕТ БЫТЬ И НАВЕРХУ

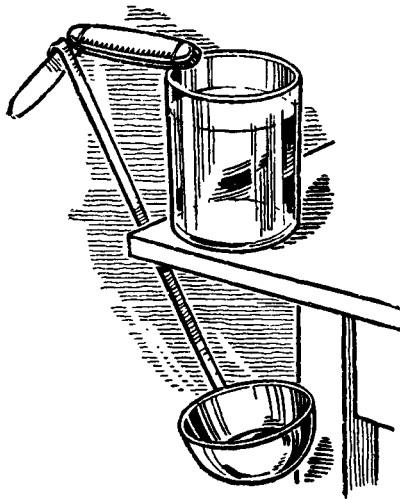
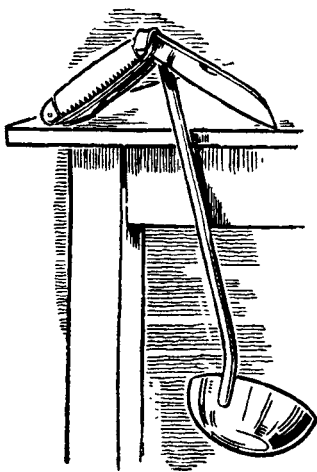
В опыте с карандашом перочинный нож находился внизу. Но он может быть и наверху. Нужно только взять еще более тяжелый предмет, чтобы главная тяжесть все-таки оказалась ниже точки опоры.

Очень удобна для этого опыта поварешка, которой разливают суп. Она тяжелее ножа. Кроме того, на конце ручки поварешки есть крючок, и ее легко вешать.

Поставь полуоткрытый перочинный нож у края стола и повесь на него поварешку, как показано на рисунке. Качнувшись несколько раз, это сооружение уравновесится. А ведь ясно, что без поварешки нож и секунды не простоял бы в таком положении!

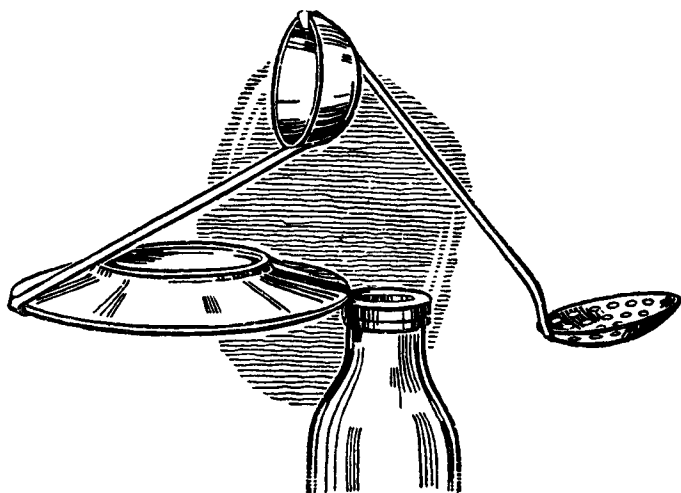
Чем тяжелее поварешка, тем ровнее стоит нож. В этом легко убедиться, насыпая в поварешку песок. Нож будет подниматься все выше!

С поварешкой и ножом можно сделать еще более красивый опыт. На рисунке ты видишь, как надеть поварешку у основания лезвия. Нож придется согнуть так, чтобы поварешка не скользила и торчала под углом примерно в 45° к рукоятке ножа. Теперь все сооружение будет в равновесии, если конец рукоятки подпереть пальцем. А можно положить его на край стола, даже на край стакана. Правда, стакан придется наполнить водой, чтобы он не опрокинулся.



ЕЩЕ ОДИН ОПЫТ С ПОВАРЕШКОЙ

Нож тяжелее карандаша. Поварешка тяжелее ножа.
Что бы такое подобрать тяжелее поварешки?
Тарелку? Годится!



Посмотри, какой рекорд равновесия установила поварешка, соединенная со своей подружкой — шумовкой! Перевернутая тарелка лежит краем на горлышке бутылки в прочном, устойчивом положении.

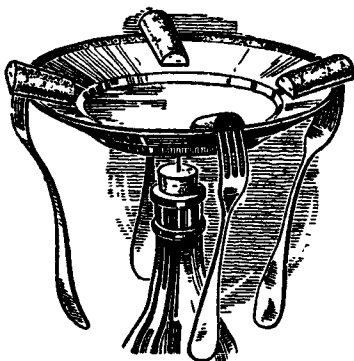
А ТЕПЕРЬ НАВЕРХУ ТАРЕЛКИ!

Как уравновесить тарелку на острие иглы? Ты, конечно, сразу сообразишь, что для этого нужно подобрать что-нибудь потяжелее тарелки. В нашем опыте взяты четыре вилки. Только они должны быть стальные; алюминиевые слишком легки.

Разрежь по длине две корковые пробки. Если таких пробок у тебя нет, можешь разрезать два куса моркови. В каждую из четырех половинок всади по вилке так, чтобы угол между плоскостью среза и вилкой был чуть-чуть меньше прямого.

Размести вилки с пробками по краю тарелки на равных расстояниях одна от другой. Для большей устойчивости зубья вилок должны касаться края тарелки.

Теперь тарелку можно уравновесить на острие иглы, всаженой в пробку. На глаз кажется, что это невозможно, — и все-таки тарелка стоит! Ее можно даже заставить вращаться, если раскрутить достаточно осторожно. И вращаться она будет долго. Ведь трение между кончиком иглы и тарелкой небольшое.



ЕЩЕ ДВА ОПЫТА С ВИЛКАМИ

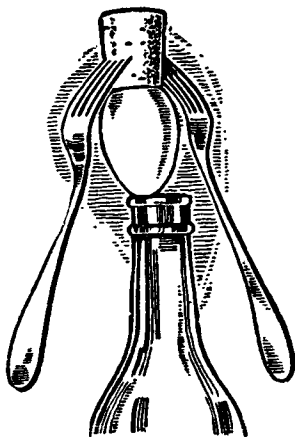
Имея достаточно тяжелые вилки, можно сделать еще два красивых опыта.

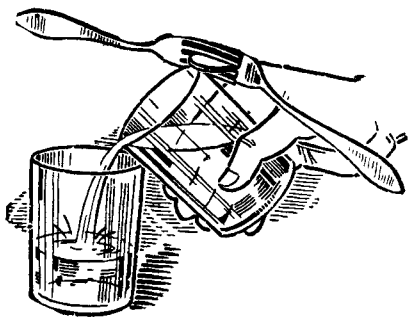
Для первого из них понадобятся бутылка, яйцо и корковая пробка или кусок моркови. В нижнем конце пробки или морковки сделай выемку, чтобы она плотно садилась на конец яйца. Вилки воткни так, как показано на рисунке. Теперь, прикрыв яйцо такой «шляпой», ты легко нашупаешь положение, при котором оно будет спокойно стоять на горлышке бутылки. И даже не на всем горлышке, а на его краю!

Для второго опыта понадобится достаточно толстая монета, лучше всего рубль. Она должна плотно входить между зубьями вилок.

Сложи вилки так, чтобы зубья одной легли на зубья другой. В прорез между средними зубьями просунь монету.

Теперь, после нескольких не-



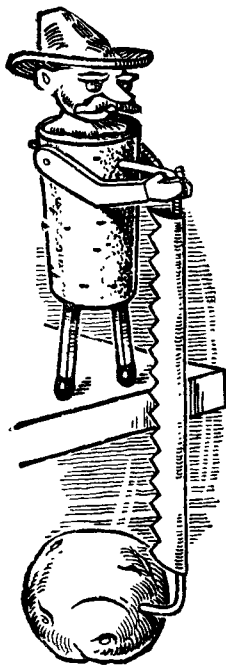


удачных попыток, тебе удастся положить это коромысло монетой на край стакана. На рисунке хорошо видно, как оно должно лежать.

Хочешь попробовать вылить воду из этого стакана, не сбросив вилок и монеты? Задача не так уж трудна, как это может показаться.

ПРИЛЕЖНЫЙ ПИЛЬЩИК

Знаешь ли ты, как делают доски? Для этого есть специальная машина. Она называется лесопильной рамой. В машине качается стальная рамка с пилами. Вверх—вниз! Вверх—вниз! Острые зубья пил так и сверкают. Машина захватывает бревно и толкает его прямо на пилы. Вжжи-вжжи! Вжжи-вжжи! Опилки летят фонтаном. С другой стороны машины вылезает уже не бревно, а пачка длинных досок.



Раньше, когда машин не было, бревна распиливали вручную. Клали бревно на высокие козлы, и один пильщик становился сверху, а другой — снизу. Они держали за концы длинную пилу. Оба пильщика наклонялись — вжжи! — пила шла вниз. Потом оба выпрямлялись — пила шла вверх. Потом снова наклонялись. Вжжи! Так они и кланялись целый день. Пройдут раз вдоль бревна — одну доску отпилят. Еще раз пройдут — еще одну отпилят. Тяжелая это была работа!

Сейчас так почти нигде уже не пилят. Но ты можешь сделать игрушечного пильщика. Он будет очень прилежно кланяться и «пилить» край стола. Впрочем, стол от этого не пострадает, так что смело берись за работу.

Для туловища пильщика подбери корковую пробку от бутылки. Чем больше она будет, тем лучше. Если большой пробки нет, можешь взять обрезок толстой морковки длиной 4—5 см. Но такой пильщик проживет всего один день. Потом морковка высохнет и съежится.

Заостри две спички и воткни их в пробку снизу. Это ноги. Головки спичек будут башмачками пильщика. Пилу согни из толстой проволоки. Она должна быть в два-три раза длиннее фигуры. Верхний конец воткни поглубже в пробку там, где у живого пильщика была бы грудь. На нижний конец проволоки насади картофелину.

Голову и руки пильщика вырежь из бумаги и приклей к туловищу или вылепи из пластилина. Чтобы проволока больше была похожа на пилу, приделай к ней зубья. Вырежь из бумаги полоску с зубчиками и отогни ее край. Хорошо намазав край клеем, надень полоску на проволоку и сожми.

Когда клей высохнет, пильщик будет готов приняться за свой тяжелый труд. Поставь его на край стола и подогни проволоку, чтобы стоял ровно. А теперь качни картофелину. Пильщик начнет качаться. Раз, два! Раз, два! Вверх—вниз! Так он может долго работать своей пилой. А когда «устанет» и остановится, качни его снова.

Глава вторая. СИДЕЛ НА ВЕТКЕ ВОРОБЕЙ

ВОРОБЕЙ НА ВЕТКЕ

Это еще одна интересная игрушка с устойчивым равновесием. Тело и голову воробья вылепи из пластилина. Прекрасный клюв получится из шипа акации, терна или другого колючего растения. Если подходящего шипа нет, можешь просто заострить палочку и вдавить ее в пластилин. Глаза воробья — шляпки гвоздей, бусины или спичечные головки. Вместо хвоста воткни несколько перышек. Ноги — из спичек.

На нижнем конце проволоки, воткнутой в тело во-

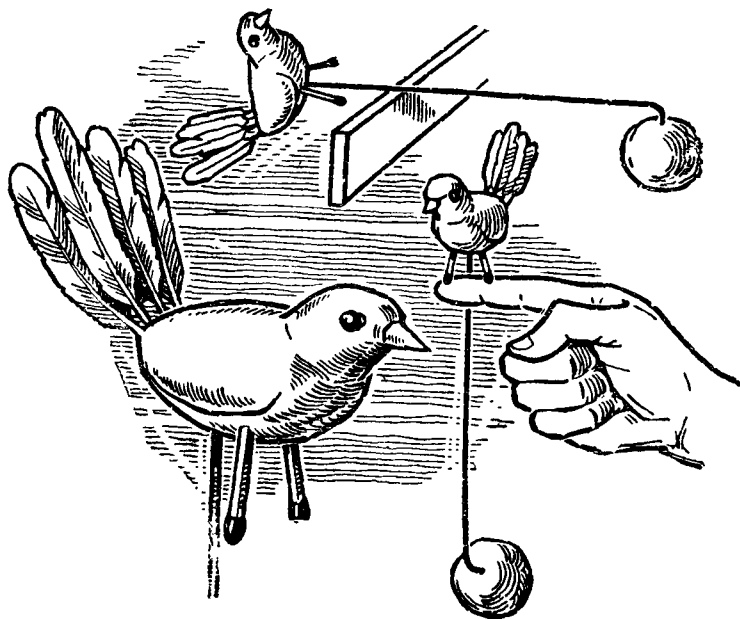
робья позади лапок, укрепи противовес. Это может быть шарик из пластилина, небольшая картофелина, наконец, просто гайка, повешенная на крючок. В тело воробья проволока должна входить позади лапок.

При достаточно тяжелом грузе воробей будет отлично сидеть на пальце. А если посадить его на ветку в саду, он будет покачиваться, как живой. Можно посадить его и на новогоднюю елку.

Ну, а что будет, если груз легче воробья? Усидит наша птичка или свалится?

Когда мы ставили карандаш на острие, то выяснили, что равновесие будет устойчиво, если главная тяжесть находится ниже точки опоры. Теперь главная тяжесть — туловище воробья — выше точки опоры. Значит, бедняга упадет?

Не торопись с ответом. Проверь сначала на опыте. Передвигай картофелину или пластилиновый шарик вверх и вниз по проволоке. Пытайся уравновесить воробья при разных положениях легкого груза, ты увидишь, что птичка сидит устойчиво, когда груз сдвинут далеко вниз.



А если груз высоко, под самым пальцем, то воробей будет опрокидываться.

Выходит, что устойчивость равновесия зависит не только от веса, но и от положения груза.

Чтобы лучше в этом разобраться, можешь сделать еще один опыт с пластилиновым воробьем. Попробуй уравновесить его, подперев проволоку ребром линейки. Ты увидишь, что чем выше поднят противовес, тем ближе к воробью то место проволоки, на котором она уравнивается. Это место называют центром тяжести всего сооружения.

Не жалея времени на пробы, ты увидишь, что воробей сидит на пальце до тех пор, пока центр тяжести остается ниже точки опоры. А как только он станет выше, воробей начнет падать.

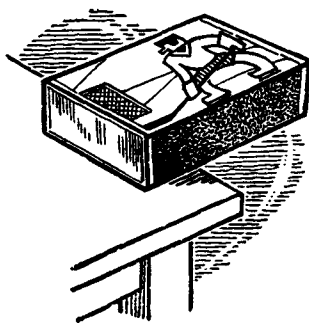
Значит, не обязательно, чтобы главная тяжесть была внизу. Важно, чтобы ниже точки опоры был центр тяжести. Тогда при нарушении равновесия центр тяжести будет подниматься. А поднять центр тяжести — это все равно, что поднять весь груз вместе: и воробья, и противовес, и проволоку. Конечно, центр тяжести будет всегда тянуть вниз и равновесие будет восстанавливаться.

КОРОБОК С СЮРПРИЗОМ

Чтобы лучше разобраться в сказанном, сделай еще один опыт. В спичечный коробок положи тяжелую гайку. Сдвинь ее как можно ближе к одному краю. Теперь этот край будет удерживаться на столе, даже если почти весь коробок висит в воздухе.

Этот опыт далеко не так красив, как опыты с поварешкой и тарелкой. Но есть в нем одна замечательная особенность. Здесь вся тяжесть лежит выше точки опоры, а коробок не падает!

Почему? Теперь ты, наверное, сможешь догадаться. Дело в том, что если коробок начнет переваливаться через край стола, гайка

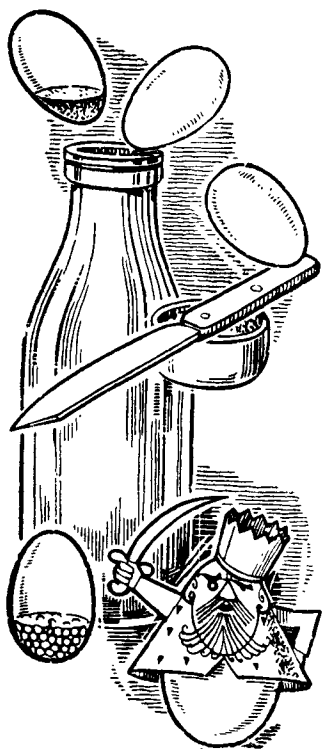


поднимется. Иными словами, при нарушении равновесия центр тяжести будет подниматься. Поэтому равновесие будет восстанавливаться.

Интересно, что по этой же самой причине в устойчивом равновесии находятся столы, шкафы, кровати, памятники, автобусы, подъемные краны, садовые скамейки, тепловозы, галоши, стоящие под вешалкой, и еще тысячи самых разнообразных предметов, перечисление которых не поместилось бы в этой книжке!

Общее свойство у них одно: при нарушении равновесия центр тяжести поднимается. Поэтому-то все они лежат, стоят, едут не опрокидываясь!

ПОСЛУШНОЕ И НЕПОСЛУШНОЕ ЯЙЦО



Проткни в концах яйца две дырочки величиной со спичечную головку и выдуй содержимое. Внутренность яйца промой несколько раз водой. Чтобы скорлупа хорошенько просохла изнутри, дай ей полежать один-два дня. После этого одну дырочку залепи гипсом, клеем с мелом или с белилами так, чтобы она не была заметна.

Насыпь в скорлупу чистого и сухого песку примерно на четверть. Залепи вторую дырочку таким же образом, как первую. Послушное яйцо готово! Ты сможешь поставить его в любом положении. Для этого нужно только слегка встряхнуть яйцо, держа его в том положении, которое оно должно будет занять. Песчинки переместятся, и

поставленное яйцо будет сохранять устойчивое равновесие.

Чтобы сделать непослушное яйцо, нужно вместо песка набросать в него 30—40 штук самых мелких дробинок («бекасинника») и кусочки стеарина от свечи. Потом поставь яйцо на один конец и подогрей. Стеарин растопится, а когда застынет, слепит дробинки между собой и приклеит к скорлупе. Замаскируй дырочки в скорлупе.

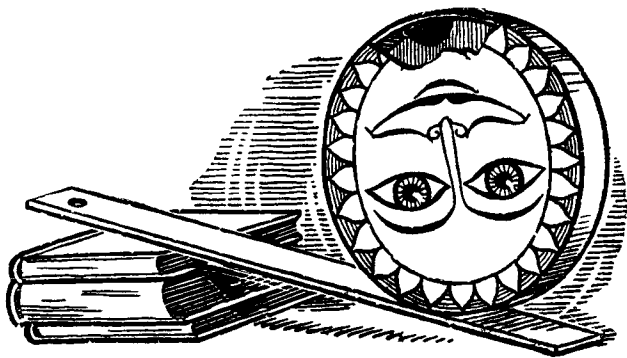
Непослушное яйцо невозможно будет уложить. Оно будет стоять не только на столе, но и на краю стакана, на ручке ножа, на горлышке бутылки!

Впрочем, такая игрушка тебе уже знакома. Это ведь ванька-встанька! Можешь сделать его по всем правилам. Для этого груз укрепи в тупом конце яйца, а скорлупу разрисуй и раскрась. Можешь даже приклеить ваньке бумажные ручки и сшить кафтанчик!

ВВЕРХ ПО СКАТУ

В действительной жизни мы давно уже привыкли угадывать центр тяжести каждого предмета. Мы сразу соображаем, как положить или поставить этот предмет, чтобы он не упал. «Фокус» ваньки-встаньки в том, что он обманывает наш глазомер. Его центр тяжести находится не там, где мы предполагаем. Поэтому ванька-встанька так упорно принимает положения, которые кажутся неестественными.

Давай сделаем еще один опыт, который на первый



взгляд тоже противоречит законам равновесия. Из плотной бумаги или тонкого картона склей кольцо. На внутреннюю его сторону приклей в одном месте груз: деревянную чурочку, кусочек сургуча или другой небольшой предмет, весящий больше, чем само кольцо. Чтобы груз не был виден, заклей кольцо с обеих сторон бумагой. На ней можно что-нибудь нарисовать, например лицо. Если подбородок этого лица будет там, где груз, то его не удастся поставить «вверх ногами» (хотя, конечно, никаких ног у лица нет). «Лицо» будет катиться, пока не станет подбородком вниз. Оно может даже подниматься вверх по скату, как показано на рисунке. Линейка положена одним концом на книги. Всякое нормальное колесо скатилось бы по ней вниз. Но «лицо» поступает наоборот.

Поставь его на линейку у правого, нижнего, конца, но так, чтобы подбородок был почти на самом вершуге слева. Отпусти «лицо» — и оно покатится вверх по скату!

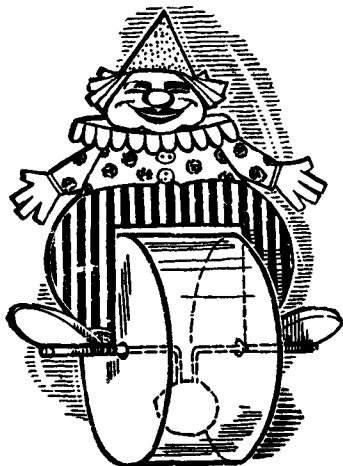
Конечно же, оно остановится, как только подбородок коснется линейки. Ведь при этом центр тяжести займет самое нижнее положение.

ВЕРХОМ НА БОЧКЕ

Если у тебя есть круглая жестяная баночка, хотя бы от быстрорастворимого кофе, можешь сделать красивую игрушку, основанную на равновесии. Ее устройство ясно из рисунка.

В центрах дна и крышки пробей гвоздем по отверстию. Пробивать надо на дощечке, которую не жаль испортить. Из толстой проволоки согни ось с коленом посередине и к этому колену прикрепи свинцовый грузик или надень тяжелую гайку.

Закрой банку, введи концы оси в отверстия дна и



крышки. Нарисуй на бумаге клоуна, наклей его на картон и вырежь. Ноги прикрепи к концам оси, выступающим из банки.

Толкни банку, чтобы она покатила. Клоун будет сидеть «верхом на бочке» и весело раскланиваться!

Глава третья. БЕГЕМОТ И ПТИЧКА

БЕГЕМОТ И ПТИЧКА

Представь, что тебе понадобилось приподнять шкаф. Не хватает сил? Не горюй! Подсунь под край шкафа крепкую палку — и ты приподнимешь его без особого труда.

Ты хочешь раздавить орех и не можешь сделать это руками. Ну что же. Есть специальные щипцы для орехов. С их помощью ты легко справишься с этой задачей.

Тебе нужно разрезать жесть. Ты, конечно, не станешь делать это ножом. Нет, ты возьмешь ножницы по металлу. Хорошие ножницы режут жесть, как бумагу.

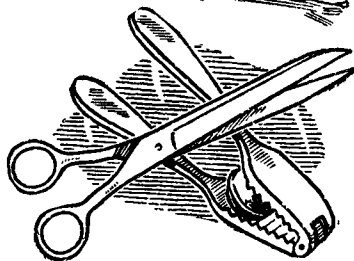
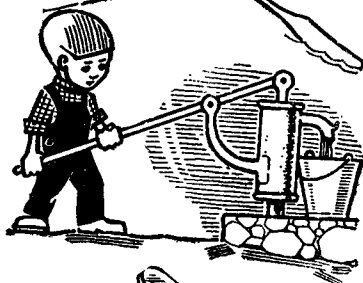
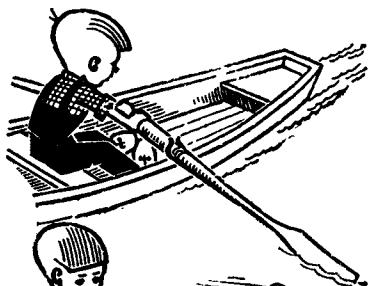
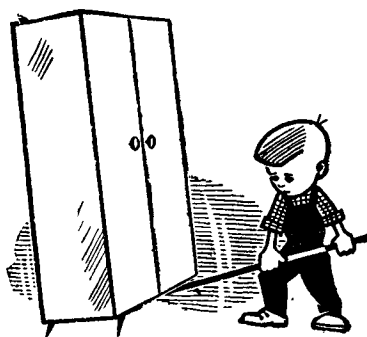
Все эти случаи, на первый взгляд, очень разные. И все-таки они похожи один на другой.

У тебя не хватило силы, чтобы сделать ту или иную работу. Тогда ты берешь в руки какое-то приспособление — и работа сразу становится тебе по силам!

И самое удивительное здесь то, что приспособление — палка, щипцы, ножницы — не имеет двигателя, не имеет никакой собственной силы. Оно только увеличивает ту силу, которую прикладываешь ты.

Чтобы понять, как это получается, проделай опыт. Возьми два предмета разного веса. Я брал фарфоровую фигурку бегемота и гораздо более легкую деревянную птичку. Посади их на концы линейки, положенной серединой на круглый карандаш. Кто перетянет? Ясно, что бегемот. Он ведь тяжелее.





Ну, а если сдвинуть карандаш поближе к бегемоту? Еще, еще ближе! Смотри-ка: птичка и бегемот уравнились! А подвинь карандаш еще ближе к бегемоту—и птичка перевесит!

Что же понадобилось легкой птичке для того, чтобы перетянуть тяжелого бегемота? Приспособление, состоящее из дощечки и карандаша. Дощечка опирается на карандаш. Место, в котором она опирается, называют точкой опоры.

В этом опыте мы взяли дощечку потому, что на нее удобно ставить фигурки. Можно было бы взять и круглую палку, и брусок, да и мало ли какой еще продолговатый предмет. Действие было бы тем же самым, только птичку и бегемота пришлось бы не ставить, а привязывать, или подвешивать, или приколачивать.

Длинную палку с точкой опоры называют рычагом. Это очень древнее приспособление. О рычаге сказал великий механик и математик древности Архимед из Сиракуз: «Дай мне точку опоры—и я переверну весь мир!»

Палка, подsunутая под шкаф,—это рычаг. И ты своим «птичьим» нажимом поднимаешь на ней «бегемота» — целый шкаф.

Каждая половинка щипцов для орехов — это рычаг. Поэтому «птичка» — твои пальцы — осиливает «бегемота» — сопротивление твердого ореха.

И каждая половинка ножниц — тоже рычаг. Поэтому «птичка» — твоя рука — на этот раз осиливает сопротивление толстой жести.

Посмотри внимательно на рисунки и сообрази, где находится в каждом случае точка опоры, где приложенная сила («птичка») и где сопротивление («бегемот»).

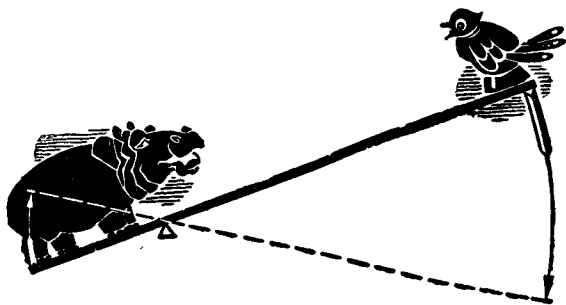
ПТИЧКИНА ХИТРОСТЬ

В чем же все-таки птичкина хитрость? Как это у нее получается, что она перетягивает бегемота? И как рука поднимает шкаф? И как удается раздавить орех? Ведь никакого постороннего двигателя во всех этих опытах нет. А сила все же увеличивается.

Дело, конечно, в том, что концы рычага имеют разную длину. Мы ведь подвигали карандаш совсем близко к бегемоту. И тогда только птичке удавалось этого бегемота поднять. Еще бы, она ведь опускалась с большой высоты, чтобы приподнять неподатливого бегемота едва на какой-нибудь сантиметр!

И шкаф тоже был приподнят совсем немного. А рука сделала большое движение! Так получалось и с ножницами, и со щипцами для орехов. Птичка может поднять бегемота, только ухватившись за длинный конец рычага. Но при этом ей нужно пройти большой путь. А бегемот сдвигается совсем немного.

Оказывается, сила птички увеличивается во столько



раз, во сколько ее конец рычага длиннее. Собственно, не конец, а вся часть рычага от точки опоры до конца, до того места, где сидит птичка. Эта часть рычага называется плечом. Так вот, если одно плечо длиннее другого вдвое — и сила увеличивается тоже вдвое. Плечо длиннее в десять раз — и сила удесятерится!

РЫЧАЖНЫЕ ВЕСЫ

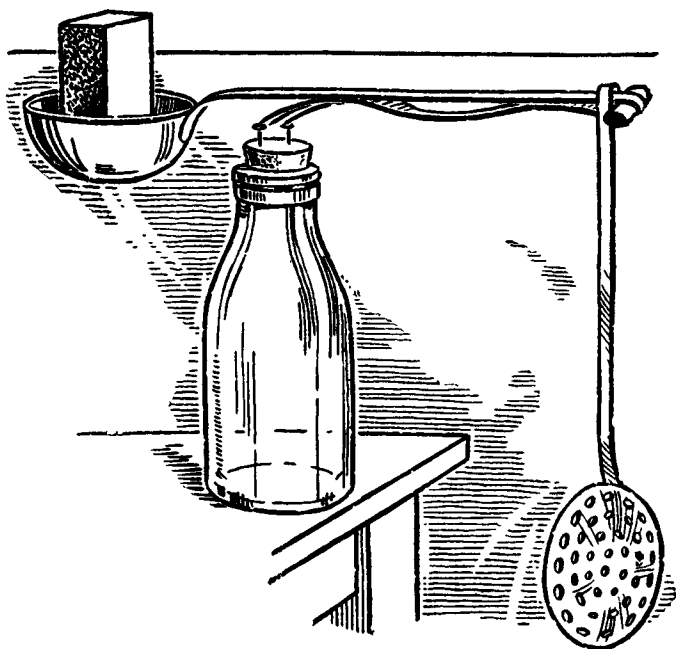
Вспомни, как тебя взвешивали при врачебном осмотре. Стоя на платформе весов, ты играл роль «бегемота» из нашего предыдущего опыта. А роль птички исполняла гирия, которую передвигала по коромыслу весов медицинская сестра. Конечно, эти весы устроены сложнее, чем в нашем опыте. В них спрятаны два рычага, расположенные один за другим. Но основной принцип тот же самый. Гирия по коромыслу передвигалась далеко, а движение платформы весов было едва-едва заметным.

Очень похожи по устройству и большие товарные, так называемые десятичные весы. Их можно увидеть на товарных складах и в багажных отделениях станций железной дороги. На почте взвешивают посылки тоже на рычажных весах. Хозяйственные, кухонные весы чаще выпускают пружинными, со стрелкой и циферблатом. Но иногда в кухне можно увидеть и рычажные весы.

Ты тоже можешь сделать кухонные рычажные весы. Рычагом, да заодно уже и чашкой этих весов, будет служить поварешка, подвижной гирей — шумовка, точкой опоры для рычага тут будут зубья вилки. Они лежат на шляпках двух гвоздей, воткнутых в пробку. Другой конец вилки вставлен в крючок поварешки вместе с кусочком пробки, чтобы не выпадал.

На стене проведи горизонтальную линию. Как это сделать — объяснено дальше, в главе «О воде и трубах» («Как повесить картину?»). Взвешивая груз, передвигай шумовку до тех пор, пока поварешка не установится параллельно этой линии.

На коромысле почтовых и медицинских весов нанесены деления. И на ручке поварешки их тоже нужно будет нанести. Сперва отметь положение шумовки на поварешке без груза. Потом положи в черпак поварешки



груз в 0,5 кг и передвигай шумовку, пока снова не установишь равновесие. Отметь и это положение шумовки. Промежуток между двумя отметками раздели по линейке на пять равных частей и поставь около делений цифры: 0; 0,1 кг; 0,2 кг и так до 0,5 кг. Весы готовы!

Глава четвертая. ПОЧЕМУ НЕ УПАЛИ ШАХМАТЫ!

ШАХМАТЫ И ИНЕРЦИЯ

Слово «инерция» я впервые услышал в детстве. Отец мой был заядлым любителем шахмат. И если к нам в дом приходил какой-нибудь шахматист, отец немедленно доставал массивный ящик из пальмового дерева. Там хранились шахматы, тоже пальмовые, а крышка служила доской. Это был приз, полученный за победу в каком-то турнире. И весь вечер отец и гость, увлекшись игрой,

оставались глухи и немые, не отвечали на вопросы, не слышали, когда их звали ужинать.

Это очень сердило мою маму. Она любила, чтобы все делалось вовремя, чтобы гости поддерживали интересный разговор и уж, во всяком случае, сидели за стол по первому зову. И вот однажды, когда ужин успел совершенно остыть, а оба шахматиста в ответ на все призы только мычали что-то невнятное, мама в отчаянии схватила край скатерти, на которой стоял пальмовый ящик, и дернула что было сил.

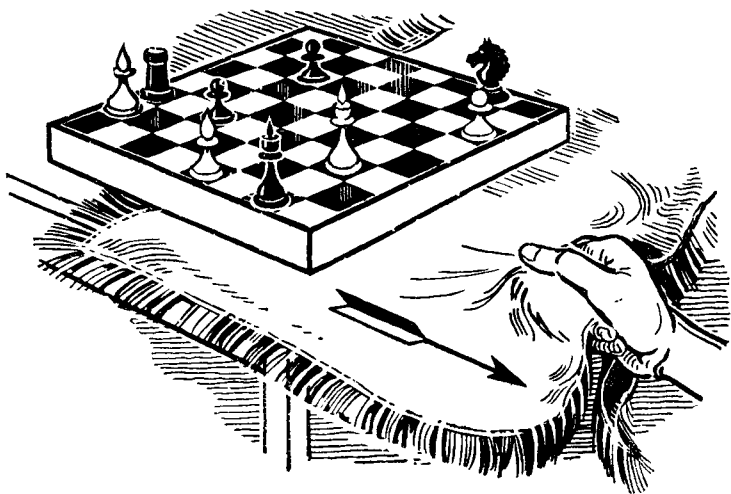
Мама хотела прекратить ненавистную игру. Но какво же было ее изумление, когда скатерть легко выдернулась из-под ящика, а шахматы даже не шелохнулись!

Мама так и остолбенела со скатертью в руках. Шахматисты посмотрели на нее и расхохотались. Тут и у мамы вся злость прошла. Она тоже принялась смеяться.

— Вот видишь,— сказал отец, вытирая слезы от смеха.— Видишь, что значит инерция!

— Да уж...— ответила мама.— И у вас инерция не меньше, чем у ваших шахмат. Вас тоже с места не сдвинешь!

И мы сели ужинать. А я все думал: «Что же это такое — инерция? И почему не упали шахматы?»»



ШАШКИ ТОЖЕ НЕ ПАДАЮТ!

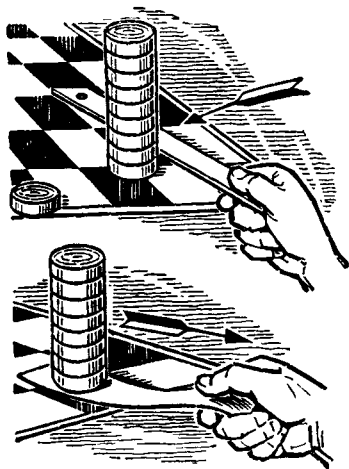
Тебе, наверное, хочется повторить опыт, который, сама того не желая, проделала когда-то моя мама. Но не со всякими шахматами он получается. Нужна достаточно тяжелая доска с гладким, полированным дном. И скатерть нужна гладкая, скользкая, из шелковой или льняной ткани.

Впрочем, если у тебя есть деревянная шахматная доска или просто гладкий стол, ты можешь проделать похожие опыты с шашками.

Первый опыт будет такой. На доску поставь 10—12 шашек столбиком, одну на другую. Немного поупражнявшись, ты научишься быстрым ударом линейки выбивать нижнюю шашку, не свалив тех, что стояли на ней.

Второй опыт с шашками тоже очень прост. На край доски положи полоску писчей бумаги, а на нее поставь столбиком несколько шашек. Попробуй потянуть за бумажку.

Если потянешь медленно, шашки поедут вместе с бумагой. Но если дернуть очень резко, бумажка останется у тебя в руках, а шашки не шелохнутся!



ТРИ ОПЫТА С МОНЕТАМИ

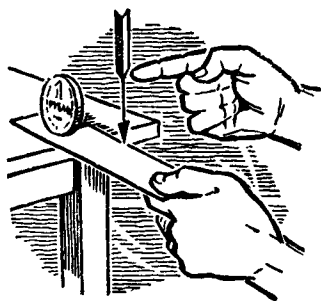
Красивый опыт можно проделать с тяжелой монетой, лучше всего с металлическим рублем. Полоску гладкой бумаги положи одним концом на край ровного стола. На эту полоску поставь на ребро рублевую монету.

Теперь, придерживая левой рукой свободный конец полоски, резко ударь по ней пальцем правой руки. Бумага соскользнет со стола, а рубль останется на месте!

Опыт с монетой можно сделать и немного по-другому. Поставь рубль ребром на почтовую открытку так,

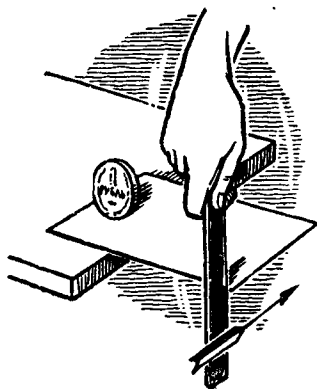
чтобы примерно две трети этой открытки выступали за край стола. Конечно, как и в предыдущем опыте, это место стола не должно быть покрыто скатертью.

Затем линейкой или какой-нибудь палочкой ударь по



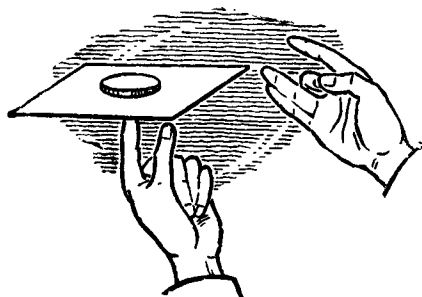
выступающему концу открытки. Этот опыт труднее предыдущего, тут придется потренироваться. Но ты обязательно научишься ударять так быстро и так сильно, что открытка будет вылетать, а монета даже не шелохнется!

Еще один опыт, потруднее, тоже с монетой. Подними указательный палец левой руки и положи на него квадратик, вырезанный из открытки. А сверху положи тяжелую монету. Если ты дашь квадратику резкий щелчок, то вышибешь его, а монета останется у тебя на пальце!



В чем же секрет всех этих опытов? И монеты, и шашки, и шахматная доска в рассказанной мной истории — все они находились на месте, не двигались. Если бы их не трогали, они, конечно, всегда оставались бы в прежнем положении.

Потом мы приводим в движение скатерть, бумажку, нижнюю шашку в столбике. Казалось бы, это движение должно передаться монетам, шах-



матам, шашкам. Но если предметы легко скользят один по другому, а движение достаточно резкое, оно не успевает передаться. Верхние предметы остаются на месте!

Здесь проявляется общее свойство всех предметов, или тел, как говорят физики. Всякое тело стремится сохранять состояние покоя. Вот это свойство тел и называют инерцией.

Инерция — явление, которое встречается очень часто. Поэтому даже людей, которые «тяжелы на подъем», которых трудно привести в движение, называют инертными, то есть стремящимися к неподвижности. Именно это имела в виду моя мама, говоря об инерции шахматистов.

ЕЩЕ НЕСКОЛЬКО ОПЫТОВ С ИНЕРЦИЕЙ

Для начала — еще один опыт с монетой. От листа тетради отрежь полоску шириной в полтора сантиметра, склей из нее кольцо и поставь его вертикально на горлышко пустой бутылки из-под молока. Сверху положи гривенник так, чтобы он пришелся точно над отверстием.

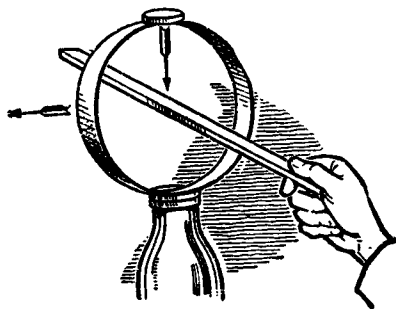
Теперь введи внутрь кольца палку или линейку. Ударь по кольцу в горизонтальном направлении как можно более резко. Кольцо отлетит в сторону, а гривенник... Останется на месте? Конечно, нет, он свалится в бутылку. И все-таки это инерция: ведь гривенник не улетел вместе с кольцом. А что упал вниз, тут уж ничего не поделаешь. Гривенники не умеют парить в воздухе.

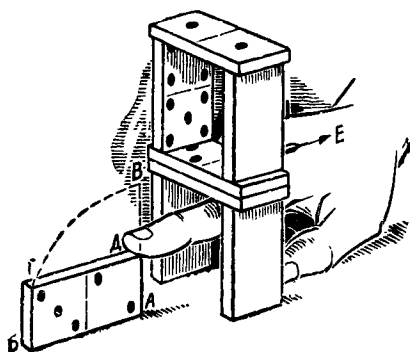
Интересный опыт можно сделать с домино. Только косточки должны быть из пластмассы: деревянные недостаточно скользят.

Поставь две косточки домино «на попа» и накрой их сверху еще одной, чтобы получились ворота. На верхнюю косточку положи еще одну, а сверху построй вторые ворота.

При достаточной ловкости ты сможешь выбить первую косточку, прикрывающую нижние ворота, не развалив всю постройку.

Рассмотри внимательно рисунок. Перед всем сооружением

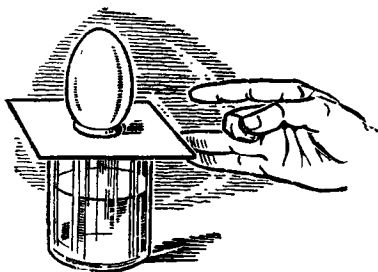




положена на ребро *АВ* еще одна кость. Просунув палец в нижние ворота и нажав им на угол *Д*, можно заставить эту кость быстро приподняться так, чтобы ее край *АВ* занял положение *АВ*. Тогда угол *Г* ударит по нижней косточке, прикрывающей ворота. Если удар будет достаточно резким и сильным, ко-

сточка вылетит в направлении стрелки *Е*, а верхний этаж постройки опустится, не развалившись!

Ты уже выбивал открытку из-под монеты. Достаточно сильным щелчком можно выбить ее и из-под куриного яйца. Положи открытку на стакан, до половины налитый водой, а сверху положи колечко от ключей и поставь на него яйцо.



Щелчок — и яйцо в стакане!

Я не сомневаюсь в твоей ловкости. Но все же лучше возьми яйцо не сырое, а сваренное вкрутую.

РАЗ — И ГОТОВО!

Очень красивый опыт можно сделать с сухой палкой. Правда, он не получается сразу и требует некоторой тренировки.

Подбери тонкую, сухую палку длиной около одного метра. Склейте из бумаги два кольца. Попросите двух товарищей подержать эти кольца на лезвиях столовых ножей, как показано на рисунке. В кольца вложите концы палки.

Теперь возьми другую палку, потяжелее, и ударь ею по середине висящей палки. Не бойся повредить бумажные кольца. Они тем вернее останутся целы, чем сильнее ты ударишь. Ножи не разрежут бумагу, а висящая палка будет сломана!



Можно так напрактиковаться, что этот опыт будет удаваться с кольцами не из простой бумаги, а из папиросной и даже с петлями из волоса!

Причина все та же — инерция. Висящая палка стремится сохранить состояние покоя. А толчок при достаточно резком ударе не успевает распространиться. Палка переламывается раньше, чем сотрясение дойдет до ее концов.

ПРИКЛЮЧЕНИЕ НА ЭСКАЛАТОРЕ

Ты, конечно, знаешь, что такое эскалатор. Это движущаяся лестница. Эскалаторы устраивают на станциях метро и в больших магазинах. Ими ежедневно пользуются миллионы людей. Эскалатор удобен, надежен, безопасен. И все же...

Рассказывают, что произошел однажды такой случай. Один ротозей спускался на эскалаторе, держа в руках корыто. Держал он это корыто, держал и уронил. Корыто понеслось вниз, словно санки с горы. Набрало скорость и ударило под коленки толстяка с покупками. Толстяк рухнул как подкошенный. Куда рухнул? Да в корыто, конечно!

Он упал в корыто, словно гривенник в бутылку, словно крутое яйцо в стакан с водой. И виновата в этом была

инерция. Ведь если бы толстяк не стремился сохранить состояние покоя, он пришел бы в движение мгновенно и покатылся бы не в корыте, а впереди него.

Но инерция сделала свое дело. И бедный толстяк, беспомощно размахивая руками и ногами, с громом промчался по ступенькам и распугал всех пассажиров. А когда эскалатор кончился, корыто с визгом и скрежетом проехало еще несколько метров по гранитным плитам пола. И только после этого толстяка вынули из корыта, словно младенца из колыбели...

Я не знаю, случилась ли эта история в действительности. Слишком уж она смешная. Но если бы случилась, все было бы именно так. Все до самого конца — до торжественного выезда толстяка в корыте с эскалатора. Ведь здесь произошло примерно то же, что происходит с тобой в автобусе, когда он резко тормозит. Движение автобуса прекращается, как прекратилось движение эскалатора, ушедшего под пол. А ты еще продолжаешь двигаться, ты летишь вперед, словно толстяк в корыте!

Что это — инерция? Да, это тоже инерция. Только не инерция покоя, а инерция движения. Оказывается, тело стремится сохранять состояние покоя лишь в том случае, если оно уже находится в покое. Но если тело движется, тогда оно стремится продолжать свое движение.

Чтобы лучше в этом разобраться, сделай опыт. Конечно, я понимаю, что тебе очень бы хотелось повторить опыт с корытом и эскалатором. Жаль, что эскалатор нельзя устроить дома. Ну ничего. Мы с тобой соорудим другую интересную вещь: катапульту. Но ты, может быть, не очень хорошо знаешь, что такое катапульты? Тогда сначала прогуляемся в прошлое. Недалеко, всего на каких-нибудь два тысячелетия!



ГРОЗА СТАРИННЫХ КРЕПОСТЕЙ

Итак, мы в прошлом. Смотри-ка, здесь воюют! Войско древних римлян осаждает город.

Вот римские легионеры бросаются на приступ. Но город не зря называется городом. Он действительно огорожен, обнесен оградой — частоколом из толстенных бревен. По углам — грозные башни. Тяжелые ворота в башнях заперты, заложены могучими засовами.

Горожане защищаются отчаянно. Кому охота попасть в рабство?

Летят градом стрелы, сверкают мечи и копья, свистят тяжелые палицы. Со стен льется кипяток, падают каменные глыбы...

Приступ отбит. Легионеры отступают. Но гляди-ка, что это они тащат? Там, куда не долетают стрелы горожан, римляне устанавливают какое-то громоздкое деревянное сооружение. Это не пушка. Да пушки еще и не изобретены. Это катапульта. Упавшие духом горожане видят раму из толстых брусьев. Над ней торчит вверх сооружение, напоминающее букву «П». Ножки у «П» толстые да еще подперты прочными подкосами. А могучая перекладина обмотана чем-то мягким.

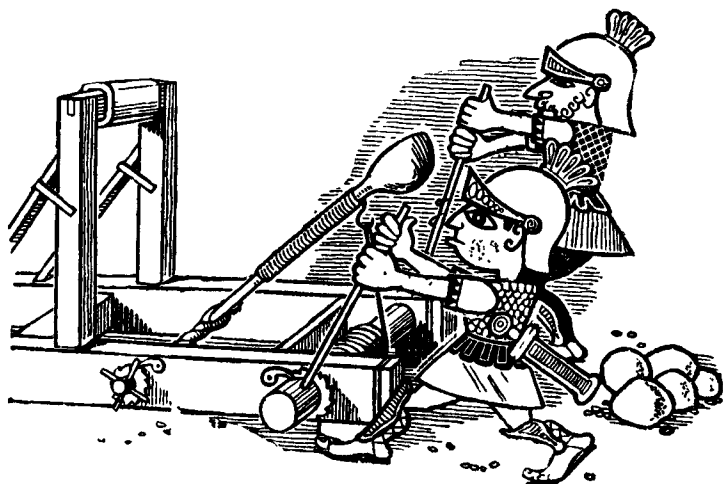
Под буквой «П», между брусьями рамы, натянут толстый жгут из бычьих сухожилий. А в самую середину этого жгута вставлена концом... ложка? Да, ложка! Только она разве что сказочному великану пришлось бы по руке. Эта ложечка больше человека!

Рассмотри внимательно наш рисунок. Видишь, к ручке ложки привязан канат? Он наматывается на ворот, который крутят два воина. Сначала дело идет легко. Но чем ниже склоняется ложка, тем больше ее конец закручивает жгут из сухожилий. Сухожилия натягиваются, как струны. Воины тяжело дышат. Ворот едва поддается их усилиям. Он скрипит, скрежещет. Но вот наконец ложка легла почти горизонтально. Воины катят бочонок со смолой, ставят его в ложку, выбивают дно и поджигают.

Смола вспыхивает чадным пламенем.

Раздается отрывистая команда.

И ложка, мгновенно освобожденная от каната, резко поднимается. Страшный удар о перекладину... Катапуль-



та содрогается и подпрыгивает... И вот уже бочонок летит, роняя огненные струи горячей смолы. Перемахнув через стену, он падает на крышу деревянного домишки. В городе вспыхивает пожар!

Горожане бросаются тушить, а римляне готовят катапульту к следующему выстрелу. Дело это не простое. Пока установишь катапульту, нацелишь ее в нужное место, пока взведешь ложку да пока зарядишь, пройдет не меньше четверти часа. А самые большие катапульты и по часу готовят к выстрелу.

Но вот новый удар сотрясает воздух, и новый бочонок летит, пылая, в осажденный город. Еще, еще... А когда в городе вспыхивает несколько пожаров, римляне начинают заряжать катапульту каменными глыбами.

Двухпудовая глыба, описав в воздухе дугу, с грохотом и треском врзается в городскую стену. Тр-рах! Толстенные бревна ломаются, как прутики. Только щепки летят! Тучей вьется пыль. Осажденные суетятся, тащат к бреши камни, мешки, корзины с землей. А римляне готовят катапульту к новому выстрелу.

Может быть, они и не попадут сразу в то же самое место. Катапульта стреляет неточно. Но рано или поздно

в стене образуется большой пролом, и тогда римляне, размахивая мечами, кинутся на последний, победный приступ...

Так действовала катапульта — гроза древних крепостей, чудо военной техники первого тысячелетия до нашей эры. Изобрели ее, видимо, ассирийцы, усовершенствовали древние греки и римляне. Потом придумали другую машину — баллисту. Она могла бросать не только камни и бочки, но и тяжелые стрелы и даже бревна, окованные железом. Такое бревно, длиной до трех с половиной метров, пробивало четыре ряда плотного частокола!

КАТАПУЛЬТА ИЗ КАСТРЮЛЬКИ И ЛОЖКИ

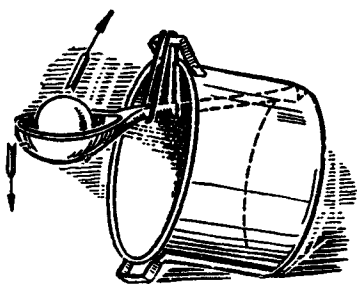
Простейшую модель катапульти ты можешь соорудить на кухне. Одна из главных частей — ложка. Лучше всего, если есть деревянная. Она, кстати, и видом больше похожа на ложку настоящей катапульти. Ложка из нержавеющей стали тоже годится. А вот алюминиевая не подойдет: она согнется. И поварешку брать не стоит: ее тоже можно согнуть. Станину катапульти заменит небольшая кастрюля.

Вместо жгута из бычьих сухожилий придется приспособить резиновое кольцо. Очень подходящие кольца прилагаются к стеклянным крышкам для домашнего консервирования. Такое кольцо можно взять на время, от нашего опыта оно не испортится.

Покупные консервы в стеклянных банках тоже имеют резиновую прокладку в виде кольца. Это кольцо можно аккуратно вынуть из металлической крышки, когда банка открыта. Правда, с ним катапульта получится слабая. Если есть старая велосипедная, мотоциклетная или автомобильная камера, можно отрезать колечко от нее. Наконец, годится и круглая резиновая подвязка.

Кольцо пропусти под одной из ручек кастрюльки и сложи пополам. Получатся две петли. Продень в них ручку ложки и упри ее концом в угол между дном и стенкой кастрюли. На рисунке видно, как это сделать.

Положи кастрюлю на стол так, чтобы она опира-



лась свободной ручкой и краем дна. В ложку заложил снаряд: мячик от настольного тенниса, небольшую картофелину, спичечный коробок.

Теперь можно стрелять. Оттяни ложку вниз и отпусти ее. Трах! Ложка, притягиваемая резинкой, подскочит вверх и ударится о край

кастрюли. Снаряд вылетит и опишет в воздухе красивую дугу. Может быть, вылетит и ложка. Но она не улетит так далеко.

Почему же полетел наш снаряд? Как и в настоящей катапульте, он сначала двигался вместе с ложкой. Но ложка ударилась о преграду и остановилась. А на пути снаряда преграды нет. И он продолжает двигаться по инерции, он летит, покинув катапульту!

Кстати сказать, в последние годы катапульты снова нашли применение в военном деле. С ее помощью запускают самолеты с палуб авианосцев и других кораблей, где не хватает места для обычного разбега. И на реактивных самолетах пользуются катапультной, чтобы в случае аварии выбросить в воздух летчика с парашютом. Сам он при такой скорости выскочить не может: слишком велико сопротивление воздуха.

Конечно, устройство современных катапульт совсем другое. Но принцип тот же: инерция движения.

ШЕСТЬ ВОПРОСОВ

Хорошо ли ты понял, что такое инерция движения? Если понял, ответь на вопросы:

Почему брошенный мячик продолжает лететь вверх уже после того, как ты выпустил его из руки?

Почему лыжник, докатившись до конца трамплина, не падает вертикально вниз, а описывает в воздухе длинную пологую дугу?

Почему бегун, споткнувшись, падает вперед, а не назад?

Почему шофер, увидев шалуна, перебегающего через улицу, не может остановить машину сразу?

Почему переламывается прутик, если стегнуть им по бревну? И почему отломившийся конец прутика продолжает лететь по направлению движения?

Почему пуля, вылетев из ствола винтовки, продолжает лететь вперед, хотя на нее уже не давят сзади пороховые газы?

Глава пятая. КОГДА СВРАЧИВАЮТ В СТОРОНУ

СНАЧАЛА НЕМНОГО О ФУТБОЛЕ

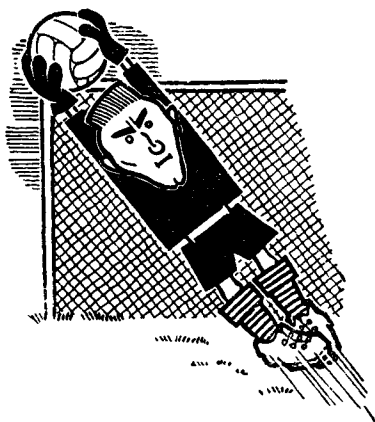
Удар! Точно пущенный мяч летит под самую верхнюю штангу. Но вратарь прыгает — и мяч, скользнув по его поднятым рукам, отклоняется вверх и уходит на угловой.

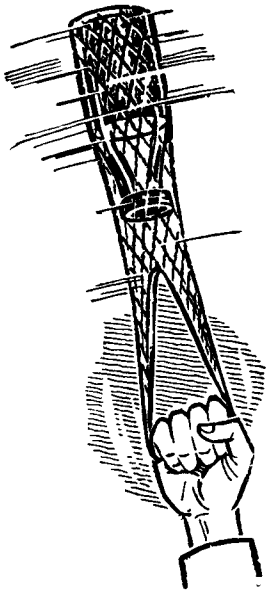
Ворота спасены! Болельщики неистовствуют. И, конечно, никто из них в эту минуту не думает о физике. Не думает о том, что здесь произошло с точки зрения этой науки.

Болельщики не думают, а мы с тобой давай подумаем. Что случилось на поле?

Мяч — назовем его для научности телом — летел в ворота. Летел он, конечно, не как-нибудь, а по инерции, отделившись от ноги нападающего. Летел, как ядро из пушки, как стрела из лука, как камень из катапульты, — словом, летел прямо. И все бы крайне удивились, если бы мяч, то есть тело, начал бы вдруг на лету выписывать зигзаги и петли, делать повороты и в результате такого несолидного своего поведения ни с того ни с сего пролетел бы мимо ворот.

Но никто не удивился, когда мяч отклонился от своего пути, натолкнув-





шись на руки вратаря. Тут была причина. Вратарь сделал определенное усилие, чтобы отклонить мяч. Он столкнул, свернул его с прямого пути. И ворота были спасены!

ВОДА НЕ ВЫЛИВАЕТСЯ ИЗ БУТЫЛКИ

Если налить воду в бутылку с широким горлышком, скажем в молочную, и бутылку перевернуть вверх дном, что произойдет?

Тут и опыта никакого не надо: вода выльется, и очень быстро!

Ну, а нельзя ли все-таки перевернуть бутылку так, чтобы вода из открытого горлышка не выливалась?

Давай попробуем. Только не в комнате, выйдем лучше во двор. Для нашего опыта нужно много места. Ведь мы не просто станем переворачивать бутылку, а поставим ее в хозяйственную сетку, с которой ходят за покупками.

Постепенно раскачай бутылку в сетке и — раз! Бутылка делает полный оборот... второй... третий... десятый... И каждый раз она переворачивается дном вверх, а горлышком книзу. Но ни одна капля воды не выливается! Почему? Что произошло с водой? Может быть, тут виновато вращение?

ВОДА ВЫЛИВАЕТСЯ ВВЕРХ

Теперь вместо бутылки возьми пустую консервную банку. В ней легко пробивать дырки гвоздем. И если у тебя нет подходящей сетки, можешь пробить две дырки у верхнего края банки, пропустить в них концы веревки и завязать толстыми узлами, чтобы не вырвались. А за

середину веревки вертеть. Можешь для проверки повторить предыдущий опыт с этой банкой, налив ее примерно на две трети. Вода и здесь не будет выливаться при вращении.

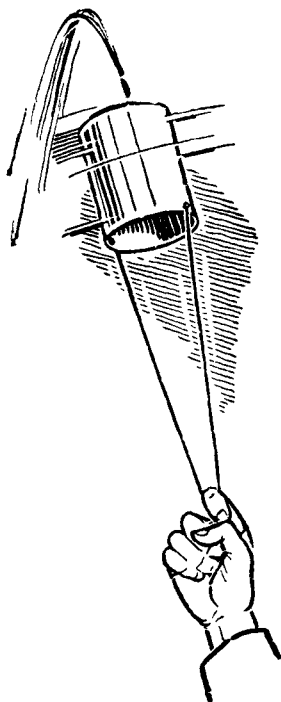
Ну, а теперь пробей в дне банки маленькую дырочку. Пробил? Наливай воды и раскручивай. Обрат... два... три... Из дырочки в дне бьет струя воды. Бьет вниз — это понятно. Бьет вбок... Это уже странно. Бьет вверх! Прямо вверх, каждый раз, как банка окажется наверху!

Отчего же так странно ведет себя вода в этой вращающейся по кругу банке? Почему из настезь открытой верхней части не выливается ни капли, а из маленькой дырочки в дне бьет фонтан?

Ты, верно, уже понимаешь, что все дело именно во вращении. Ведь из неподвижной банки вода вверх не бьет ни через верхнюю часть, ни через дырочку. А как только ты начинаешь банку раскручивать, вода словно стремится убежать от центра, вокруг которого происходит вращение.

Бежит от центра... Силу, которая отбрасывает вращающееся тело от центра вращения, назвали центробежной. Но назвать, даже и самым удачным словечком, — это еще мало. Главное — понять, в чем дело.

Когда банка движется, вода движется вместе с ней. Двигается по инерции. Но ты, конечно, уже заметил, что тела, движущиеся по инерции, сами по себе не сворачивают в сторону. Вратарю, например, пришлось потрудиться, чтобы мяч отклонился. Вербка, которая удерживает банку, порядком тянет твою руку. Тянет вниз, когда банка внизу, это понятно. Но вот когда банка вверх — и тяга тоже вверх!



Банка стремится лететь прямо, лететь по инерции. А веревка не пускает, заворачивает по кругу. Банка сопротивляется, натягивает веревку.

Вода в банке тоже стремится двигаться по инерции, прямо. Но банка (или бутылка) не пускает, заворачивает по кругу. Вода сопротивляется, давит на дно. И если в дне дырочка, из нее бьет фонтан!

Значит, центробежная сила тоже происходит от инерции!

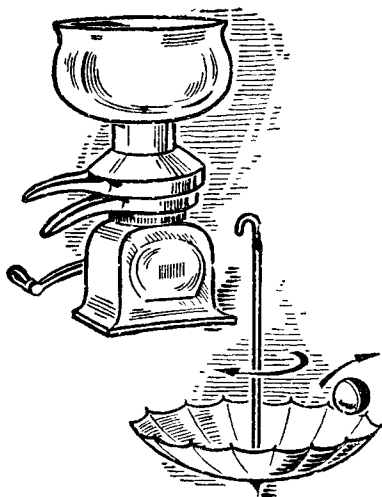
ЗОНТИК И СЕПАРАТОР

Раскрой зонтик, упри его концом в пол и раскрути. Внутри зонтика брось мячик. Пусть покатается на карусели!

Но мячик не хочет кататься. Он ползет вверх, к краю зонтика. При сильном вращении он вылетает на пол и далеко откатывается в сторону. Ты уже знаешь почему. На мячик действует центробежная сила.

Интересно, что на этом же явлении основано действие сепаратора для молока. Латинское слово «сепаратор» означает «отделитель». И он действительно очень хорошо отделяет от молока жирные сливки.

Ты, конечно, знаешь, что в молоке есть жир. Он не смешивается с водянистой частью молока, он плавает в ней в виде крошечных капелек, которые можно увидеть только в микроскоп. Если дать молоку спокойно постоять несколько часов, более легкие капельки жира постепенно всплывут и соберутся в верхней части посуды. Если из этой верхней части жидкость слить, получим уже не молоко, а сливки. В них больше жира, чем в молоке. А внизу останется молоко тощее, или обрат.



Но на больших молочных заводах нужно перерабатывать слишком много молока. Некогда ждать, пока сливки сами отстоятся. Вот тут и нужен сепаратор. Это сосуд, который вращается очень быстро. Сосуд похож на бочонок. Под действием центробежной силы молоко отбрасывается к его стенкам. Вспомни, как в опыте с вращающейся консервной банкой струйка воды била вбок!

Вода — тяжелая часть молока. Поэтому она прижимается к стенкам сильнее, чем более легкий жир. Вода выжимает, вытесняет жир к середине бочонка. И там, в середине, собираются сливки, а на окружности — обрат.

Сепаратор устроен так, что молоко можно все время подливать, не останавливая вращения. А сливки и обрат все время вытекают по особым трубкам. Сливки получаются меньше, их желтоватая струйка гораздо тоньше на вид. А голубоватый обрат льется толстой струей.

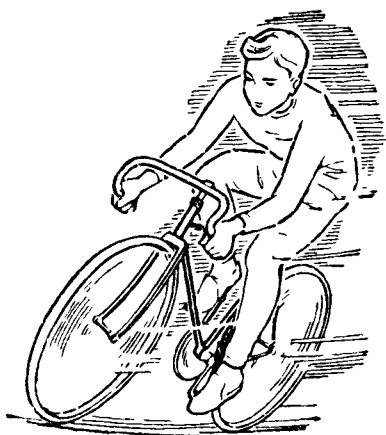
Есть еще большие сепараторы, в которых делают сливочное масло. Из них уходит только обрат, а сливки не сливают. Они вращаются в сепараторе до тех пор, пока все крошечные жиринки не слипнутся в один сплошной масляный ком!

Только тогда заканчивается работа центробежной силы. Готовое масло вынимают из сепаратора, промывают и прессуют.

ЛЕГЧЕ НА ПОВОРОТАХ!

Когда вагон или автомобиль делает поворот, тебя что-то толкает к наружной стенке. Ты уже знаешь, чьи это шутки. Здесь работает центробежная сила, сила инерции, которая заставляет двигаться дальше прямо.

Но ведь сила инерции действует и на весь вагон, на весь автомобиль. Значит, она и его стремится свалить наружу? Да, стремится. Вот почему автомобиль на повороте обычно сбавляет скорость. Как бы не перевернуться! А на трамвайных линиях и железных дорогах в местах поворотов наружный рельс укладывают выше внутреннего. И вагон на повороте слегка наклоняется внутрь. Выходит, что вагон, покосившийся набок, здесь устойчивее, чем стоящий прямо!

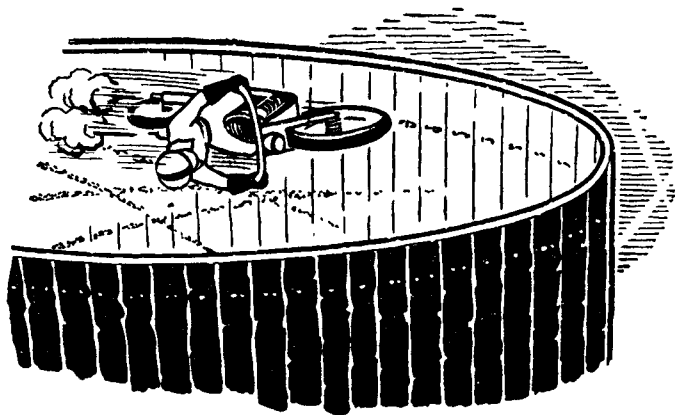


Да ты и сам, катаясь на велосипеде, при поворотах наклоняешься внутрь. Ты делаешь это бессознательно, не задумываясь о силе инерции. Иначе просто не получается, иначе ты опрокинешься наружу!

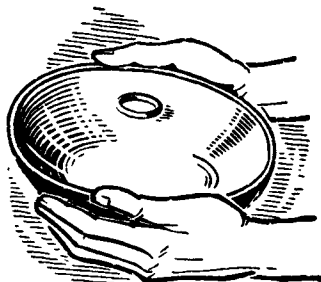
Шоссейные дороги обычно на поворотах делают наклонными. Наружный край выше внутреннего, чтобы автомобили не переворачивались.

На треках для велосипедных и мотоциклетных гонок наклон пути на поворотах особенно заметен. Там ведь скорость движения очень велика. А в цирке иногда можно видеть даже такой аттракцион: мотогонки по вертикальной стене. Трек устроен вроде стенок барабана. Мотоциклисты сначала разгоняются на земле, в середине, описывают круги все быстрее и быстрее, наклоняются все больше и больше... И вот они уже въезжают на стенку, и мчатся по ней, лежа в воздухе горизонтально!

Этот аттракцион не каждому удастся увидеть, потому



что показывают его не так часто. Зато каждый может сделать похожий опыт с колечком, катящимся в миске. Возьми миску в руки, поставь на дно колечко и начинай потихоньку покачивать миску так, чтобы колечко покатило по кругу. Быстрее, быстрее, и вот уже колечко, заметно наклонившись внутрь, бежит по стенкам миски. А если движение замед-



лится, колечко станет описывать все меньшие круги.

Хорошо напрактиковавшись с колечком, можешь попробовать сделать такой же опыт с монетой.

Кстати сказать, при очень быстром движении монета или колечко могут и вовсе выкатиться из миски. Беда здесь невелика. Но на гоночных треках тоже иногда бывает, что неосторожный водитель вылетает через край вместе со своей машиной. Вот это уже большое несчастье.

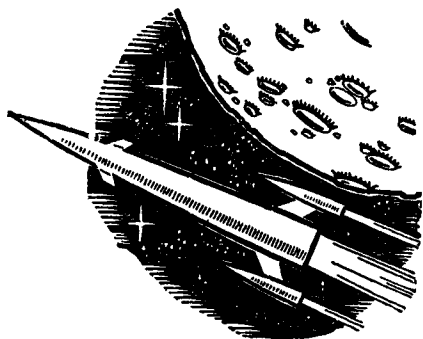
Глава шестая. ПОЧЕМУ ЛЕТИТ РАКЕТА!

ПОЧЕМУ ЛЕТИТ РАКЕТА!

Почему плывет лодка? Потому, что гребец работает веслами. Весла загребают воду и толкают лодку вперед. Почему летит птица? Потому, что она крыльями машет. Крылья, словно весла, загребают воздух и толкают птицу вперед. Почему летит самолет? Потому, что у него двигатель работает и вращает воздушный винт. Винт врезается в воздух, словно шуруп в доску, и тянет самолет вперед.

Если нет доски, шуруп можно вертеть сколько угодно. Он вперед не пойдет. Если нет воздуха, воздушный винт тоже можно вертеть сколько угодно. Он тоже вперед не пойдет. И сам не пойдет, и самолет за собой не потянет. Значит, самолет может летать только там, где есть воздух.

А вот на Луну самолет не полетит. Только поднимется повыше, а там уже воздуха совсем мало. Дальше и во-

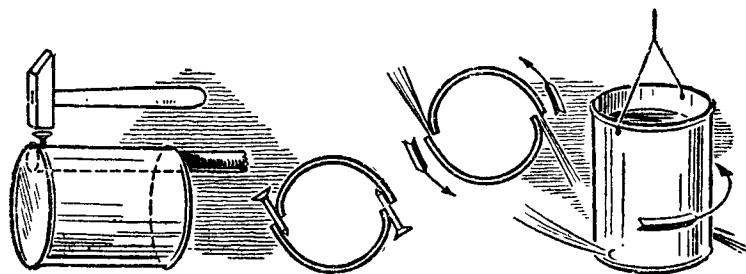


все безвоздушное пространство начинается. Как же там летать?

На Луну может долететь только ракета. Ей воздух не нужен, она сама себя толкает. У ракеты двигатель особый. В нем сгорает топливо и получается много горячих газов. А в дне у ракеты дырка. Называется сопло. Из этого сопла газы вырываются сильной струей.

Это от них за ракетой словно огненный хвост остается. Струя бьет назад — ракета летит вперед. Непонятно? Давай сделаем опыт.

Нет, на Луну мы с тобой пока не полетим. И ракет пускать не будем. Мы всего-навсего сделаем водяную карусель из консервной банки. Все равно материалов для космической ракеты нам не достать. А пустая консервная банка всегда найдется. И инструменты нужны самые простые — молоток да небольшой гвоздь.



В боковой стенке банки, у самого дна, пробей гвоздем дырку. Потом, оставив гвоздь в дырке, отогни его в сторону. Нужно, чтобы дырка получилась косая и струя из нее била вбок.

На другой стороне банки этим же гвоздем пробей вторую дырку, как раз напротив первой. И тоже отогни гвоздь в сторону, чтобы дырка была косая. Только посмотри сначала, в какую сторону отгибать. Если ты в

первый раз влево отгибал, то и теперь отогни влево. Так и на картинке у нас нарисовано.

В верхней части банки пробей еще две дырки, тоже одну против другой. Только здесь гвоздь отгибать не надо. Эти дырки могут быть прямыми.

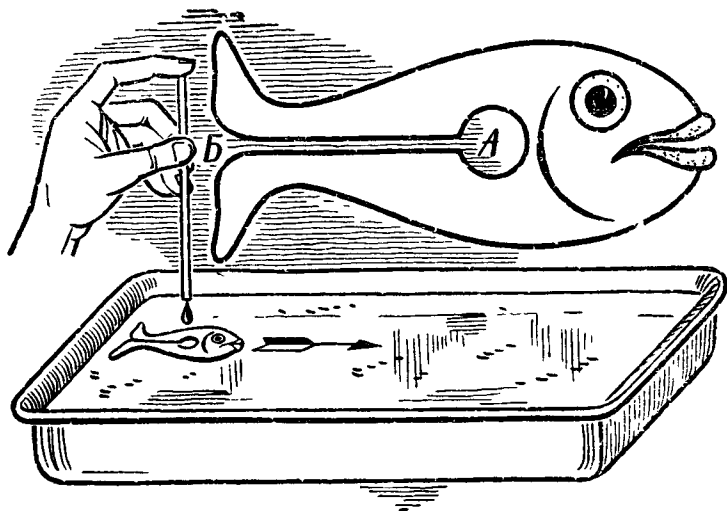
В верхние дырки продень концы длинной нитки и завяжи их. Вот и готов прибор для наших опытов. Захвати с собой ведро воды и ступай во двор.

Наполни банку водой и подними ее за нитку. Вода польется из нижних отверстий двумя косыми струйками. Конечно, эти струйки куда слабее, чем струя пламени, бьющая из сопла ракеты. Но и они окажут свое действие. Струйки бьют в одну сторону — банка закрутится в другую.

От этих опытов на дворе образуется лужа. И сам ты, наверное, тоже намокнешь. Ну да ничего! Зато теперь ты знаешь, почему летит ракета!

БУМАЖНАЯ РЫБКА

Вырежь из плотной бумаги рыбку. На нашем рисунке она показана в натуральную величину. В середине у рыбки круглое отверстие *A*, которое соединено с хвостом узким каналом *АБ*. Налей в таз воды и положи рыб-



ку на воду так, чтобы нижняя сторона ее вся была смочена, а верхняя осталась совершенно сухой.

Это удобно сделать с помощью вилки. Положив рыбку на вилку, осторожно опусти ее на воду. Рыбка поплывет, а вилку утопи поглубже и вытащи.

Теперь нужно капнуть в отверстие *A* большую каплю масла. Лучше всего воспользоваться для этого масленкой от велосипеда или швейной машины. Если масленки нет, можно набрать машинного или растительного масла в пипетку. Но пипетку потом трудно будет отмыть. Очень удобно капать с помощью соломинки. Обрезок соломинки, не имеющий «суставов», опусти одним концом в масло на 2—3 мм. Потом верхний конец прикрой пальцем и перенеси соломинку к рыбке. Держа нижний конец точно над отверстием *A*, отпусти палец. Масло вытечет прямо в отверстие.

Стремясь распространиться по поверхности воды, масло потечет по каналу *AB*. Растекаться в другие стороны ему не даст рыбка. Как ты думаешь, что сделает рыбка под действием масла, вытекающего назад?

Ясно: она поплывет вперед!

ВЕРТЯЩАЯСЯ СПИРАЛЬ

Из очень тонкой проволоки сверни небольшую спираль, слегка смажь ее маслом и положи на воду с помощью вилки. Потом на-



бери несколько капель мыльного раствора в пипетку или же в соломинку, как в предыдущем опыте.

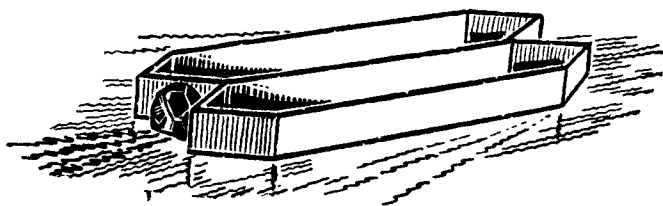
Урони капельку раствора в центр спирали. Сейчас же спираль завертится в направлении, указанном на рисунке стрелкой. Когда вращение прекратится, пусти еще одну каплю. Спираль завертится снова!

Ты, конечно, хорошо понимаешь, почему спираль приходит в движение. И почему она вертится в сторону, обратную той, куда вытекает мыльный раствор.

РЕАКТИВНЫЙ КАТЕР

Постарайся достать кусочек камфары. У нее есть такое свойство: если положить кусочек на воду, то частички камфары начнут отделяться с большой быстротой. Понимаешь? Ведь это годится для реактивного двигателя! Нужно только так устроить, чтобы частички могли выходить лишь в одну сторону.

Для этого сделай маленький катер из алюминиевой фольги (в нее завертывают шоколад и дорогие сорта конфет). Кусочек камфары вставь в прорез на корме катера. Теперь катер может часами безостановочно бегать по поверхности воды в тазу!



Реактивный двигатель нашего катера так прост, что проще не придумаешь. Однако и он может отказывать в работе. Когда я был еще совсем небольшим мальчишкой, мне однажды подарили такой катер. Только не самодельный, из фольги, а покупной, целлулоидный. Катер был очень красив, но — увы! — он и не думал двигаться, хотя к нему был приложен порядочный кусочек камфары.

Только много позже я узнал, в чем дело. Оказывается, этот красивый опыт не выносит ни малейших следов жира. Их не должно быть ни на катере, ни на поверхности воды. Поэтому, принимаясь за изготовление катера, хорошенько вымой руки. Готовый катер протри ваткой, смоченной в эфире. А таз перед опытом тщательно вымой горячей водой с содой или стиральным порошком!

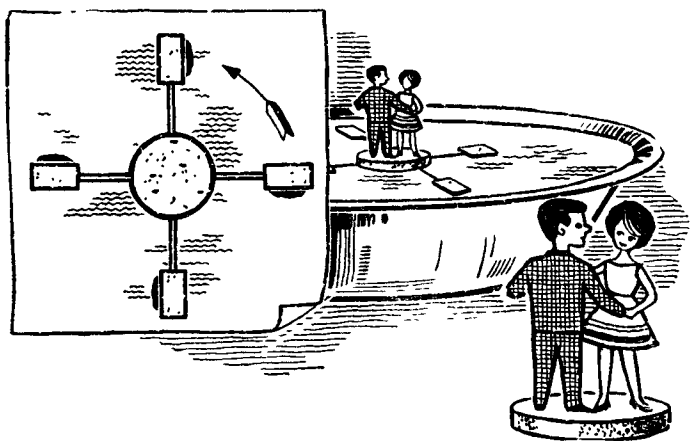
НЕУТОМИМЫЕ ТАНЦОРЫ

Если тебе удастся достать камфару и эфир, можешь сделать еще одну очень интересную игрушку.

Сквозь кружок, отрезанный от корковой пробки, пропусти накрест две тонкие иглолки. Если пробки нет, годится пенопласт, твердая и очень легкая пористая пластмасса. На концах иглолок укрепи четыре маленькие пробковые пластинки. К пластинкам приклей по кристаллику камфары так, как показано на чертеже. Приклеить можно сургучом. Капнуть сургуч на пробку, подогреть над свечой или спичкой и пинцетом положить на него кристалл камфары. А можно приклеить и клеем БФ-2.

Здесь тоже очень важно, чтобы не было ни малейших следов жира. Работай чистыми руками. Готовую вертушку возьми пинцетом и прополощи в эфире. После этого ни в коем случае не бери ее руками, а только пинцетом. Миску, в которой вертушка будет плавать, вымой горячей водой с содой или стиральным порошком.

Поставь вертушку на воду. Она должна начать быстро вращаться. Если все в порядке, вырежь из тонкой (писчей) бумаги танцующую пару и приклей на пробковый кружок. Это будут самые неустойчивые танцоры на свете. Они могут кружиться дня три без остановки, пока кристаллы камфары не станут совсем маленькими.



Предложи товарищу угадать, какая сила заставляет кружиться этих танцоров. Вряд ли он догадается, что и здесь работает сила реакции!

Глава седьмая. КРУТИТСЯ, ВЕРТИТСЯ...

КАК ПОСТАВИТЬ СПИЧКУ!

В главе «Рельсы в небесах» ты научился ставить предметы, которые, казалось бы, должны лежать и только лежать. Ты ставил на острие заточенный карандаш. Ты ставил на край стола перочинный ножик.

Но как поставить заостренную спичку? Как сделать, чтобы она стояла головкой вверх?

Для этого есть очень простой способ. Вырежь из картона кружочек, проткни его точно в центре и надень на спичку. Получилась хорошо известная тебе игрушка — волчок.

Закрути его между пальцами и поставь на стол. Пока волчок крутится, он стоит.

Этот опыт настолько прост, что ты едва ли будешь его делать. Ведь и так все ясно. Интереснее сделать деревянный волчок в форме конуса, или кубарь, как его еще называют. Но хороший кубарь вручную не выстругаешь, его нужно выточить на токарном станке в школьной мастерской. Чтобы кончик не так быстро тупился, забей в него граммофонную иглу. Ее тупой конец послужит прекрасным основанием для кубаря. Только забивать иглу нужно точно по оси. Скопишь — волчок будет вертеться очень плохо.

Кубарь интересен тем, что его можно все время подгонять, подстегивать кнутиком. И пока кубарь вращается, он будет стоять на острие. Даже подпрыгнув от удара кнутика, он не



наклонится и, опустившись, будет вращаться все так же прямо. А если ты его толкнешь в бок, он все равно не наклонится, а отскочит.

Вывод ясен. Вращающийся волчок сохраняет направление своей оси.

НЕМНОЖКО ЦИРКА

Тр-р-р-рр! Тра-та-та-тах-трр! Грохоча и стреляя двигателями, мчатся мотоциклы по вертикальной стене. Ты уже знаешь — их держит центробежная сила.

А вот выбегает на арену другой цирковой артист. Поклон публике... Оркестр заиграл веселый, бодрый марш... И вот уже над головой у артиста на легкой палочке закружилась тарелка. Узнаешь артиста? Жонглер! Узнаешь закон физики? Волчок! Тарелка подперта палочкой не в центре, а ближе к краю. Так удобнее раскручивать. И все же она держится на палочке. Держится, потому что сохраняет направление своей оси.

Продолжая вращать тарелку, жонглер умудряется перекувырнуться через голову или лечь на пол и перекачаться, перехватывая палочку из руки в руку. Потом он перебрасывает тарелку другому жонглеру. Тот подхватывает ее на свою палочку и продолжает вращать.

Иной раз жонглеры крутят не одну тарелку, а несколько, держа две палочки в руках, третью — на носке ноги, а на лбу удерживая шест, на котором вращается целое блюдо или поднос, уставленный рюмками.

Вот какие чудеса вытворяет в цирке волчок! Но, конечно, одного только чудесного свойства волчка тут недостаточно. Чтобы стать жонглером, надо несколько лет учиться этому искусству. И даже выучившись, артисты цирка каждый день тренируются, каждый день тратят часы на повторение



своих номеров, чтобы потом с замечательной легкостью, с беспечной улыбкой исполнить их на манеже.

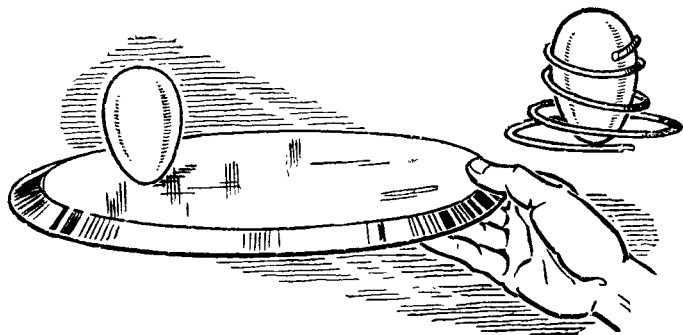
Поэтому я не советую тебе пытаться повторить опыт с вращением тарелки на палочке. Во всяком случае, не делай его ни с фарфоровой тарелкой, ни с фаянсовой, ни даже с тарелкой из пластмассы. Пластмассовая тарелка тоже треснет, если ее хорошенько уронить. А за этим дело не станет!

Если уж очень хочется попробовать свои силы, вырежь круг размером с тарелку из толстого картона, или выпиши из фанеры. Он-то не разобьется! Но помни, что учиться жонглировать можно только в таком месте, где ты ничего не заденешь, не зацепишь, не опрокинешь. Подальше от зеркал, шкафов, окон, от полок с посудой!

Фокус с тарелкой едва ли у тебя получится. Гораздо легче другой фокус — с широкополой шляпой. Его часто проделывают цирковые клоуны, набрасывая шляпы на головы своим партнерам. Попробуй и ты набросить шляпу на голову товарищу. Это не так уж трудно. Важно только, бросая шляпу, закрутить ее вокруг вертикальной оси. Тогда она не будет кувыркаться в воздухе. Ну, а остальное уже зависит от твоей меткости!

ТАНЦУЮЩЕЕ ЯЙЦО

Если у тебя есть поднос с совершенно гладким дном, можешь сделать этот интересный опыт. Перевернув поднос, положи на его донышко крутое яйцо. Води поднос по кругу, все ускоряя и ускоряя вращение. Яйцо, лежа-



щее на середине доньшка, будет увлечено этим движением и начнет вращаться вокруг собственной оси все быстрее и быстрее. Понемногу оно поднимется и остановится на одном конце, вращаясь, как волчок.

Для того чтобы лучше удавался этот опыт, яйцо нужно варить с хитростью. Оно должно не лежать в кастрюле, а стоять в ней вертикально. Добиться этого можно, например, надев на яйцо проволочную спираль, расширяющуюся книзу. Дело в том, что под скорлупой у тупого конца яйцо имеет воздушную камеру. При варке в вертикальном положении эта камера расположится точно по оси яйца, так что во время опыта легче будет добиться равновесия.

Если тебе все же не удастся заставить яйцо танцевать по подносу, вот уловка, которая облегчает этот опыт. Положи поднос на стол так, чтобы край выступал и его можно было сразу подхватить. Яйцо поставь посредине, придерживая его большим пальцем левой руки и указательным пальцем правой. Быстрым движением рук заставь яйцо вращаться. Потом подхвати поднос и поддерживай вращение яйца легкими толчками.

КАКОЕ КРУТОЕ, КАКОЕ СЫРОЕ!

Почему пущенный волчок продолжает вращаться и после того, как ты убрал руку? Здесь действует еще один вид инерции — инерция вращения. На инерции вращения основан интересный опыт с яйцами — сырым и сваренным вкрутую.

Натяни на каждое из этих яиц по длине резиновое колечко. Повесь оба яйца на проволочные крючки, привязанные к ниткам. Теперь каждое яйцо поверни несколько раз так, чтобы нитки закрутились на равное число оборотов.

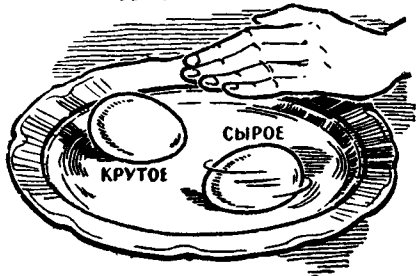
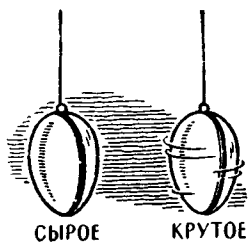
Когда отпустишь яйца, крутое быстро завертится в одном направлении, потом в обратном, снова и снова... Так оно будет вертеться довольно долго, прежде чем окончательно остановится. А вот сырое яйцо остановится почти сразу. Почему? Да потому, что крутое яйцо вращается как одно целое. А у сырого содержимое полужидкое, оно слабо связано со скорлупой.

Нитка, раскручиваясь, приводит во вращение скорлупу. Скорлупа «набирает обороты», но полужидкое содержимое из-за инерции покоя отстает от вращения скорлупы и тормозит.

Можно сделать похожий опыт и проще, не подвешивая яйца, а крутив их пальцами на доннышке тарелки или на гладком столе. Крутое будет вращаться долго, сырое остановится почти сразу. Кстати сказать, это надежный способ отличить крутое яйцо от сырого, не разбивая скорлупы.

У этого опыта есть интересное продолжение. Пустив крутое яйцо вращаться волчком по тарелке, на мгновение положи на него руку, чтобы остановить. Ты тут же отнимешь руку, но все будет уже кончено. Вращение не возобновится. Это понятно.

А вот сырое яйцо ведет себя более загадочно. Если, остановив его, ты отнимешь руку достаточно быстро, вращение возобновится! В чем здесь дело? Конечно же, в инерции вращения. Ведь содержимое, хоть и отставая и тормозя, все-таки тоже вращалось. И когда ты остановил скорлупу, вращение содержимого еще продолжалось по инерции. Убрал руку — роли переменялись. Теперь уже содержимое увлечет в своем вращении скорлупу!



ОПЫТЫ С ПОКУПНЫМ ВОЛЧКОМ

Очень интересные опыты можно проделать, если тебе удастся найти в магазине игрушек тяжелый металлический волчок, укрепленный в металлическом кольце. Эта игрушка называется гироскопом (или жироскопом).

Волчок запускается тонким и прочным шнурком. При быстром вращении он сохраняет вертикальное положение.

ние, если его поставить на один из шариков кольца. Волчок не только не падает, он даже сопротивляется, когда его пробуют повалить. И только когда вращение замедлится, волчок постепенно ложится набок.

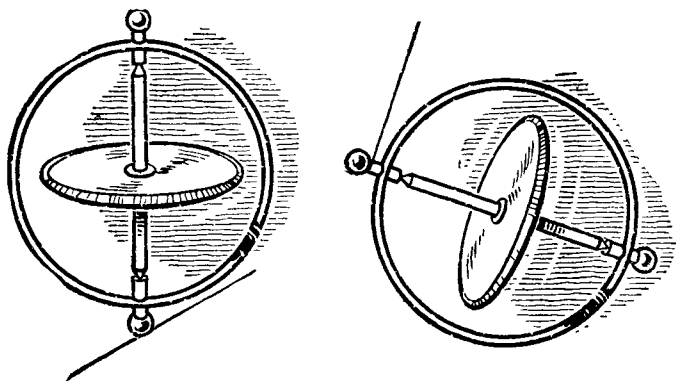
Впрочем, все это тебе уже знакомо по опытам с простыми самодельными волчками. Но усовершенствованный покупной волчок дает и новые возможности.

Например, он передвигается, не падая, по донышку тарелки или по другой гладкой поверхности, если нажимать палочкой на его нижний шарик.

Можно придать волчку положение, которое как будто бы противоречит всем законам равновесия. Он будет вращаться, стоя наклонно на кончике иглы. Для этого воткни швейную или граммофонную иглу в пробку бутылки острием вверх и, закрутив волчок, поставь его осторожно и точно на острие. Хорошо, если на шарике волчка есть маленькое углубление. Оно не даст соскочить с иглы. Если волчок немного наклонить, он, вместо того чтобы падать, опишет круг свободным концом.

А ты ведь уже знаешь, что равновесие волчка неустойчиво. В самом деле, если его наклонить, центр тяжести будет опускаться. Значит, волчок должен упасть. И он в самом деле упадет, как только перестанет вращаться. Но пока вращается, стоит. Ось вращения сохраняет свое положение.

Вращающийся волчок может, словно канатный плясун, удерживаться на тонкой нитке. Для этого нужно



только, чтобы в одном из шариков покупного волчка был желобок. Если его нет, можешь сам аккуратно сделать тонким напильником. Привяжи нитку к ручке окна, двери, к вешалке или другому неподвижному предмету, а другой конец возьми в руку. Раскрутив волчок, поставь его желобком на нитку. Он будет стоять неподвижно или «ездить» от одного конца к другому, если ты будешь поднимать или опускать нитку. Хорошо раскрученный волчок может ходить через всю комнату!

А вот еще замечательный опыт с покупным волчком. Подвесь волчок за один из шариков на прочной нитке. Пока волчок не вращается, он будет, конечно, висеть вертикально. Но как только ты запустишь волчок, он сможет вертеться в том положении, какое ты ему придашь. Хотя бы даже боком!

ВЕЛОСИПЕД И ВИНТОВОЧНАЯ ПУЛЯ

Что между ними общего? Разные размеры, разная форма, разное назначение... И все же велосипед и пуля — родня. Есть у них общий родственник — волчок!

Именно на способности волчка сохранять направление оси вращения основано хорошо известное тебе равновесие велосипеда. Ведь каждое из его колес — это волчок, лежащий на боку. Неподвижный велосипед немедленно валится набок, катящийся — держится прямо! В цирке часто можно видеть акробатов, выделяющихся на велосипедах всяческие чудеса. А ведь еще в конце прошлого века все велосипеды были трехколесными. Не только детские, но и для взрослых тоже. Оказывается, детский трехколесный велосипедик — не сын «взрослого» велосипеда. Скорее уж он его дедушка!

И винтовочная пуля тоже вертится в полете, как волчок. Ведь винтовка потому так и называется, что у нее в стволе сделаны винтовые нарезы. Пронесясь по стволу, пуля из-за этих нарезков получает быстрое вращательное движение. Поэтому и во время полета в воздухе она не будет кувыркаться. Ось пули сохранит то направление, какое было у нее в стволе. Острый конец будет все время смотреть вперед!

Так же устроены и современные пушки. Их снаряды

тоже вращаются, как волчки, и тоже летят острым концом вперед. Поэтому они улетают гораздо дальше и поражают цель гораздо точнее, чем круглые ядра старинных гладкоствольных пушек!

А гладкоствольные ружья, которыми еще в начале прошлого века была вооружена пехота всех армий мира, теперь выпускаются только для охоты. Ведь охотники стреляют дробью, а по более крупной дичи — картечью. Нарезка здесь все равно ни к чему.

Иногда, правда, из гладкоствольных ружей стреляют и большой свинцовой пулей — так называемым жаканом. Но дальнобойность и точность при этом невелики. Поэтому для охоты на опасных хищников пользуются все же винтовками, карабинами и другим нарезным оружием.

ЗА РУЛЕМ — АВТОМАТ!

С гулом и свистом разрывая воздух, мчится в заоблачной высоте реактивный пассажирский самолет. На борту этого стремительного воздушного корабля сегодня оказались и мы с тобой. Пассажиры мы не совсем обычные, нас даже пустят в пилотскую кабину. Скорее воспользуемся этим правом!

По коридорчику проходим мимо радиста. Впереди, в остекленной кабине, сидят в удобных креслах командир корабля и второй пилот. Но что это? Они мирно переговариваются друг с другом и при этом вовсе не держатся руками за рычаги управления!

У нас невольно душа уходит в пятки. Сейчас, сейчас никем не управляемая машина сорвется в штопор, врежется в землю, разобьется вдребезги!

Впрочем, пока все обстоит благополучно. Рычаги слегка двигаются, покачиваются, словно на них лежит чья-то невидимая рука. И рука эта, должно быть, очень умелая и уверенная. Ведь самолет идет спокойно и ровно, как по ниточке. Кто же его ведет?

Оказывается, у пилотов есть помощник. Только это не человек, а... волчок! Конечно, не простой волчок. Он встроен в целую сложную машину, которая называется автоматический пилот, или автопилот. Но главная часть, сердце автопилота,— это все-таки волчок. Вернее, гиро-

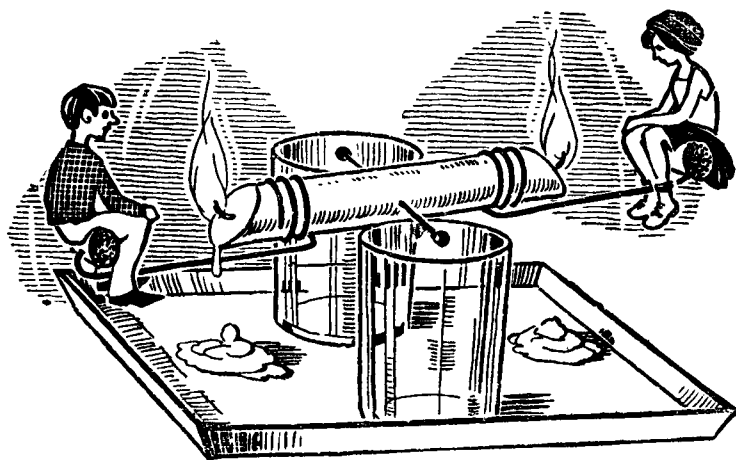
скоп, похожий на покупной, опыты с которым мы только что делали. Только этот гироскоп не запускают шнурком. Его все время вращает специальный электродвигатель. И как только самолет отклонится от заданного курса, гироскоп, сохраняющий прежнее направление оси, включает самолетные рули.

Самый опытный летчик не сможет вести машину так точно, так ровно, как это делает автопилот, управляемый волчком!

Глава восьмая. «ТИХО И ПЛАВНО КАЧАЯСЬ»

ВЕСЕЛЫЕ КАЧЕЛИ

«Тихо и плавно качаясь» — так называется один старинный вальс. В нем поется о качелях, на которых так приятно качаться. Но качаться любят не только живые люди. Вырежь из бумаги двух человечков по нашему рисунку. Эти человечки тоже большие любители качаться на качелях. Только сами они сделать качели не умеют. Придется им помочь. Мы сделаем для них качели не простые, а с двигателем, чтобы сами качались. И двигатель



этот будет не электрический, не паровой не бензиновый, а... стеариновый!

Не слышал про такой? Сейчас услышишь! Главная часть стеаринового двигателя — это кусок обыкновенной стеариновой свечи длиной 10—12 см. Если свеча у тебя длиннее, лишнее отрежь.

Посредине куска свечи воткни две булавки, одну против другой. Середину надо найти поточнее. Сделай это с помощью линейки с миллиметровыми делениями.

На большую сковороду или на противень поставь два одинаковых стакана и положи булавки на их края. Только сначала подстели лист плотной бумаги или картона, который не жаль закапать стеарином.

Стеариновый двигатель готов, осталось только приладить к нему человечков. Укрепи их с помощью тонкой проволоки, как показано на рисунке. Видишь, человечки сидят довольно далеко от концов свечи. Ведь они боятся огня.

Теперь зажги тот конец свечи, который окажется наклоненным вниз. Когда свеча качнется и горящий конец подымет, зажги второй конец. Скоро стеариновый двигатель заработает вовсю, и человечки будут качаться в полное свое удовольствие. Присмотришься к работе двигателя и постарайся понять, почему свеча качается.

СНОВА БЕГЕМОТ И ПТИЧКА

Ты, конечно, видел много вещей, которые качаются. Качается гамак. Покачивается от сквозняка люстра. А в часовой мастерской — сколько там часов с качающимися маятниками! Просто глаза разбегаются. И качаются маятники по-разному. Тик-так, тик-так, — спешит легкий, маленький маятник ходиков. Так-к! Так-к! — солидно подтверждает большой и тяжелый маятник часов, стоящий на полу. Он качается гораздо реже.

Почему разная частота качания у маятников? Давай проверим. Вместо маятников можешь взять два любых тела разного веса. Я опять-таки брал свои любимые фигурки: тяжелого бегемотика и легкую птичку.

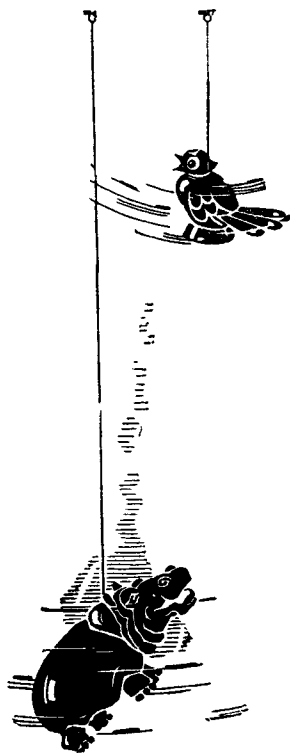
Подвесь бегемота на нитке длиной примерно 1 м, а птичку — на нитке длиной 25 см. Теперь качни их не

очень сильно. Ты увидишь, что легкая птичка так и порхает вправо — влево, вправо — влево. А тяжелый, солидный бегемот качается примерно вдвое медленнее.

Казалось бы, все ясно. Тяжелое тело колеблется медленно, легкое — быстро. Но не спеши делать выводы. Сделай тот же опыт, поменяв нитки.

Ты увидишь, что бегемот, привязанный на короткую, «птичкину» нитку потеряет всю свою солидность. Он засуетится, зашпешит, будет, словно птичка, порхать вправо — влево, вправо — влево!

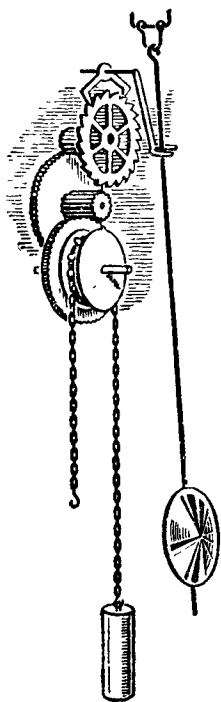
Зато птичка, подвешенная на длинной «бегемотьей» нитке, перейдет повадку бегемота. Она начнет качаться солидно, важно, не спеша. Выходит, что частота качания зависит вовсе не от веса. Она зависит от длины маятника! Маленький маятник ходиков качается так быстро не потому, что он легкий, а потому, что коротенький!



КАК ХОДЯТ ХОДИКИ

А почему вообще применяют маятник в часах? Там ведь нет никаких человечков — любителей покачаться. Но дело здесь вовсе не в человечках. Исследуя движение качающихся тел, физики выяснили очень важную вещь. Оказалось, что время, за которое тело качнется вправо — влево и вернется в прежнее положение, остается всегда постоянным. Каждое колебание — и второе, и десятое, и сотое — занимает ровно столько же времени, сколько заняло первое. Потому-то маятник и приспособили к часам. Он регулирует их ход.

Если у тебя в доме есть ходики, можешь рассмотреть, как они устроены. Только не разбирай их. Собрать даже такие простейшие часы тебе едва ли удастся.



Ходики приводит в движение опускающаяся гиря. Цепь, на которой висит эта гиря, перекинута через барабан, насаженный на главную ось. От главной оси движение через зубчатые колеса передается минутной и часовой стрелкам.

Если бы в механизме ходиков больше ничего не было, то гиря быстро пошла бы вниз и стрелки завертелись бы, как белки в колесе. Вж-ж-ж... Готово! Гиря опустилась на всю длину цепи, и все движение остановилось!

Ясно, что никому не нужны часы, которые за несколько секунд пробегут целые сутки и тут же остановятся. Ход часов нужно замедлить. Для этого в ходиках устроены ходовое колесо и скобка с маятником. Маятник — это груз, висящий на длинной палочке. Толкнешь его — и он пойдет качаться. Тик-так, тик-так, вправо — влево.

Вместе с маятником качается и скобка, в которую он продет. Два плечика этой скобки попеременно попадают между зубцами ходового колеса.

Качнулся маятник вправо — левое плечико скобки застряло в колесе и остановило его. Качнулся влево — плечико поднялось, отпустило колесо. Но только колесо проскочило на один зубец — правое плечико снова его останавливает. Маятник опять качнулся вправо — опять пропустил один зубец ходового колеса. Колесо немного повернулось, а за ним и весь механизм ходиков сделал следующий шаг. Но тут же плечико скобки опять останавливает колесо.

Так и ходят ходики: тик-так, тик-так, шаг за шагом. Быстро идти не дает маятник, он все время «вставляет палки в колеса».

Но ты ведь уже знаешь, что период колебания маятника всегда один и тот же. Значит, каждый шагок ходиков занимает одно и то же время! Так маятник регулирует ход часов, делает его точным.

Примерно так же устроены карманные и наручные часы. Только вместо гири у них пружина, а вместо маятника колесико-балансир, соединенное с «волоском» — тоненькой спиральной пружинкой. Спиралька то свивается, то развивается: тик-так, тик-так... Такие колебания называются крутильными. Их период тоже неизменен, и часы идут точно.

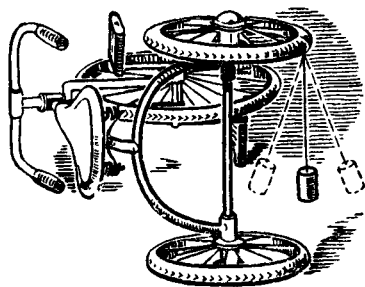
МАЯТНИК И ТРЕХКОЛЕСНЫЙ ВЕЛОСИПЕД

Есть у маятника еще одно интересное свойство. Оно напоминает уже известное тебе свойство волчка. Волчок стремится сохранить направление оси вращения. А маятник стремится сохранить направление своих колебаний!

Чтобы в этом убедиться, можешь сделать несколько опытов. Проще всего, пожалуй, опыт с трехколесным велосипедом. Если есть у тебя такой велосипед, положи его набок. Одно из двух задних колес, которое окажется сверху, сможет свободно вращаться. К его ободу подвесь какой-нибудь грузик на нитке. Длина нитки нужна такая, чтобы грузик мог качаться, ни за что не цепляясь.

Качни грузик и осторожно, медленно поворачивай колесо, к которому он подвешен. Ты ясно увидишь, что направление колебаний грузика при этом сохраняется!

Этот опыт можно сделать и с вращающимся на винте стулом. На таких стульях или же круглых табуретках сидят пианисты.



МАЯТНИК И ЗЕМНОЙ ШАР

Ты, конечно, слышал, что земной шар вращается. Есть несколько доказательств этого вращения. И одно из самых наглядных было найдено французским физиком Фуко. В 1850 году он подвесил огромный маятник в па-

рижском Пантеоне — зале с очень высоким куполом. Длина подвеса была равна 67 м! И шар был очень тяжелый — 28 кг. Ведь маятник должен был качаться много часов подряд.

Снизу к шару приделали острие, а на полу Пантеона насыпали кольцом рядочку из песка. Маятник раскачали. Острие стало оставлять на песке бороздки. И что же? Через несколько часов маятник чертил бороздки уже совсем в другой части рядочки. Плоскость колебания маятника Фуко словно поворачивалась по часовой стрелке!

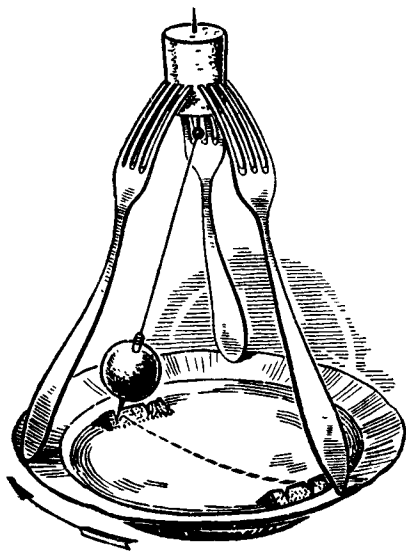
На самом деле, конечно, эта плоскость сохраняла прежнее положение. Вращалась наша планета. Она медленно и величественно поворачивалась против часовой стрелки, увлекая с собой и Пантеон с его куполом и песочной рядочкой. И только маятнику это движение Земли не могло передаваться. Он ведь был подвешен на гибком тросе!

Опыт Фуко повторен у нас в Ленинграде, в огромном Исаакиевском соборе. Если попадешь в Ленинград, постарайся увидеть этот опыт. А если не попадешь, тоже не беда. Знаменитый опыт Фуко ты можешь повторить у себя дома, на кухонном столе.

Яблоко или крупную картофелину проткни тонкой лучинкой так, чтобы оба ее конца торчали наружу. К одному концу привяжи нитку. Получится маятник.

Свободный конец нитки привяжи к булавке, воткнутой в пробку. Установи эту пробку на трех вилках, воткнутых в нее наискось. Поставь свой треножник на тарелку и отрегулируй длину нитки так, чтобы нижний конец лучинки доходил почти до дна тарелки.

У краев тарелки насыпь две рядочки из сахарной пудры или мелкой соли. Они заменяют песок в опыте Фуко.



Качни теперь маятник. Лучина прочертит следы в грядках сахарной пудры. При каждом качании маятника конец лучинки будет проходить точно по прежним следам.

Но наша скромная тарелка изображает земной шар. Подражая вращению Земли, начни тихо, без толчков поворачивать тарелку.

Гляди! Направление колебаний маятника осталось прежним. Он продолжает раскачиваться все в той же плоскости. И поэтому конец щепки оставляет новые следы в стороне от тех, что он чертил прежде!

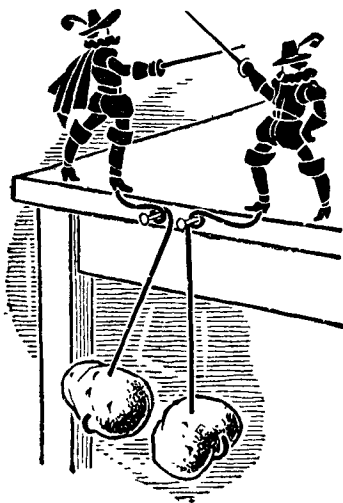
ВЕСЕЛАЯ ДУЭЛЬ

Это самый последний и самый веселый опыт с маятником.

Вбей рядом два гвоздя. Два куска достаточно жесткой проволоки согни под прямым углом так, чтобы на сгибе получилось колечко. Колечки эти надень на гвозди. Нижние концы проволок воткни в две одинаковые картофелины. Проткни их насквозь и загни, чтобы картофелины не соскользнули.

Если теперь качнуть правую картофелину, она стукнется о левую и остановится. А ее движение передастся левой. Теперь уже левая картофелина качнется, как маятник, потом вернется и — трах! Ударится о правую. Так они будут качаться по очереди, до тех пор, пока движение постепенно не затухнет.

Ты спросишь, что же здесь веселого? Сейчас увидишь. Вырежь из плотной бумаги фигурки двух фехтовальщиков и приклей их к верхним концам проволок сургучом или клеем БФ-2. Теперь качни одну из картофелин и любуйся веселой



дуэлью. Бумажные противники будут по очереди яростно нападать друг на друга. Но ни один из их выпадов не достигнет цели!

Глава девятая. ВРАГ ИЛИ ДРУГ!

ПОЧЕМУ ОСТАНОВИЛОСЬ!

Ах, как славно неслоь корыто с толстяком, вырвавшись с эскалатора! Оно проехало еще несколько метров по полу и только тогда остановилось.

А вспомни, как ты сам не раз несся вперед, разогнавшись на велосипеде, или на коньках, или на санках с горы. Ты уже не двигаешь ногами, но все еще мчишься по инерции, да так, что ветер свистит в ушах!

Но постепенно свист ветра стихает, движение замедляется, замедляется... Надо снова работать ногами, иначе остановишься совсем.

Почему же остановилось корыто? Почему останавливаются велосипедисты и конькобежцы, почему санки, скатившись даже с самой высокой горы, не мчатся дальше и дальше, вокруг всего земного шара? Почему сила инер-

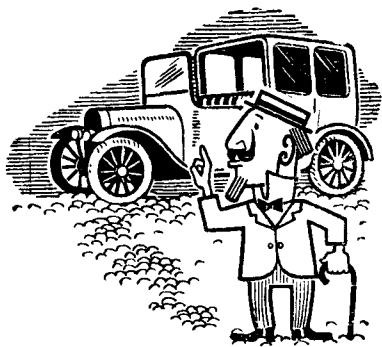
ции, поначалу взявшись за дело так бодро, потом словно бы устает?

Чешский писатель Ярослав Гашек приводит слова одного тупицы:

«Когда весь бензин вышел, автомобиль принужден был остановиться... И после этого еще болтают об инерции!.. Не едет, стоит, с места не трогается. Нет бензина. Ну не смешно ли?»

Конечно, гашековский тупица был неправ. Ты ведь уже убедился, что инерция — не болтовня, она существует на самом деле. И все-таки, почему же остановился автомобиль?

Попробуем сообразить. Представь, что автомобиль едет по гладкому асфальту. Вот кончился бензин, двига-



тель заглох... Сразу ли остановится машина? Нет, она еще может проехать порядочное расстояние. Ну, а если по булыжникам? Тут, конечно, дело другое. Автомобиль остановится почти сразу же. Значит, дело в дороге?

Корыто, вылетев с эскалатора, проехало несколько метров по гладкому каменному полу. Ну, а если бы пол был деревянный, некрашенный? Или кирпичный? Ясно, по такому полу корыто и метра бы не проехало. Значит, и тут дело в дороге?

Зимой, по дороге в школу, ты с удовольствием катаешься по длинным ледяным дорожкам на тротуаре. Стоит разбежаться совсем немного — поехали! Но приходит сердитый дворник и посыпает дорожки песком. Теперь уже никакой разбег не поможет. Подошвы не скользят, они сразу же притираются. Притираются? Вот оно, нужное слово! Трение — в нем все дело. Это оно останавливает автомобили и корыта, санки и велосипеды, маятники и волчки. Трение «съедает» инерцию, это оно требует затраты бензина, или электрической энергии, или работы мускулов. Иначе движение остановится.

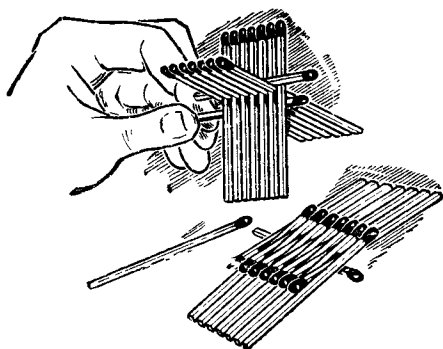
НА СТРАЖЕ ПОКОЯ

Ты знаешь, что есть не только инерция движения. Есть еще инерция покоя. Такую инерцию имеет, например, стоящий на полу шкаф. Попробуй толкнуть его — он и не шелохнется! Думаешь, тут все дело в одной инерции?

Отрежь четыре ломтика сырого картофеля. Вооружись рычагом и, поочередно приподнимая углы шкафа, подложи по ломтику под каждую ножку. Готово? Теперь снова нажми на шкаф. Смотри-ка, поехал! А ведь ты толкал не сильнее, чем в первый раз. Значит, дело не в одной инерции. Для того чтобы преодолеть инерцию, у тебя силы хватило бы. А вот трения ты не осилил. И только сырой картофель помог.

Кстати, запомни этот прием. Он поможет тебе передвигать самую тяжелую мебель. Только не пользуйся им на натертом паркете. Картофель оставляет мокрые следы, придется потом заново пол натирать!

Выходит, что трение — не только враг движения. Трение — страж покоя. Если бы не стало трения покоя, в ми-



ре творились бы удивительные вещи. Мебель гуляла бы по комнатам от легкого сквозняка. Со всех гор на свете сползли бы вниз все ледники, и все камни и даже вся земля, лежащая на склонах. Самые спокойные школьники не смогли бы усидеть на партах: при малейшем движении они соскальзывали бы на пол.

Да и мало ли еще какие произошли бы неприятности!

Хорошо, что трение покоя существует. Чтобы лишний раз в этом убедиться, сделай забавный опыт.

Положи спичку на стол так, чтобы головка выступала за край. На эту спичку положи поперек еще 14 спичек, попеременно головками в разные стороны. На рисунке внизу хорошо видно, как это надо сделать.

Можно ли поднять первую спичку, держа ее за головку, и вместе с ней все остальные спички?

Оказывается, можно. Для этого нужно только еще одну спичку положить поверх всех остальных, в ложбинку.

КАТУШКА-ПОЛЗУШКА

Так что же, полезно трение или вредно? Чтобы лучше это понять, сделай катушку-ползушку. Это — самая простая игрушка с резиновым мотором.

Возьми обыкновенную катушку от ниток и перочинным ножом зазубри края обеих ее щечек. Полоску резины длиной 70—80 мм сложи пополам и протолкни в отверстие катушки. В петлю резинки, которая выглядывает с одного конца, заложь обломок спички длиной 15 мм.

К другой щечке катушки приложи шайбу из мыла. Вырежь кружок из твердого, сухого обмылка толщиной около 3 мм. Диаметр кружка нужен около 15 мм, диаметр отверстия в нем — 3 мм

На мыльную шайбу положи новенький, блестящий стальной гвоздь длиной 50—60 мм и поверх этого гвоздя свяжи концы резинки надежным узлом. Поворачивая гвоздь, заведи катушку-ползушку до тех пор, пока не начнет прокручиваться обломок спички с другой стороны.

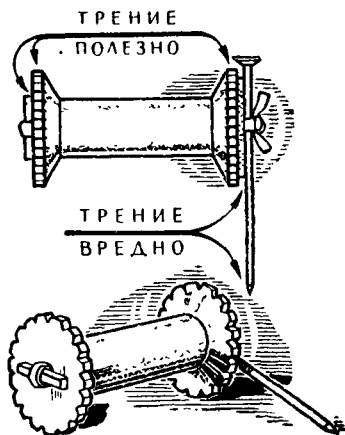
Поставь катушку на пол. Резинка, раскручиваясь, повезет катушку, а конец гвоздя будет скользить по полу!

Как ни проста эта игрушка, я знал ребят, которые мастерили сразу по несколько таких «ползушек» и устраивали целые «танковые бои». Побеждала катушка, подминая другую под себя, или опрокинувшая ее, или сбросившая со стола. «Побежденных» убирали с «поля боя».

Наигравшись с катушкой-ползушкой, вспомни, что это не просто игрушка, а научный прибор. Мы сделали этот прибор, чтобы лучше познакомиться с трением. Где же здесь встречается трение?

Начнем с обломка спички. Ты заводишь резинку, она натягивается и все крепче прижимает обломок к щечке катушки. Между обломком и щечкой имеется трение. Если бы этого трения не было, обломок спички вертелся бы совершенно свободно и катушку-ползушку вообще не удалось бы завести даже на один оборот! А чтобы она заводилась еще лучше, советую тебе прорезать в щечке ложбинку для спички. Значит, здесь трение полезно. Оно помогает работе сделанного нами механизма.

А с другой щечкой катушки дело обстоит совершенно наоборот. Здесь гвоздь должен вращаться как можно легче, как можно свободнее. Чем легче он скользит по щечке, тем дальше уедет катушка-ползушка. Значит, здесь трение вредно. Оно мешает работе механизма. Его нужно уменьшить. Поэтому-то и подложена между щечкой и гвоздем мыльная шайба. Она уменьшает трение, она играет роль смазки.



Теперь рассмотрим края щечек. Это «колеса» нашей игрушки. Ты их зазубрил ножом. Для чего? Да для того, чтобы они лучше сцеплялись с полом, чтобы не «буксовали», как говорят машинисты и шоферы.

Да, есть у них такое словечко. Ведь в дождь или в гололед колеса локомотива буксуют, прокручиваются на рельсах, не может он взять с места тяжелый состав. Приходится машинисту включать приспособление, которое сыплет на рельсы песок. Для чего? Да для того, чтобы увеличить трение. И при торможении в гололед на рельсы тоже сыплет песок. Иначе и не остановишь! А на колеса автомобиля при езде по скользкой дороге надевают специальные цепи. Они тоже увеличивают трение, улучшают сцепление колес с дорогой.

Вспомни: трение останавливает автомобиль, когда кончится весь бензин. Но если бы не было трения колес о дорогу, автомобиль и с полным баком бензина не смог бы тронуться с места. Его колеса проворачивались бы, буксовали бы, словно на льду!

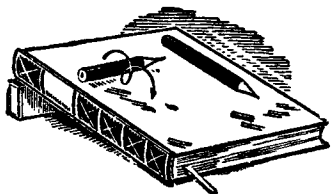
Наконец, у катушки-ползушки есть трение еще в одном месте. Это трение конца гвоздя об пол, по которому он ползет вслед за катушкой. Вот это трение — вредное. Оно мешает, оно задерживает движение катушки. Но тут трудно что-либо сделать. Разве что отшлифовать конец гвоздя мелкой шкуркой.

Как ни проста наша игрушка, она помогла разобраться. Там, где части механизма должны двигаться, трение вредно и его надо уменьшать. А там, где части не должны двигаться, где нужно хорошее сцепление, там трение полезно и его нужно увеличивать. И еще трение необходимо в тормозах. У ползушки их нет, она и так едва ползет. А у всех настоящих колесных машин тормоза есть: без тормозов ездить было бы слишком опасно.

КАРАНДАШ И КНИГА

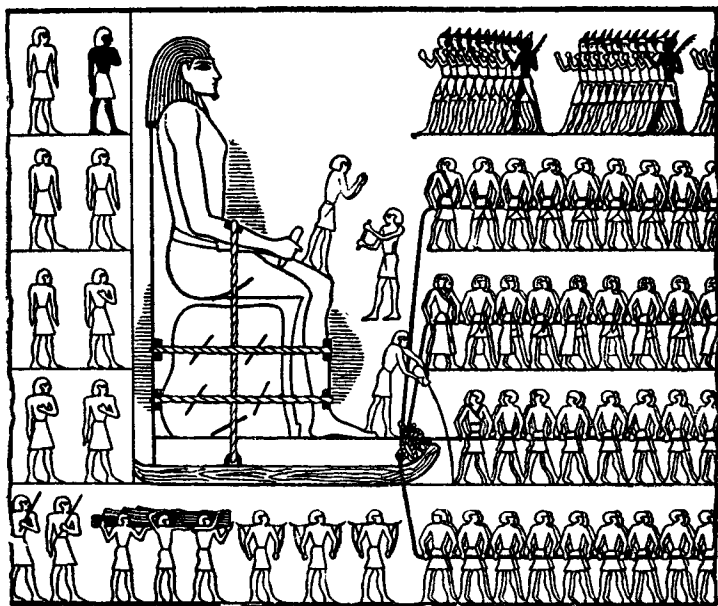
Следующий опыт с карандашом и книгой. Поставь книгу наклонно и положи на нее карандаш. Сползет или не сползет? Это зависит от того, как положить. Если положить вдоль уклона, карандаш даже при большом наклоне сползать не будет. А если поперек? Ого, как покатился! Особенно если он круглый, а не шестигранный.

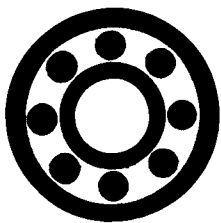
Ты можешь сказать: подумаешь, тоже мне научный опыт! Что же в нем интересного? А интересно в этом опыте то, что когда карандаш катится, трение оказывается гораздо меньше, чем когда он ползет. Катить легче, чем волочить. Или, как говорят физики, трение качения меньше, чем трение скольжения.



Именно поэтому люди изобрели колеса. В глубокой древности колес не знали и даже летом грузы возили на саях. Посмотри на эту картину. Она высечена на стене одного очень древнего храма в Египте. Огромную каменную статую везут на саях. Везут по голой земле: ведь Египет — жаркая страна, там снега никогда не бывает!

Эх, и как только древние инженеры не сообразят хотя бы катки подложить под эти сани!





Не беспокойся, они сообразят. Вернее, они уже давно сообразили. Правда, не тогда, когда была высечена эта картина. Но все равно катки, а потом и колеса появились уже несколько тысяч лет назад. И тогда, впервые в истории, трение скольжения было заменено более выгодным трением качения. Это было большим шагом вперед.

Современная техника сделала следующий важный шаг. Инженеры рассудили так: обод колеса не тащится волоком, он катится по земле. Это хорошо, трение уменьшается. Но вот ось колеса трется в подшипниках, и, как мы эти подшипники ни смазываем, трение все равно остается большим. Нельзя ли и здесь трение скольжения заменить трением качения? Нельзя ли между осью колеса и ободом подшипника положить маленькие стальные катки?

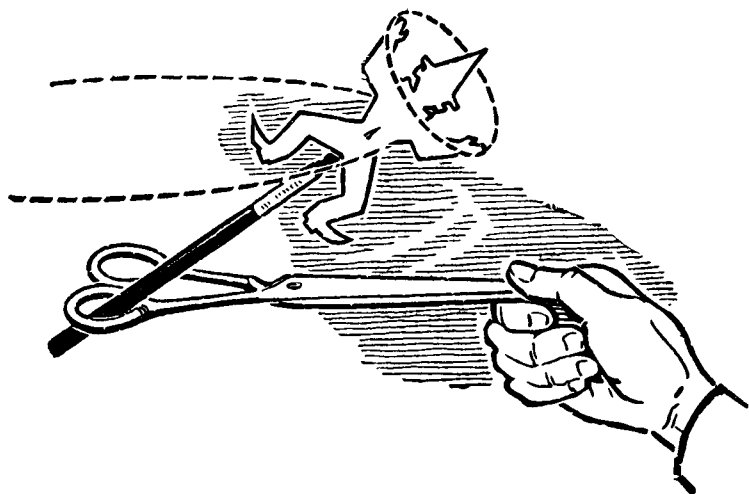
Так появились подшипники качения. Они бывают шариковые и роликовые. И ты, конечно, не раз их видел. Даже в обычном велосипеде, только не в детском, а в двухколесном, взрослом или подростковом, шариковые подшипники есть во втулках колес, в рулевой колонке, на оси шатунов, на осях педалей.

Автомобили, мотоциклы, тракторы — все эти машины катятся на шариковых и роликовых подшипниках. А в последние годы и железнодорожные вагоны стали делать на подшипниках качения. Эти вагоны легко узнать: на них нарисован особый знак, показанный на нашем рисунке. Узнаешь? Это ведь и есть подшипник качения!

АКРОБАТ ИДЕТ КОЛЕСОМ

Прежде чем кончить разговор о трении, сделаем еще одну забавную игрушку. Из плотной бумаги вырежь по нашему рисунку фигурку акробата. Насади ее на перо, вставленное в обыкновенную школьную ручку. Вдень теперь ручку с акробатом наискось в кольцо ножниц. Держа ножницы горизонтально, води их осторожно по кругу.

Ах, как пошел колесом наш акробат! Он ведь участвует в двух движениях сразу. Во-первых, конец ручки с



надетым на перо акробатом описывает большие круги. А во-вторых, ручка не скользит по кольцу ножниц, а обкатывается по нему. И ручка вместе с акробатом вертится вокруг своей оси. От соединения этих двух движений и получаются такие замечательные колеса. Живому акробату едва ли удастся их повторить!

Ты спросишь, где же здесь трение? Да в кольце ножниц. Если бы его не было, ручка сразу провалилась бы вниз, она бы не удержалась даже в наклонном положении. И еще: если бы между кольцом и ручкой не было трения, ручка бы не обкатывалась по кольцу и акробат не куврыкался бы так красиво.

Глава десятая. ТВЕРДОЕ И МЯГКОЕ

ШКАФ И ДИВАН

Одного мальчика спросили: знает ли он, что такое твердое тело?

— Конечно, знаю! — ответил мальчик. — Вот, например, шкаф — он очень твердый. Смотрите, какую я себе шишку набил!

— Ну, а диван?



— Дива-ан? Да какой же он твердый? Диван — это мягкое тело!

Физики отвечают на этот вопрос совсем не так, как мальчик, набивший себе шишку. Они говорят: твердое тело сохраняет свою форму. Шкаф — это твердое тело. Он стоит прямо, он не согнется сам по себе. И диван — это тоже твердое тело. Он ведь не промнется, пока на него не сядут!

Но если уже и диван попал в твердые тела, какое же тело не твердое? Есть ли вообще нетвердые тела?

— Есть,— отвечают физики.— Вот вода — это не твердое тело. Вода — это жидкость. Она своей формы не имеет. Нальешь ее в кастрюлю — примет форму кастрюли. Если кастрюля с дыркой, вода постепенно вытечет и разольется по столу, с него побежит струйкой на пол...

Такие же свойства имеют и другие жидкости: молоко, керосин, растительное масло да и мало ли что еще. Все эти жидкости принимают форму той посуды, в которую они налиты. А диван стоит себе на полу и не думает растекаться лужей.

И все-таки в ответе мальчика была какая-то доля правды. Мальчик чувствовал, что не все твердые тела тверды одинаково. Шкаф тверже дивана. Он сильнее сопротивляется, когда пробуешь изменить его форму.

«МАЛЕНЬКИЙ, ЗЕЛЕНЬКИЙ...»

Ты, верно, знаешь эту детскую песенку:

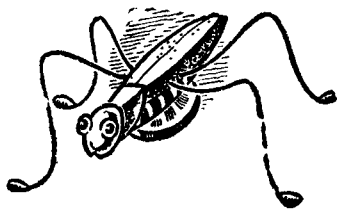
Маленький, зелененький,
С коленками назад—
Все кузнечик прыгает,
Чему-то очень рад..

В магазинах часто продается забавная игрушка — прыгающий кузнечик. Тельце маленького прыгуна сделано из зеленой пластмассы, на брюшке — круглая резиновая присоска. А длинные ножки согнуты из упругой стальной проволоки.

Игрушечного кузнечика ставят на дно тарелки и надавливают на него сверху. Стальные ножки гнутся, разъезжаются по тарелке, и кузнечик прижимается брюшком к гладкой поверхности. При этом присоска присасывается.

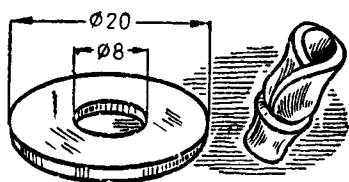
Теперь можно кузнечика отпустить. Он остается в том же положении иногда несколько минут. Но постепенно под присоску проникает воздух, она держит все слабее... Трах! С громким щелканьем кузнечик отрывается от тарелки и подпрыгивает на добрый метр, а то и выше! Нервный человек порядком вздрогнет, особенно если он уже успел забыть про кузнечика и чем-то отвлекся.

Почему же все-таки прыгает игрушечный кузнечик? Да потому, что его ножки распрямляются. Ты их изогнул, а присоска задержала в изогнутом положении. Ножки стремятся выпрямиться, распрямиться. И как только присоска отпускает, они тут же распрямляются. Щелк! Кузнечик взлетает в воздух.



ПРЫГАЮЩЕЕ КОЛЬЦО

Похожий опыт можно сделать и с резиновым кольцом, вырезанным из велосипедной или автомобильной камеры. Иногда такие кольца можно найти готовыми; они надеваются на особые «застегивающиеся» пробки бутылок.



Наружный диаметр кольца 20 мм, диаметр отверстия 8 мм.

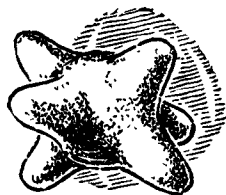
Скрути кольцо, просунув часть его окружности сквозь отверстие в середине, и положи на стол. Через несколько секунд кольцо распрямится, да так резко, что подскочит на 20—30 см вверх. Причина здесь та же, что и в опыте с игрушечным кузнечиком. Резина — сжатая, изогнутая, перекрученная — стремится восстановить свою форму. Она постепенно «выпутывается» из середины кольца и наконец распрямляется. Резина, как и сталь, обладает свойством восстанавливать свою форму. Это свойство называют упругостью.

УПРЯМАЯ ЗВЕЗДОЧКА

Из свежего хлебного мякиша слепи звездочку с шестью лучами-отростками. Она должна быть величиной с грецкий орех.

Казалось бы, такую звездочку ничего не стоит смять. Но попробуй ударить ее об пол. Можешь не осторожничать, бросай что есть силы! Звездочке все равно ничего не делается.

Упругие отростки спружинят и выпрямятся, да так резко, что подбросят упрямую звездочку высоко вверх!



И сколько бы раз ты ни бросал звездочку, ничего с ней не случится. Она будет подпрыгивать как ни в чем не бывало. Упрямую звездочку спасает упругость!

Есть только одно обязательное условие: звездочку нужно слепить из совершенно свежего хлеба. Иначе она будет ломаться,

УПРУГИЕ МОНЕТЫ

Для этого опыта подбери несколько одинаковых монет, например пятаков. Они должны быть ровными, не погнутыми. Положи два из них на стол на некотором расстоянии один от другого. Теперь резко щелкни по одному пятаку так, чтобы он скользнул по столу и ударил по другому. Если попадешь точно, «лоб в лоб», то первый пятак почти сразу же остановится, а второй отскочит и как бы продолжит движение первого.

Почему так получилось? Опять-таки из-за упругости. Ударившись одна о другую, обе монеты в первый момент сжимаются. Но упругость стремится восстановить их первоначальную форму. Сила упругости «расталкивает» столкнувшиеся монеты в противоположные стороны. Поэтому первая, ударившая монета получает свой удар обратно и останавливается. А вторая монета отскакивает и продолжает движение первой.

Опыт можно усложнить, разложив на столе несколько монет рядком на одной линии так, чтобы они касались одна другой. Что получится, если ударить еще одной монетой в крайнюю монету ряда? Ударившая монета остановится как вкопанная. Ее толчок передастся по всему ряду. Одна за другой монеты будут сжиматься и затем снова разжиматься. При этом каждая ударившая монета будет получать свой толчок обратно, а каждая ударенная передавать его дальше. И только самой последней в ряду монете нечему будет передать толчок и не от чего получить его обратно. Поэтому она, разжимаясь, оттолкнется от предпоследней монеты и отскочит!

Этот опыт можно проделать и с шашками. Крайнюю в ряду шашку придержи сверху пальцем и ударь деревянной линейкой по ребру. С другого конца отскочит шашка, и всегда только одна.

Такие же опыты можно проделать с бильярдными или крокетными шарами. Только во всех случаях нужно



топадать точно, «лоб в лоб». При косом ударе ударившая монета или шар не останавливаются, а только отклоняются в сторону и замедляют свое движение. А ударенное тело отскакивает под углом в сторону.

ТВЕРДОЕ, ДА НЕ СОВСЕМ!

Заводя часы, ты закручиваешь пружину. Упругая стальная пружина стремится восстановить свою первоначальную форму. Пружина раскручивается, часы идут. Таким же образом действуют и все заводные игрушки.

Заводя катушку-ползушку или модель самолета, парохода, подводной лодки с резиновым мотором, ты скручиваешь резину. Упругая резина стремится восстановить свою первоначальную форму. Резина раскручивается и вращает воздушный или водяной винт. Модель приходит в движение.

Все твердые тела, о которых мы до сих пор говорили, держались молодцами. Шкаф набивал мальчику шишку. Диван распрямлялся, как только с него вставали. Восстанавливали прежнюю форму ножки игрушечного кузнечика, резинки, пружины, монеты, хлебные звездочки. Но всегда ли бывает так?

Вспомни, не видел ли ты когда-нибудь твердых тел: поломанных, разорванных, проколотых, разрубленных, разбитых, изогнутых, сплюснутых?

Конечно же, видел. Шкаф ломается, если по нему стукнуть не лбом, а кувалдой. Пружина лопается, если перекрутить ее. Перекрученная резина тоже лопается, а чрезмерно растянутая — рвется. Гвозди сгибаются в дугу под ударами молотка. Хлебную звездочку можно смять, если ударить по ней кулаком, а еще вернее — если медленно надавить ладонью.

Выходит, что каждое твердое тело остается твердым, восстанавливает свою форму только до тех пор, пока его не ждали, не растянули, не изогнули, не ударили слишком сильно. Тут оно меняет свою форму. Но замечательно то, что, изогнутое, сплюсненное, разбитое на куски, оно потом опять сохраняет свою твердость. Черепок тарелки, обломок пружины, кусок гвоздя ничуть не «мягче» целой тарелки, целой пружины, целого гвоздя.

А ЧТО У НЕГО ВНУТРИ!

Многие твердые тела в изломе выглядят шероховатыми. Например, лопнувшая пружина, разорванная проволока, расколотый камень, сломанный гвоздь.

Если посмотреть на этот излом в сильную лупу или в микроскоп, мы увидим, что он зернистый. Эти микроскопические зерна твердых тел обычно имеют правильную форму. Их называют кристаллами.

Очень красивы, например, кристаллы льда. Зимой, выйдя на улицу, рассмотри под лупой снежинки, которые упадут тебе на рукав. Ты увидишь изумительно правильные звездочки, составленные из иголочек льда. И все эти звездочки разные. Кажется, невозможно найти две совершенно одинаковые. Ученые насчитали сотни видов снежинок. Но все они шестилучевые!

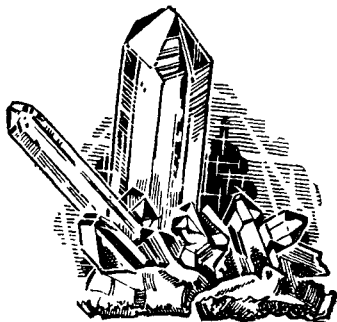
Обычно кристаллы очень малы, их можно разглядеть только при большом увеличении. Но попадаются иногда и крупные кристаллы, и даже огромные. Таковы, например, кристаллы горного хрусталя, которые можно видеть в коллекциях минералов.

Ты и сам можешь вырастить довольно крупные кристаллы. Налей в стакан горячей воды и сыпь в него поваренную соль, все время помешивая.

Сыпь до тех пор, пока соль не перестанет растворяться и на дне образуется осадок, не исчезающий при помешивании. Затем возьми кусочек тонкой проволоки и обмотай его шерстяной ниткой. На стакан сверху положи палочку и к ней подвесь эту проволочку на нитке. Рассол будет постепенно остывать, потом вода из него начнет испаряться. Через два-три дня вытяни проволочку. Ты увидишь, что соль осела на шерстинках маленькими, но правильными кубиками.

Еще лучше, если сумеешь достать квасцы. Кристаллы квасцов удастся вырастить более крупными, да и по форме они красивее: не простые кубики, как у поваренной соли, а пирамидки.

Правда, кристаллики по-



лучаются мелкие. Чтобы их еще увеличить, разомни между пальцами крошечный, меньше булавочной головки, кусочек воска. Сними с проволоки одну крупинку квасцов и прилей ее воском к тонкому волоску. Подвесь этот волосок с кристалликом в стакане с насыщенным раствором квасцов. Поставь стакан в такое место, где бы его никто не толкал. Так он должен простоять еще два-три дня в полном покое. Кристалл квасцов заметно увеличится. Он будет немного мутным, но правильным по форме.

МГНОВЕННАЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ

Очень красивый опыт можно сделать с кристаллами мирабилита. Это вещество продается в аптеке под названием «английская соль», или «горькая соль». Для нашего опыта понадобится такой соли 300—350 г.

Вскипяти в чистой кастрюле три четверти стакана воды. Затем, не снимая кастрюлю с огня, понемногу всыпай в нее мирабилит, все время помешивая. Когда соль начнет, не растворяясь, оседать на дно, медленно, осторожно заполни горячим раствором большой флакон и тут же плотно закупорь его.

Остудив раствор, можешь показывать опыт. Откупорь флакон и брось в него один кристаллик горькой соли. Ты увидишь, как в жидкости побегут во все стороны поблескивающие грани и она на глазах превратится в сплошную массу кристаллов!

Напрактиковавшись, можешь показывать этот опыт в качестве фокуса. Когда откупоришь флакон, не бросай в него кристаллик рукой, а постучи по горлышку карандашом. На этот карандаш, который ты объявишь волшебной палочкой, заранее насыпь несколько крупинок мирабилита. При постукивании и произнесении «заклинаний» незаметно стряхни эти крупинки в флакон.

А ВОТ ФОКУС ПОТРУДНЕЕ!

Оказывается, не так уж трудно получить флакон, наполненный кристаллами мирабилита. Но попробуй-ка получить флакон или бутылку, наполненные кристаллами... самого обыкновенного льда!

Ты думаешь, это просто? Налей полную бутылку воды и выставь ее зимой за окно. Вода начинает замерзать... Трах! Бутылка лопается! Может быть, не затыкать пробкой? Но и открытая бутылка лопнет: в ней образуется пробка из льда. Лед занимает больше места, чем вода. Он рвет бутылки, он разрушает трубы водопровода, он разрывает стенки живых клеток, пораженных морозом. Травы и листья умирают, буреют, когда ударит мороз. А в деревьях еще с осени прекращается движение соков. Зимой дерево сухое, ему не страшен мороз!

Лед легче воды, поэтому он плавает сверху, Если бы льдины тонули, зимой до дна промерзли бы северные моря и реки.

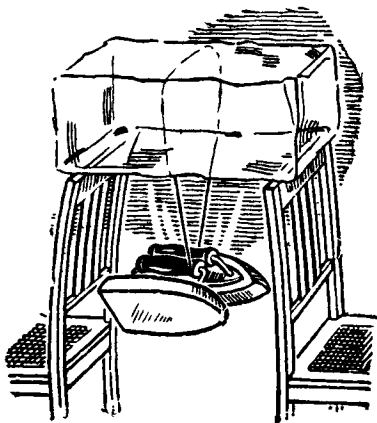
СЛАБОЕ МЕСТО ЛЬДА

Выходит, что обыкновенный лед — вещь нешуточная, порой даже опасная. Но есть у него слабое место. Лед можно разрезать... проволокой!

Положи брусок льда или большую сосульку на спинки двух стульев. Накинь на этот лед петлю из стальной проволоки толщиной не более 0,5 мм и подвесь к ней два утюга. Медленно, но неуклонно проволока врезается в лед. Все глубже, глубже... И вот уже бух! Утюги упали, проволока прошла насквозь. Смотри-ка, а ледяной брусок не распался! Он цел, словно его и не резали. Как это могло случиться?

Лед тает под давлением. Например, под лезвиями коньков. Если лезвия затупились, коньки хорошо скользят только в теплую погоду. А в самый сильный мороз и острые коньки скользят плохо. Лед слишком холодный, он не тает, не получается водяная «смазка», которая облегчает скольжение.

Под давлением проволо-



ки лед тоже тает. Но вода перетекает поверх проволоки. Здесь уже давления нет, и она тут же замерзает снова. Так «срастается» перерезанный ледяной брусок.

Глава одиннадцатая. О ВОДЕ И ТРУБАХ

КАК ПОВЕСИТЬ КАРТИНУ!

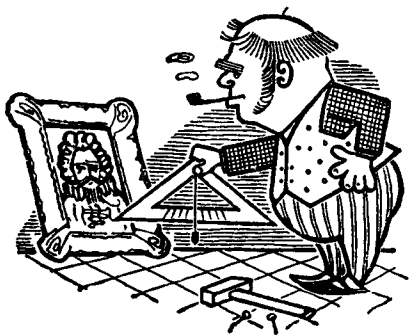
Ты, верно, читал веселую книжку английского писателя Джером К. Джерома «Трое в одной лодке, не считая собаки». Там автор, между прочим, рассказывает, как его дядя, Поджер, собрался повесить на стену картину.

Дядя Поджер торжественно заявил, что все сделает сам. Он снял пиджак и послал горничную купить гвозди, а вдогонку ей — сына с указанием, какого они должны быть размера. Другому сыну он велел принести молоток, третьему — линейку. Дядя потребовал также, чтобы ему подали стремянку и табуретку. Потом он крикнул: «Джим, сбегай-ка к мистеру Гоггльсу и скажи ему: «Папа вам кланяется и надеется, что вашей ноге лучше, и просит вас одолжить ваш ватерпас!» Жене он велел держать свечку, вернувшуюся горничную послал за бечевкой. Один из сыновей подал дяде Поджеру картину.

Дальше с дядей Поджером случается много неприятностей. Он роняет картину, разбивает стекло, режет себе руки. Потом он роняет гвозди, теряет молоток, теряет заметку, сделанную на стене и падает вниз головой прямо на рояль. И только поздно ночью, измучив всю семью, исковыряв стену и отбив себе пальцы молотком, дядя

Поджер заканчивает свой титанический труд. Картина, наконец, висит, хотя и весьма криво и ненадежно.

Я уверен, что, если тебе придется вешать картину, ты сделаешь это удачнее и самостоятельнее, чем дядя Поджер. Но, конечно же, и тебе



понадобятся для этой работы и гвозди, и молоток, и стремянка. Понадобится и ватерпас, тот самый прибор для проверки горизонтальности, за которым посылали к мистеру Гоггльсу.

А если ватерпаса у тебя нет и взять его негде, ты можешь сам сделать очень простое приспособление. Возьми две стеклянные трубочки, соедини их резиновой трубкой и заполни все это водой почти доверху. Теперь ты можешь разносить стеклянные трубочки пошире или сводить их поближе, можешь резиновую трубку оставлять свободно висеть или класть на что-нибудь,— все равно поверхность воды в обеих стеклянных трубочках всегда окажется на одинаковом уровне. И ты, приложив эти трубочки к раме картины, всегда сможешь проверить, горизонтально ли она висит.

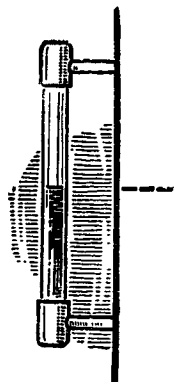
Приспособление, очень похожее на наш приборчик для проверки горизонтальности, применяется в паровых котлах. Оно называется водомерным стеклом. В котле всегда должно быть достаточно воды, иначе он может взорваться. Но как это проверить? Ведь котел непрозрачен.

Тут и приходит на помощь водомерное стекло. Это стеклянная трубка, соединенная с котлом и сверху и снизу. Вода в трубке всегда устанавливается на таком же уровне, что и в котле.

Трубку и котел называют сообщающимися сосудами. Они и в самом деле сообщаются, то есть соединены так, что жидкость может свободно перетекать из котла в трубку и обратно. Две трубочки в нашем приборе для проверки горизонтальности — это тоже сообщающиеся сосуды.

Сообщающихся сосудов может быть не два, а десять, сто, тысяча. Они могут иметь разную величину, разную форму, разный наклон. Все равно жидкость всегда устанавливается в них на одинаковом уровне.

Интересно, что сообщающимися сосудами являются все моря и океаны мира. Ведь все они соединены между собой проливами. Поэтому и уровень воды в морях, уровень моря, во всем мире одинаков. И только во внутрен-



них морях, не имеющих сообщения с океаном, уровень может быть другим. Вот в Каспийском море, например, вода стоит на несколько десятков метров ниже уровня моря. Географы часто называют Каспийское, Аральское и другие внутренние моря не морями, а озерами.

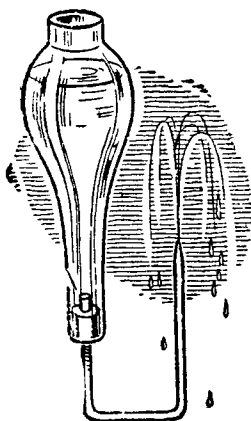
ПЕРВЫЙ ФОНТАН

Фонтанов в этой книге будет несколько. Для того чтобы соорудить первый из них, возьми стекло от керосиновой лампы и подбери пробку, закрывающую его узкий конец. В пробке сделай сквозное отверстие. Его можно просверлить, провертеть граненым шилом или прожечь раскаленным гвоздем. В отверстие должна плотно входить стеклянная трубка, изогнутая в форме буквы «П».

Если у тебя нет лампового стекла, можешь взять пустую консервную банку и в середине дна пробить отверстие большим гвоздем. Вставь в это отверстие трубку и залей сургучом изнутри и снаружи, чтобы банка не протекала.

Согнуть стеклянную трубку можно над пламенем газовой или спиртовой горелки, свечи и т. п. Введи трубку в верхнюю, самую горячую часть пламени. Медленно поворачивай ее, чтобы прогрелась по всей окружности. При этом все время слегка нажимай пальцами, стремясь согнуть трубку.

Внимание! Трубка начала подаваться. Не спеши, не увеличивай силу нажима. Сгибай плавно и равномерно до нужного угла. Не растягивай трубку, чтобы она не стала тоньше в месте сгиба. Изогнутой трубке дай остыть, держа ее в руках. Только после этого можешь ее положить или начать сгибать в другом месте. Если стеклянной трубки нет, постарайся достать металлическую, например медную, алюминиевую или латунную. Ее гнут без



нагрева. Только, прежде чем сгибать металлическую трубку, набей ее песком. Иначе канал в месте сгиба может закрыться.

После всех этих приготовлений сам опыт покажется очень простым. Зажми пальцем отверстие трубки, переверни банку или ламповое стекло вверх дном и наполни водой. Когда откроешь выход из трубки, вода забьет из нее фонтаном. Он будет работать до тех пор, пока уровень воды в большом сосуде не сравняется с открытым концом трубки. Попробуй объяснить, почему это так.

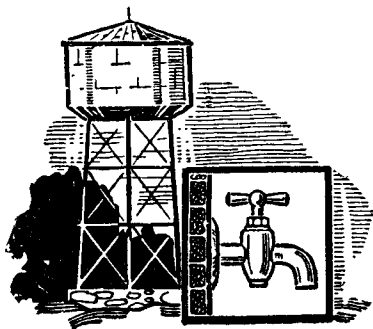
«СРАБОТАННЫЙ ЕЩЕ РАБАМИ РИМА»

Ты, конечно, догадался, что наш первый фонтан действует по закону сообщающихся сосудов. Из сосуда с более высоким уровнем вода перетекает в трубочку. Она стремится в трубочке подняться до того же уровня. Но трубочка кончается — вода бьет фонтаном вверх. Ты можешь проверить, что фонтан поднимается примерно до уровня поверхности воды в большом сосуде.

На законе сообщающихся сосудов основано устройство водопровода. Это очень старое изобретение. Водопровод был еще в древнем Риме.

Конечно, теперешний водопровод стал совсем другим. Римляне не знали ни тонкой очистки воды, ни хлорирования, убивающего микробов. У них не было кранов, сверкающих медью и никелем, не было душей, не было раковин с мойками для посуды. Но в основе древнеримский водопровод был уже таким, как и нынешний.

Вода в водопровод подается из водоема или огромного бака, устроенного на высоком холме. Отсюда сеть труб идет все дальше вниз, в каждую улицу, в каждый дом. Вода поднимается по трубам на верхние этажи. Лишь бы только они не были выше водоема на холме! Вода дойдет, доберется к каждому крану



И стоит любой из этих кранов открыть, он начнет работать, как наш фонтан из лампового стекла.

Правда, краны обычно повернуты отверстием вниз, а не вверх. Это не так красиво, как фонтан, зато удобнее набирать воду. Какой сильной струей бьет из крана вода, как она шумит и плещет, как дробится на сверкающие капли! Это река пришла к нам в дом, это вошел водопровод, «сработанный еще рабами Рима»!

КОВАРНАЯ КЛЯКСА

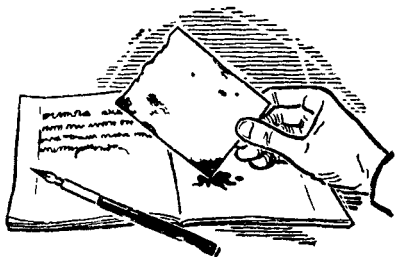
Вот опыт, который ты наверняка проделывал много раз, с тех пор как стал писать чернилами. Ты берешь листок промокательной бумаги, самой обыкновенной промокашки, и опускаешь его углом в чернила. Клякса медленно всплывает вверх, расплывается, ветвится...

Как же так? Ведь по закону сообщающихся сосудов должно быть все наоборот! Клякса должна бы спускаться, стекать с промокашки вниз. Но она не желает этого делать. А кусок сахара на поверхности кофе или чая? Ты не раз смотрел, как все выше всплывает по нему коричневая жидкость, как белый сахар бурет, оседает, расплывается...

О, если бы он умел говорить! Он бы, наверное, воскликнул: «Остановись, коварная жидкость! Ты не смеешь ползти вверх, твое место внизу. Так сказано в великом законе сообщающихся сосудов!» Но сахар не умеет говорить. Он молчит и покорно тает. А жидкость ползет все вверх, подчиняясь какому-то другому закону природы. Но какому же?

Чтобы понять, в чем здесь дело, присмотришься к поверхности воды, налитой в чистый стакан. Ты не видишь ничего особенного? И все же кое-что интересное там есть.

Смотри-ка, у стенок стакана поверхность воды загибается вверх. Это выглядит так, словно вода хочет всползти по стенкам стакана. Хочет — и не



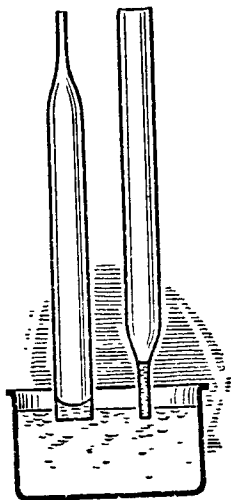
может. Ей удалось сделать только один, совсем маленький шажок. И все же раз этот шажок сделан, значит, есть какая-то сила, которая тянет воду вверх. Только сила эта мала, а воды в стакане много.

Ну, а если бы стакан был поуже? Возьми узкую трубочку, аптечную пипетку. Сними с нее резиновый мешочек и опусти трубочку в стакан широким концом. Сначала опусти поглубже, а потом немного вытяни. Ты увидишь, что уровень воды в пипетке выше, чем в стакане, миллиметра на два. Это уже кое-что!

Ну, а если опустить пипетку узким концом? Опускаем поглубже... Вытягиваем... Стоп! Смотри, уровень воды здесь выше, чем в стакане, уже почти на целый сантиметр! Теперь ясно: чем тоньше трубочка, тем выше всплывает по ней вода.

Ты спросишь, есть ли трубочки в промокашке и в куске сахара? Да, они там есть. Но их можно разглядеть только под микроскопом. Это крошечные промежутки между отдельными волоконцами промокашки. Это совсем узенькие щелочки между отдельными кристалликами сахара. Совсем узенькие? Да ведь это как раз то, что нужно! Потому-то вода и поднимается так хорошо, потому-то она и не подчиняется закону сообщающихся сосудов!

Это свойство жидкостей, эта их способность подниматься по тоненьким, как волосок, трубочкам называется волосностью. Или еще капиллярностью, от латинского слова «капилларис» — «волосной».



А ЕСЛИ ПИПЕТКА ЖИРНАЯ!

Но может быть, опыт с пипеткой у тебя не получился? Это бывает, если трубочка загрязнена чем-нибудь жирным. Если, скажем, пипеткой раньше брали вазелиновое масло, или камфарное масло, или еще что-нибудь в этом роде. Тогда закон сообщающихся сосудов все рав-

но нарушается, но только уже в обратную сторону. Уровень воды в жирной трубочке будет ниже, чем в стакане!

Этот опыт стоит проделать специально. Приглядишься внимательно к поверхности воды в трубочке жирной пипетки. Теперь ты уже знаешь, на что нужно обращать внимание. Поверхность в трубочке не вогнута, она выпуклая, вода словно отталкивается от жирных стенок!

Выходит, что капиллярность поднимает жидкость вверх только в том случае, если эта жидкость смачивает стенки трубочки.

Значит, все дело здесь в смачивании! Если жидкость смачивает стенки, если она к ним прилипает, это и создает силу, которая тянет жидкость вверх. Ну, а если не смачивает, если отталкивается, возникает сила, отжимающая жидкость вниз.

Ты, может быть, слышал, что существуют дождевые плащи из водоотталкивающей ткани. Она не сплошная, она не имеет непроницаемой пленки из резины или пластмассы. Но каждое волоконец этой ткани покрыто особым веществом, к которому вода не пристает, не смачивает. И поэтому вода не впитывается в ткань. Наоборот, она отталкивается!

Такие плащи гораздо приятнее носить, чем обычные. Ведь они пропускают воздух, не мешают коже дышать, (Ты, конечно, знаешь, что человек дышит не только легкими, но и кожей, всей поверхностью тела.) Но стирать эти плащи не рекомендуется. Ведь, отстирывая грязь, можно и водоотталкивающий состав отстирать. И тогда ткань начнет промокать, как и любая другая!

Если есть у тебя плащ или куртка из водоотталкивающей ткани, носи их аккуратно, старайся не пачкать.

ДЕЛО НЕ ТОЛЬКО В ПЛАЩАХ

Если бы единственным применением капиллярности были водоотталкивающие плащи, не стоило бы так много о ней говорить. Можно прожить и без плаща!

Ну, а без хлеба? Без круп, без овощей и картофеля, без травы и деревьев? Без мяса животных, которым тоже нечем было бы питаться? Ты спросишь: при чем здесь

капиллярность? Да при том, что это она поднимает питательные соки из почвы до самых верхушек растений. Поднимает по тончайшим, микроскопическим каналам в коре деревьев и кустарников, в стеблях травянистых растений. Поднимает иной раз на многие десятки метров — ведь есть же деревья огромной высоты! Но стоит у такого великана содрать кольцо коры, и он засохнет выше этого места, лишившись притока влаги. Надеюсь, что этот опыт ты делать не станешь.

Очень важны капилляры и в почве. Если вспаханым полям грозит засуха, землю надо разрыхлить. Капилляры разрушатся, влага не будет подниматься из глубин и сохранится в почве.

Вот такая это важнейшая вещь — капиллярность.

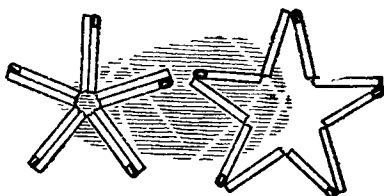
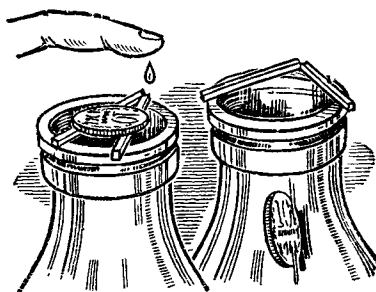
КАПИЛЛЯРНОСТЬ И СПИЧКА

Прежде чем расстаться с капиллярностью, проделаем еще два забавных опыта с палочками.

Положи на горлышко молочной бутылки надломленную палочку, а на нее — гривенник. Попробуй-ка сбрось этот гривенник в бутылку, не дотрагиваясь ни до него, ни до бутылки, ни до палочки. Не знаешь, как это сделать?

А ведь решение такое простое! Окуни палец в воду и на то место палочки, где она надломлена, урони одну-две капли. Сгиб палочки намок... Концы расходятся, все больше и больше. Дзинь — и гривенник на дне бутылки!

Для второго опыта понадобятся пять спичек. Надломи их все посередине, согни под острым углом и положи на блюдце так, как показано на рисунке слева.



Как сделать из этих спичек пятиконечную звезду, не прикасаясь к ним?

Думаю, что теперь ты уже и сам догадаешься. Конечно же, нужно уронить несколько капель воды на сгибы спичек! Постепенно спички начнут расправляться и образуют звезду.

Причина в обоих опытах одна и та же. Волокна дерева впитывают влагу. Она ползет все дальше по капиллярам. Дерево набухает. Его уцелевшие волокна «толстеют». Став толстяками, они уже не могут так сильно гнуться и распрямляются.

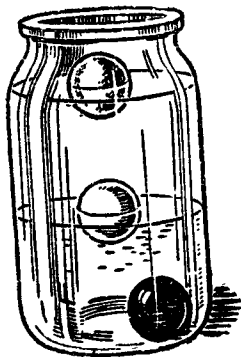
Глава двенадцатая. О ПЛАВАЮЩИХ И ТОНУЩИХ

ТРИ ШАРИКА

Возьми три шарика одинаковой величины. Один подбери стальной, от шарикоподшипника. Другой слепи из парафина (он продается в аптеке) или из стеарина от свечки. Третий вырежь из пробки, пенопласта, из бузиновой мякоти или другого легкого материала. Вымой баночку из-под майонеза или горчицы и налей в нее воды примерно до половины. Опусти туда все три шарика. Что с ними станет?

Ясно, что стальной шарик утонет, упадет на дно: сталь ведь тяжелее воды. А парафиновый и пробочный будут плавать.

Долей баночку керосином. (Теперь ты понимаешь, почему я советую взять баночку, а не стакан. Баночку можно потом выкинуть, а за наливание керосина в стакан тебя не похвалят!) Керосин легче воды и расположится сверху. Поверхность раздела будет хорошо видна. И на этой поверхности окажется шарик из парафина. Нижняя часть его будет в воде, верхняя — в керосине. Почему же парафиновый шарик не всплывет на самый верх?



Потому, что парафин хотя и легче воды, но тяжелее керосина. А вот пробковый шарик и в керосине плавает. Так что теперь три шарика займут три разных «этажа».

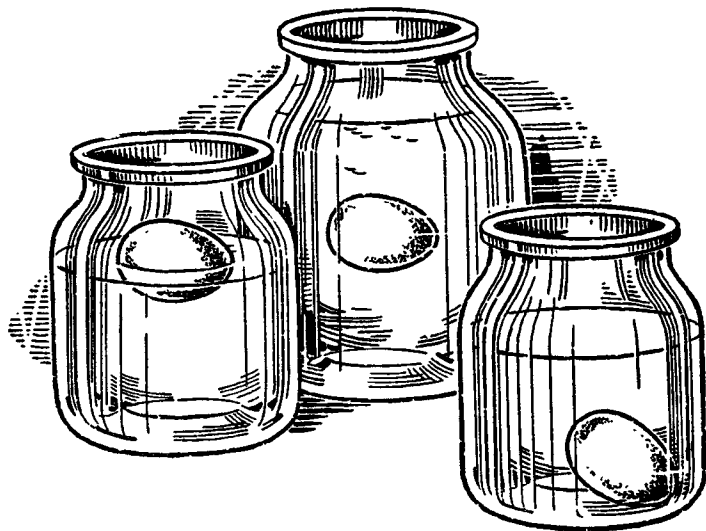
ЯЙЦО В СОЛЕНОЙ ВОДЕ

Возьми две полулитровые стеклянные банки и одну из них наполни чистой водой. Опусти в нее сырое яйцо. Оно утонет, пойдет ко дну.

Во вторую банку налей крепкого раствора поваренной соли. На пол-литра воды достаточно двух столовых ложек соли, чтобы яйцо плавало. Ты, конечно, понимаешь, почему так получается. Ведь соленая вода тяжелее. Недаром в море легче плавать, чем в реке.

Для опыта нужна еще третья банка, литровая. Переложи в нее яйцо и подливай по очереди воду из обеих маленьких банок. Тебе удастся получить такой раствор, в котором яйцо не будет всплывать на поверхность, но и ко дну не пойдет. Оно будет держаться посреди раствора, как подвешенное!

Теперь можешь показать товарищам фокус. Подлей в банку немножко пресной воды — яйцо утонет... Под-



лей соленой — оно всплывет! Это покажется тем более удивительным, что на вид соленая вода ничем не отличается от пресной.

Этот опыт можно делать и с сырой картошкой, только соли придется растворить побольше. Картофельная тяжелее яйца, ее труднее заставить всплыть.

НЕВЕСОМОСТЬ И РАСТИТЕЛЬНОЕ МАСЛО

Ты, конечно, знаешь, что в кабине космического корабля во время свободного полета все предметы теряют вес. Карандаши, блокноты плавают в воздухе, словно воздушные шарики. Да что карандаши — утюги и те плавали бы, если бы только их брали в космический полет!

Ну, а жидкости в условиях невесомости «не хотят» заполнять стаканы, кастрюли и другую посуду. Они «не желают» покорно принимать форму сосуда, в который налиты. Нет, жидкости порхают в воздухе, собравшись в аккуратные шаровые капли! Вот почему космонавтам нельзя пить из стаканов и есть суп из тарелок. Им приходится выдавливать жидкость прямо себе в рот из тубы, похожей на тубик с зубной пастой, только побольше.

Хочешь наблюдать жидкость в условиях невесомости? Нет, пока еще не в космическом корабле, а у себя дома, на кухне. Это вполне возможно, хотя опыт трудный.

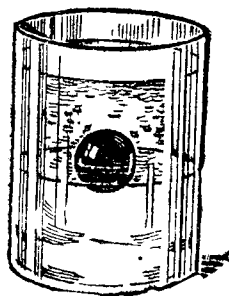
Для опыта нужны три жидкости: вода, растительное масло и денатурированный спирт (его часто называют «денатурат»). Масло легче воды, и, если подлить его в банку с водой, оно соберется слоем на поверхности. А если налить это же масло в спирт, оно соберется слоем на дне. Значит, спирт еще легче, чем масло.

Если в стакан с водой долить денатурата, то масло, добавленное в эту смесь, утонет в спирте, но не утонет в воде. Оно должно плавать на границе воды и спирта, как плавал парафиновый шарик на границе керосина и воды. Но с керосином и водой было проще: они не смешивались. А спирт хорошо растворяется в воде.

Трудность нашего опыта как раз и заключается в том, что надо очень аккуратно, очень осторожно прилить спирт в стакан с водой, чтобы эти жидкости не перемешались. Для этого сначала налей воды до половины, а по-

том потихоньку сливай денатураг по стенке стакана.

Долив стакан почти доверху, осторожно влей в него чайную ложечку растительного масла. Ты, может быть, ожидал, что оно растечется слоем на границе спирта и воды? Ничего похожего! Масло ведь оказалось в состоянии невесомости. Оно как бы «парит» на границе раздела. И, словно в кабине космического корабля, это «невесомое» масло соберется в шар, совершенно ровный и гладкий! Разве только приплюснутый, если вода и спирт на границе все-таки немного смешались.



ПРОСТЕЙШАЯ ПОДВОДНАЯ ЛОДКА

После опытов с яйцом в соленой воде и с шаром из растительного масла, этот опыт с подводной лодкой покажется легким.

Вырежь из дерева модель подводной лодочки, длиной всего 5—6 см. Корпус вытянутый, как сигара, и немного сдавленный с боков. Посередине выступает рубка... Готово? Спускай ее на воду, в стеклянную банку.

Плохо только, что лодка не погружается, а спокойно плавает на поверхности, словно забыв о том, что она лодка не простая, а подводная. Ну ничего, сейчас мы ей напомним.

Возьми несколько коротких гвоздиков с большой шляпкой (так называемых обойных) и вбей их цепочкой вдоль дна лодочки. Теперь она сидит в воде гораздо глубже, да к тому же не валится набок. Распредели гвоздики так, чтобы лодка, как говорят подводники, «стояла на ровном киле», то есть не клевала ни носом, ни кормой.

Теперь надо добавить еще со-



всем небольшой груз, чтобы лодка погрузилась полностью. Обмотай ее нетолстой медной проволокой, лучше голой или в эмаливой изоляции. Лодка будет тонуть, ложиться на дно. Постепенно сматывая проволоку и отрезая по кусочку, добейся, чтобы лодка «висела» между дном и поверхностью воды. Вот теперь она действительно подводная!

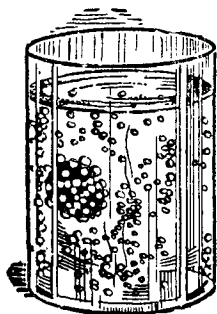
А КАК ЖЕ НАСТОЯЩАЯ ЛОДКА!

Наша простейшая модель подводной лодки висит между поверхностью и дном. Но ни всплыть, ни погрузиться глубже она не может. А ведь настоящую лодку никто не будет вынимать из воды, чтобы сматать или домотать кусочек проволоки. Как же маневрирует подводная лодка? Как она всплывает, как ложится на дно?

Простейшим примером такого «маневрирующего» подводного судна служит... виноградина в газированной воде!

Ты, конечно, знаешь, что газированная вода, а также сидро, лимонад и все минеральные воды, которые продаются в бутылках, насыщены газом под давлением. Но вот бутылка открыта, вода налита в стакан. Газ выходит в пене и брызгах. Но часть его еще осталась. Эта часть продолжает постепенно выделяться, оседая пузырьками на стенках стакана.

В такой вот стакан со свеженалитой газированной водой брось виноградину. Она чуть тяжелее воды и опустится на дно. Но на нее тут же начнут садиться пузырьки газа. Словно маленькие воздушные шарики! Вскоре их станет так много, что виноградина всплывет.



Но на поверхности пузырьки лопаются, и газ улетит. Отяжелевшая виноградина вновь опустится на дно. Здесь она снова «обрастет» пузырьками газа и снова всплывет. Так будет повторяться несколько раз, пока вода не «выдохнется».

Ты спросишь, при чем здесь подводная лодка? Да при том, что она всплывает и погружается очень похо-

жим способом. Только у лодки пузыри газа не снаружи. Она ведь не в лимонаде плавает! У лодки есть внутри специальные цистерны. Называются они балластными, потому что в них набирают балласт — груз, который тянет лодку вниз. Этим грузом служит забортная вода.

Командир приказывает погрузиться. Цистерны открывают, и в них устремляется вода. Она вытесняет воздух. Спешат, бурлят воздушные пузыри. Они расстаются с лодкой, как пузырьки газа со всплывшей виноградиной. И лодка, словно виноградина, тяжелеет и опускается в глубину.

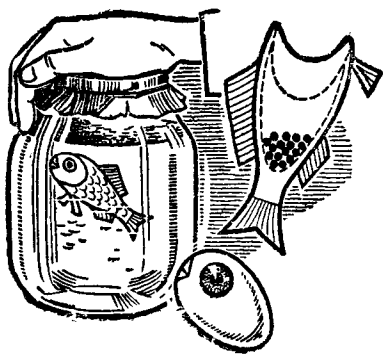
Надо снова всплыть? «Продуть балластные!» — приказывает командир. И цистерны снова открываются, но теперь в них устремляется сжатый воздух из специальных баллонов. Он вытесняет, выгоняет воду, он сам заполняет цистерны. Внутри лодки словно образуются большие воздушные пузыри. И облегченная лодка всплывает!

ЖИВАЯ РЫБА И ИГРУШЕЧНАЯ РЫБКА

Рыба тоже всплывает и погружается с помощью пузыря. Того самого плавательного пузыря, который ты, конечно, не раз видел, когда потрошили рыбу. Но рыбий пузырь не сообщается с водой. Он спрятан внутри, в середине рыбьего тела. Как же удастся маневрировать с таким пузырем?

Рыба делает это очень просто. У нее нет ни клапанов, ни баллонов со сжатым воздухом. Физику рыба тоже не изучала. Но она живая, у нее есть мускулы. И вот, когда надо погрузиться, мускулы сжимают, сдавливают пузырь. Его объем уменьшается, рыба становится тяжелее и идет вниз. А надо подняться — мускулы расслабляются, распускают пузырь. Он увеличивается, и рыба всплывает.

Вот почему уснувшая или оглушенная рыба всплывает на поверхность. Ведь ее мускулы больше не работают, они расслаблены, и пузырь раздут до предела! Ты, может быть, спросишь, почему же в этом случае рыба обычно опрокидывается набок? Да потому, что пузырь расположен в центре тяжести тела. Живая рыба всегда шевелит грудными и брюшными плавниками, поддержи-



вает правильное положение тела. А перестанут работать мускулы, и плавники остановятся, рыба валится набок и так всплывает.

«Изучив опыт» живой рыбы, мы с тобой можем сделать игрушечную рыбку. Она тоже будет всплывать и погружаться, изменяя объем воздуха в пузыре.

Проколи яйцо с двух концов и выдуй его содержимое. Дырочку в остром конце залепи сургучом или бумажкой с клеем БФ-2, другую оставь открытой. Нарисуй на скорлупе два больших глаза. Конечно, рисуй не акварельными красками и не гуашью. Здесь придется взять краски масляные, либо восковой карандаш, которым пишут по стеклу.

Из двух лоскутков бумази сшей мешочек в форме рыбы. Возьмешь зеленую или серую бумазю — будет рыбка простая, возьмешь красную или желтую — будет золотая!

Мешочек натяни до половины на яйцо и приклей клеем БФ-2. В хвостовую часть мешочка насыпь свинцовой дробы столько, чтобы рыбка еще плавала у поверхности, но при малейшем толчке опускалась в глубину. Дробь удобна потому, что свинец в воде не ржавеет.

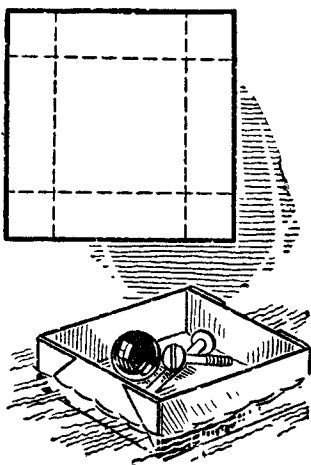
Пусти игрушечную рыбку в банку с водой. Сверху затяни эту банку резиновой перепонкой (хотя бы от лопнувшего воздушного шарика или от старой волейбольной камеры) и плотно обвяжи ниткой. Игрушка готова!

Голова рыбки — пустое яйцо — играет роль плавательного пузыря. Но яйцо ведь жесткое, да и рыбка неживая, без мускулов. Как менять объем воздуха в пузыре? А очень просто. Нет мускулов у рыбки, зато есть у тебя. Вот и нажми рукой на резиновую перепонку. Воздух под перепонкой сожмется и нажмет на воду. От этого несколько капель воды вдавится через отверстие в яйцо. Объем воздуха в яйце уменьшится, рыбка станет тяжелее и нырнет. Расслабишь мускулы, отпустишь перепонку — рыбка всплывет. Если груз подобран хорошо, рыбка будет нырять при самом слабом нажиме!

ПЛАВАЕТ ЛИ ЖЕЛЕЗО?

Что за вопрос? Брось в воду гвоздик, винтик, шарик от подшипника — все они тут же утонут. Ко дну пойдет и квадратик, вырезанный из жести от консервной банки. Он плавает ничуть не лучше, чем топор или утюг.

Но попробуй этот же квадратик согнуть в коробочку. Смотри-ка, плавает! Теперь можешь в эту коробочку положить и гвоздик, и винтик, и шарик, она только глубже осядет, но ко дну не пойдет. А в большой железной коробке смогут путешествовать по воде и топор с утюгом. Плавают же по морю стальные корабли со стальными пушками, стальными машинами, стальными якорями на тяжелых стальных цепях!

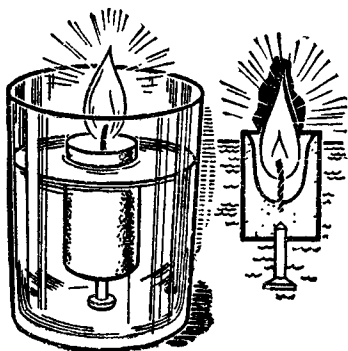


Ты, конечно, понимаешь, почему так получается. В стальных кораблях есть воздух. Он занимает много места. Словно огромный плавающий пузырь! Если вместо воздуха впустить туда воду, корабль немедленно утонет. Можешь устроить «кораблекрушение» со своей жестяной коробочкой. Пробей ее дно гвоздем, и ты увидишь как тонет корабль, получивший пробойну!

ВОДЯНОЙ ПОДСВЕЧНИК

Брось в воду стеариновую свечу. Она будет плавать, лежа на боку. Так свечу не зажжешь. Надо нижний конец нагрузить гвоздем. Только не пытайся воткнуть этот гвоздь силой: стеарин раскрошится. Гвоздь надо нагреть, тогда он войдет, как в масло, и будет хорошо держаться.

Подбери такой гвоздь, чтобы почти вся свеча погрузилась.



зились в воду. Только фитиль и самый краешек стеарина должны остаться над поверхностью. Стакан с водой, в котором плавает эта свеча, окажется неплохим подсвечником. Зажги фитиль, и свеча будет гореть, пока не выгорит до конца.

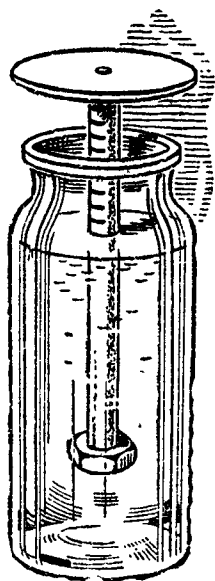
Но почему же? Ведь она вот-вот догорит до воды и погаснет? Но этого не происходит. Вода охлаждает стеарин снаружи. Поэтому края свечи будут таять медленнее и вокруг фитиля образуется глубокая воронка. Свеча превратится в стеариновый кораблик, она будет постепенно всплывать. И хотя стеарина остается все меньше, даже маленький огарок, нагруженный гвоздем, не пойдет ко дну. Свеча выгорит почти до самого конца.

Кстати, наш подсвечник имеет одно важное преимущество. Догоревшая свеча здесь никогда не наделает пожара: фитиль будет погашен водой.

ВЕСЫ ИЗ ПАЛКИ

Для этих весов понадобится высокая стеклянная банка. Подбери круглую палку длиной 20—30 см из какого-нибудь легкого дерева: сосны, липы, тополя, осины. Чтобы палка в воде стояла, приладь к одному ее концу грузило: гайку, болт, кусок свинцового кабеля. Вес грузила подбери так, чтобы палка стояла ровно, но не погружалась глубже, чем на две трети.

К верхнему концу палки прилей одним гвоздиком кружок из картона. Это будет чаша весов. Осталось навести деления.



Отметь, до какого места на палке доходит вода. Это будет нулевое деление: вес груза равен нулю. Теперь положи на весы пятикопеечную монету. Она весит 5 г. (Вообще запомни, что вес наших бронзовых монет составляет 1 г за каждую копейку. Их можно использовать в качестве гирек. А у кондукторов и у продавцов газированной воды выручку принимают не по счету, а по весу монет, только рассортировав их на «желтые» и «белые»).

Палка опустится немножко глубже. Нанеси второе деление. Так, продолжая нагружать весы монетами, делай отметки через каждые пять граммов.

Интересные получились весы! Жаль, что они годятся только для очень малых грузов.

Глава тринадцатая. НАУКА О ПУЗЫРЯХ

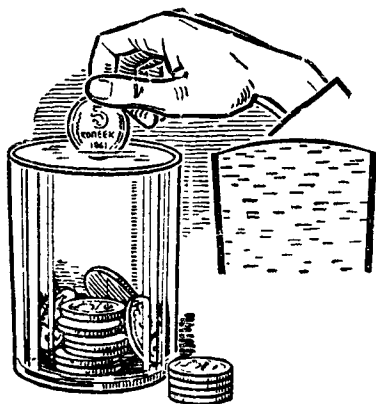
ЕСТЬ ЛИ У ВОДЫ КОЖА!

«Что за странный вопрос? — скажешь ты. — Конечно, нет!»

Но попробуй проделать несколько простых опытов с водой — и твоя уверенность поколеблется.

Налей в стакан воду до самых краев. Полон он или не полон? Давай проверим. Набери монет и опускай их в стакан одну за другой. Если погружать монеты осторожно, без всплеска, немало их поместится в «полном» стакане, прежде чем вода начнет переливаться через край.

Куда же девается излишек воды? Опустив в стакан несколько монет, присядь так, чтобы твои глаза оказались на уровне краев стакана. Ты увидишь удивительную вещь. Поверхность воды стала выпуклой, поднялась горбом! И чем больше ты опустить монет, тем вы-



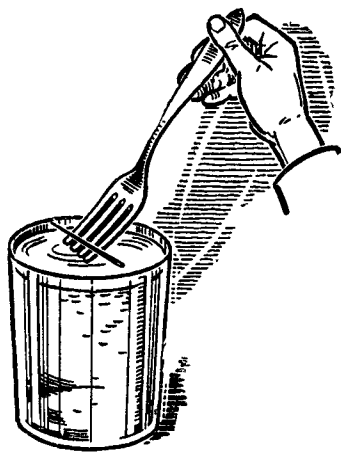
ше поднимется водяной горб. Он вздувается, словно воздушный шарик. Но у шарика есть «кожа». Это его резиновая оболочка.

А у воды?

У нее ведь кожи нет?

И все-таки вода ведет себя так, будто у нее тоже есть оболочка. Упругая, словно резиновая. На какой-то момент эта невидимая оболочка разрывается. Струйка воды сбегает по стенке стакана, и водяной горб сразу опадает. Словно лопнул шарик...

Сделай еще один опыт. Смажь иголку каким-нибудь жиром и осторожно положи ее на поверхность воды. Легче всего класть при помощи вилки. Уложи иголку на



вилку и погружай вилку в воду, понемногу поворачивая ее на ребро.

Когда уберешь вилку, иголка останется на поверхности! Но разве она может плавать? Сталь ведь тяжелее воды. Снова присядь и посмотри на «плавающую» иголку против света. Ты увидишь, что поверхность воды вогнулась под тяжестью иголки. Значит, иголка не плавает. Она лежит на поверхности воды, как на упругой пленке. Достаточно

одного неосторожного движения, толчка — и пленка разрывается. Иголка падает на дно. Очень уж непрочная у воды «кожа». Непрочная, а все-таки она есть. Невидимая, упругая пленочка.

На поверхности воды может лежать и лезвие от безопасной бритвы. Его тоже лучше слегка смазать жиром. Укладывать можно с помощью вилки, тем же приемом, что и иголку. Только стакан здесь не совсем удобен. Он маловат (трудно будет убрать из-под лезвия вилку). Лучше взять суповую тарелку или миску.

Ты, наверное, видел, как снуют по поверхности пруда жучки-водомерки. Они тоже скользят по поверхностной пленке. Можно даже увидеть, как она прогибается.

НАУКА О МЫЛЬНЫХ ПУЗЫРЯХ

Ты, конечно, пускал мыльные пузыри. Дело это очень нехитрое, доступное даже совсем маленьким детям. Была бы мыльная вода да соломинка!

Но теперь ты уже не так мал и даже начинаешь знакомиться с физикой. Пора тебе научиться пускать пузыри не как-нибудь, а солидно, научно. Это сложнее, чем просто дуть в соломинку. Зато пузыри получатся очень интересные!

Мыло для мыльных пузырей годится не всякое. Самая плохая мыльная вода получается из лучших сортов туалетного мыла. Так что мыло нужно брать хозяйственное.

Самое подходящее для пускания пузырей так называемое 72-процентное, светлое. Хорошо и 70-процентное мыло. Но, на худой конец, годится и самое обычное — 65-процентное. Оно все же больше подходит для нашей цели, чем туалетное.

Мыло нужно растереть и развести в мягкой, а еще лучше в дистиллированной воде. Не разводи очень жидко: от этого пузыри скоро лопаются. Проведи раствор через чистую тряпочку, чтобы в нем не осталось нерастворившихся кусочков мыла.

Чтобы пузыри были прочнее, хорошо прибавить глицерина, две ложки на каждые три ложки мыльного раствора. Хорошенько взболтай эту смесь и дай постоять, пока на ее поверхности не образуется белая пенка. Пенку сними, а готовый раствор сохраняй в плотно закупоренной бутылке. Он может храниться несколько дней.

Трубка для пузырей тоже годится не всякая. С помощью соломинки, настоящей или пластмассовой, или стеклянной трубки можно выдувать только маленькие пузыри. Если расщепишь соломинку или на конец трубки наденешь кружок из пробки или школьной резинки, это будет служить пузырям поддержкой. Можно будет выдувать пузыри побольше. Для самых больших пузырей понадобится воронка или же игрушечная детская труба. С помощью воронки можно выдуть пузырь-великан диаметром до 30 см. Конечно, дуть придется с перерывами, каждый раз зажимая отверстие. «Единым духом» та-

кой пузырь не надуешь: в него входит почти ведро воздуха!

Края трубки или воронки хорошенько смочи раствором. Иначе пузыри лопаются при спускании. И слюна, попавшая в трубочку, тоже враг пузырей. И даже капля мыльного раствора, повисшая на пузыре снизу, очень опасна. Осторожно удали ее смоченным в растворе пальцем, чтобы неженка пузырь не лопнул!

Ну, вот и вся наука о пузырях. Теперь принимайся за дело!

ПУЗЫРЬ ЛЕТАЕТ

Выдуй большой пузырь, диаметром сантиметров 20. Легким толчком отдели его от трубки. Пузырь сначала поднимется немного кверху и только потом, переливаясь всеми цветами радуги, начнет опускаться. Наконец он лопнет, прикоснувшись к полу.

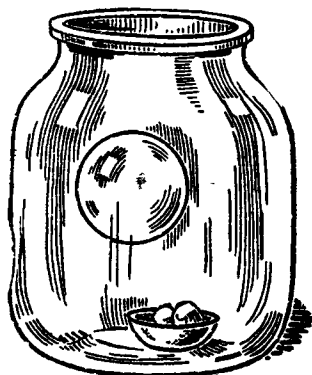
Почему же сначала пузырь поднялся? Да потому, что он был наполнен твоим горячим дыханием. Теплый воздух в пузыре был легче воздуха в комнате. Но потом он остыл, и шар опустился.

Очень красивый опыт с летающим пузырем можно сделать в большой стеклянной банке. На дно банки поставь маленькую чашечку с кусочками мела. Полей мел раствором соляной кислоты (1 часть кислоты на 10 частей воды). Попав на мел, раствор зашипит, забурлит, запузырится. Подожди, пока кипение в чашечке закончится. Тогда и воздух в банке станет спокойным.

Выдуй небольшой пузырь, только без капли внизу, и стряхни его в банку. Сначала он упадет почти на самое дно, а потом остановится и начнет подниматься. Поднимется немного, потом опять вниз, и опять не до дна, и снова поднимется... Пузырь ныряет, словно поплавок в пруду. Наконец он остановится на небольшой высоте над дном банки. Здесь пузырь начнет менять цвета. Смотри, вот он светло-голубой, потом зеленый, желтый, вот делается красным, малиновым... Наконец, пузырь становится лиловым, опускается все ниже и... конец! Пузырь лопается, обычно не достигнув дна.

В чем здесь дело? Почему летает пузырь в банке, в

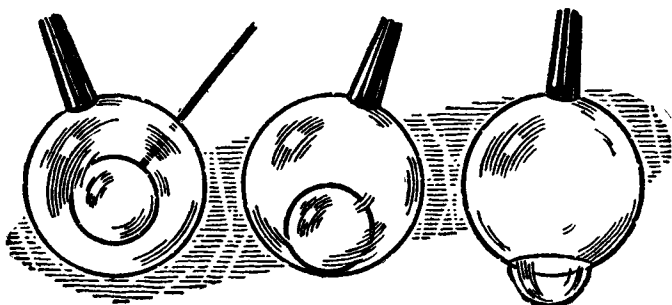
волнах какого невидимого пруда он ныряет, как поплавок? Секрет в том, что при действии соляной кислоты на мел получается углекислый газ. Он бесцветен, как воздух, но тяжелее по весу и поэтому оседает на дно банки. А пузырь-то наполнен воздухом, он легче! Вот поэтому он и всплывает в невидимом пруду. Но постепенно углекислый газ проходит внутрь пузыря сквозь тоненькую его оболочку. И тогда пузырь тонет.

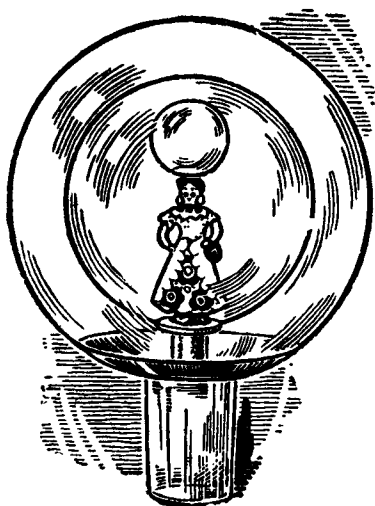


В ПУЗЫРЕ ПУЗЫРЬ

Мыльный пузырь сейчас же лопнет, если прикоснуться к нему сухим предметом. Но трубочки, смоченной в мыльном растворе, пузырь не боится. Товарищ со своей трубочкой может «подключиться» к твоему пузырю, будете выдувать вместе. Можешь пересадить пузырь с одной трубочки на другую. А можешь смоченную трубочку ввести внутрь пузыря и выдуть в нем другой пузырь. Когда вытащишь трубочку, второй пузырь упадет на дно большого и будет лежать в нем, как яблоко в корзине.

Осторожно встряхни трубку, на которой висит большой пузырь. Так можно вытолкнуть второй пузырь наружу, и он повиснет, словно корзина под воздушным шаром.





А можно выдуть и три пузыря, один в другом. Для этого поставь пробку посередине блюдца. На пробку положи новенький пятак, к пятаку прилепи сургучом маленькую куколку, а к головке куколочки прилепи копейку.

Налей в блюдце немного мыльного раствора и поставь его на стакан. Хорошо смочи раствором все, что стоит в блюдце. Теперь возьми трубку и выдуй большой пузырь так, чтобы он сидел на краях блюдца.

Готово? Введи в этот пузырь трубку и выдуй внутри второй, посадив его на пятак. Вынь трубку, снова смочи ее и осторожно проткни пленки обоих пузырей. Внутри выдуй третий, самый маленький. Он будет сидеть на копейке!

ПУЗЫРИ НА ПОДСТАВКЕ

Скрути из проволоки подставку для пузырей: кольцо на трех ножках. Диаметр кольца примерно 7 см. Окунь кольцо в мыльный раствор и опусти на него пузырь. Теперь можешь убрать трубочку; пузырь долго будет сидеть на подставке, не лопаюсь.

Сделай второе кольцо такого же диаметра с ручкой вроде ракетки. Смочи его мыльным раствором и опусти на пузырь, сидящий на подставке. Пузырь прилипнет к кольцу. Готово? Теперь поднимай верхнее кольцо. Выше, выше... Мыльный шар вытянется в цилиндр. Сдвинь кольцо в сторону — цилиндр потянется за ним и скосится. Опusti верхнее кольцо в прежнее положение — и цилиндр снова станет шаром.

Думаешь, подставку хорошо делать из гладкой проволоки, покрытой блестящей эмалевой изоляцией? Нет, это не так. Лучше брать проволоку, обмотанную шелко-

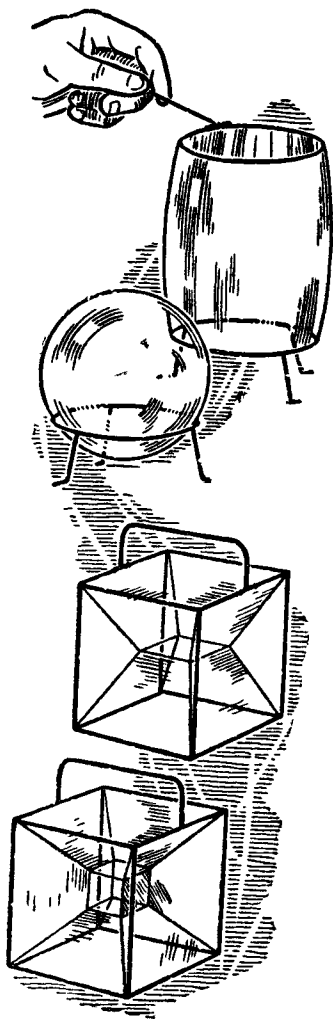
вой или хлопчатобумажной пряжей, а то и ржавую железную. Важно, чтобы проволока не была слишком скользкой, иначе пузырь легко от нее отстанет.

Если есть у тебя проволока, изолированная пряжей или ржавая, сделай из нее куб со сторонами примерно по 7 см. Сверху к кубу прикрепи П-образную скобу-ручку, чтобы его удобно было держать.

Погрузи куб целиком в мыльный раствор и осторожно вытащи его. Ты, может быть, ожидал получить просто пузырь в виде куба? Ничего похожего! То есть куб-то получится, но в его центре окажется еще небольшой квадратик, соединенный косыми пленками с ребрами куба!

Погрузи проволочный куб снова в раствор, но только одной нижней плоскостью. Ты увидишь новое превращение: в середине куба появится маленький кубик из мыльной пленки, а вокруг него — шесть правильных пирамид. И все это непрочное сооружение будет переливаться красным и желтым, зеленым и голубым!

Дотронься до одной из плоскостей большого куба углом промокашки — и внутренний кубик мгновенно превратится снова в квадрат!



МЫЛЬНЫЕ ЦВЕТЫ

Возьми лист алюминиевой фольги, в который был завернут плавленый сырок или шоколад. Хорошенько разгладь его ногтем на столе. Приложи к середине листа пробку (можно полиэтиленовую) и очерти ее карандашом, а вокруг этого кружка осторожно нарисуй и вырежь шесть лепестков. Диаметр розетки 8—10 см.

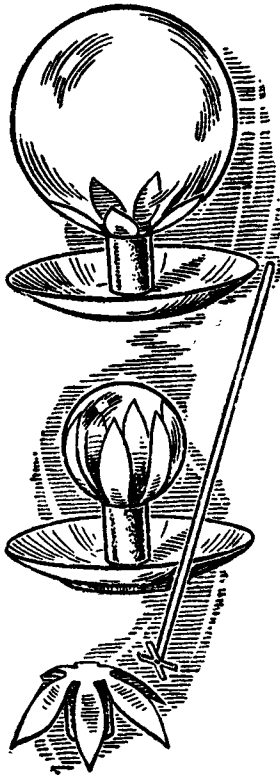
Поставь пробку посреди блюдца, а розетку смочи в мыльном растворе и положи сверху. Лепестки опадут, обвиснут. Кажется, наш цветок увял, не успев расцвести. Но это только кажется! Выдуй пузырь и поднеси его к центру розетки. Сейчас же лепестки пристанут к пузырю и поднимутся, натянутые упругой мыльной пленкой!

Продолжай надувать пузырь— и цветок будет раскрываться все шире и шире.

Правда, он не особенно ароматен: мыло-то хозяйственное. Но зато наш цветок очень красив: серебряные лепестки и радужный шар в середине!

С помощью мыльных пузырей можно делать и другие цветы— снежные. Мы уже говорили о снежинках. Они образуются из игольчатых кристалликов льда. Происходит это высоко в облаках. Но можно увидеть образование снежных звездочек и на земле, под самым своим носом.

В морозный, но тихий день выйди из дому и выдуй большой мыльный пузырь. Сейчас же вода в тонкой пленке мыльного раствора начнет замерзать. В ней появятся ледяные иголочки. У тебя на глазах они будут собираться в чудесные ледяные звездочки и цветы.



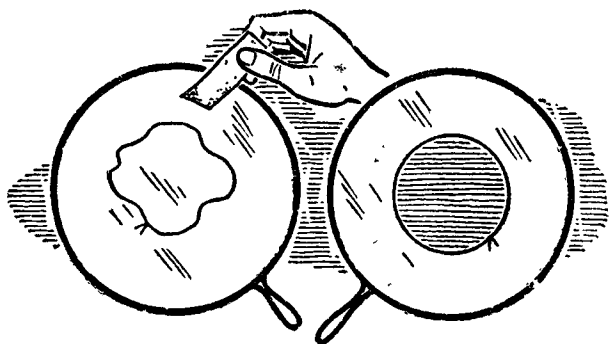
СЕКРЕТ МЫЛЬНЫХ ПУЗЫРЕЙ

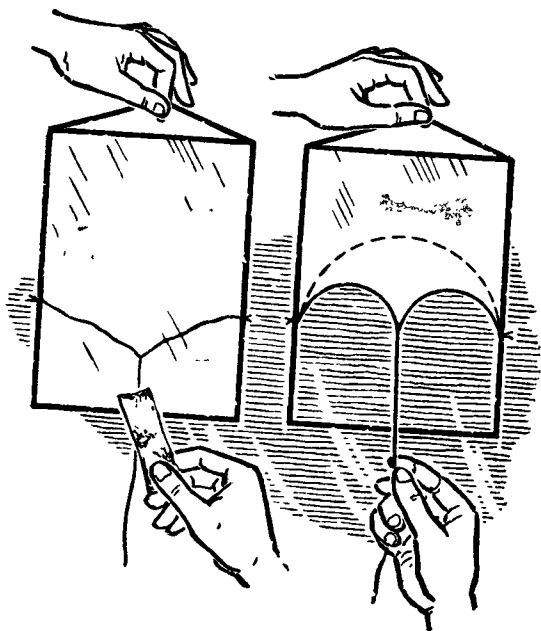
В чем же секрет мыльных пузырей? В них обнаруживается то самое явление, которое создает «кожу» у воды. Только состав раствора для пузырей подобран специально, чтобы пленка была более прочной и более упругой. Эта пленка на поверхности жидкости всегда туго натянута. Поэтому и все явление называют поверхностным натяжением.

Чтобы лишний раз убедиться в упругости поверхностной пленки, сделай еще несколько опытов с мыльным раствором.

Проволочное кольцо окуни в мыльный раствор и осторожно вынь так, чтобы на нем образовалась мыльная пленка. Свяжи из кусочка нитки небольшую петельку, смочи ее мыльной водой и осторожно положи на пленку. Петелька будет лежать так, как легла, неровная, неаккуратная. Но попробуй прикоснуться углом промокашки к мыльной пленке внутри петельки. Ого, как она распрямится! Внутри петли пленка лопнет, а та, что осталась снаружи, растянет нитку в правильное кольцо. Это кольцо будет растягиваться натяжением ободка пленки, оставшегося между ниткой и наружным кольцом. Поверхностное натяжение действует во все стороны одинаково. Поэтому кольцо из нитки расположится точно посередине проволочного кольца!

А вот еще один очень наглядный опыт с поверхностным натяжением. Согни из проволоки прямоугольную





рамку с ручкой. Между боковыми сторонами этой рамки привяжи нитку так, чтобы она немного повисала, а к середине этой нитки — еще одну нитку, подлиннее. Пусть свисает хвостом.

Теперь опусти все сооружение в мыльный раствор с глицерином, приготовленный для пузырей. Медленно вынимай рамку — на ней образуется мыльная пленка. Нитки лежат на мыльной пленке свободно. Но если ты дотронешься кусочком промокашки до пленки в нижней части рамки, она лопнет и поперечная нитка натянется кверху дугой.

Это напоминает опыт с кольцом из нитки. Но мы недаром привязали еще нитяный «хвост». Осторожно потянули за него — и отверстие в пленке примет форму двусторчатых ворот. Отпусти нитку — и снова пленка, как резиновая, натянет поперечную нить полукругом.

Глава четырнадцатая. ПОХОЖДЕНИЯ НЕВИДИМКИ

НЕВИДИМКА И ХИТРАЯ ЗМЕЯ

Быть невидимым — как это удобно! Можно легко пройти на стадион в день самых интересных соревнований. Можно проникнуть в кино на вечерний сеанс, куда обыкновенных, видимых ребят даже с билетами не пускают. И шалить невидимка может сколько угодно: кто накажет невидимого шалуна?

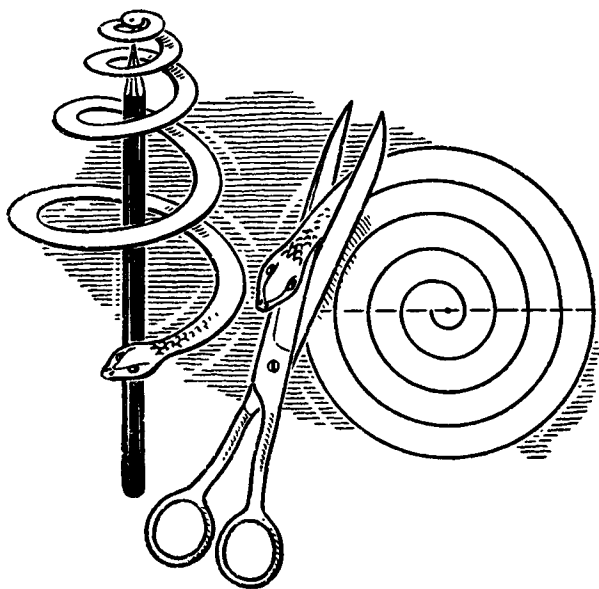
Конечно, ты знаешь, что на самом деле это невозможно. И все-таки бывают невидимые шалуны. Недавно я шел по улице, и вдруг кто-то сорвал у меня с головы шляпу. Я еле успел ее подхватить. Оглянулся — никого нет. Только на другой стороне улицы видна пожилая женщина. Но ей не до меня; она обеими руками вцепилась в раскрытый зонтик, который кто-то невидимый дергает, мотает из стороны в сторону. И вдруг — трах! дзинь! — к моим ногам посыпались осколки. Это чья-то невидимая рука захлопнула окно, да так сильно, что стекло вылетело.

Кто же бесчинствует на улице? Кто этот озорник-невидимка? Ты, конечно, уже догадался. Это ветер, движение воздуха. Воздух заполняет все пространство вокруг нас. Без него мы не могли бы ни дышать, ни слышать, ни ощущать запахи. Воздух прозрачен, податлив, легок, так что мы часто о нем забываем. Но он живет своей сложной жизнью и постоянно движется. Даже в самые тихие, безветренные дни можно заметить слабое движение листьев на деревьях, мелкую рябь, временами пробегающую по поверхности воды.

Движется воздух и в комнате. Стоит оставить открытым окно или дверь, даже неплотно прикрыть форточку, в доме начинает гулять сквозняк. Многие его боятся. Замазав окна, закрыв двери и форточки, затопив печь, они сидят и радуются: наконец-то невидимый шалун усмирен!

Но есть на свете хитрая змея. Она лучше людей чувствует движение воздуха. Сейчас мы ее сделаем и проверим, действительно ли так неподвижен воздух в закрытой комнате.

Змею можно сделать из старой почтовой открытки. Го-



дится и лист, вырванный из тетради по рисованию. Нарисуй выкройку змеи по нашей картинке и аккуратно вырежь ее ножницами. На хвосте змеи, в самой серединке, выдави острием карандаша маленькое углубление.

Проверим теперь, действует ли наша змея. Надень ее углублением на кончик остро очиненного карандаша и подними. Закинув голову, легонько подуй на змею снизу. Завертелась!

Значит, хитрая змея действительно замечает то, чего люди не видят. Она чувствует, когда воздух поднимается вверх. Попробуем воспользоваться этим свойством змеи и поищем в комнате такое место, где воздух сам поднимается вверх. Поднеси карандаш со змеей к топящейся печке или к батарее центрального отопления. Придвинь его совсем близко, так, чтобы только змея могла свободно вертеться.

Хитрая змея завертится! Она будет вертеться тем быстрее, чем горячее печка. Это потому, что печка нагревает воздух, а теплый воздух поднимается вверх. Он и вертит хитрую змею.

ВЕРТУШКА НА БУЛАВКЕ

Для опытов с хитрой змеей нужна горячая печка или горячая батарея отопления. Ну, а что делать летом?

Можно, конечно, держать змею над кухонной плитой, над керосинкой, над газовой или электрической плиткой. Только повыше, чтобы руку не обжечь! Еще удобнее — над утюгом, над настольной лампой без абажура.

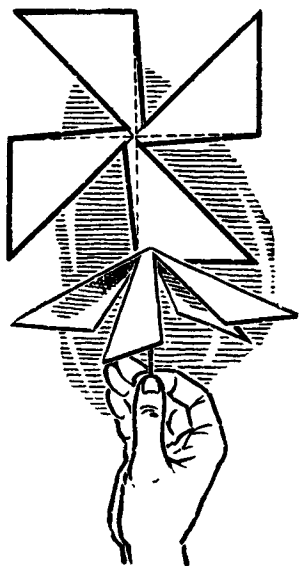
Но есть гораздо более чувствительный физический прибор, для работы которого вполне достаточно тепла твоего тела! Это бумажная вертушка на булавке. Сделать ее ничуть не труднее, чем змею.

Вырежь квадратик размером 4×4 см из тоненькой, лучше всего папиросной бумаги. Перегни его точно с угла на угол — сначала по одной диагонали, потом по другой. Получится колпачок в виде отлогой пирамидки. Углы этой пирамидки сложи попарно так и этак, чтобы образовались еще складки, входящие внутрь.

Каждая боковая грань пирамидки разделилась на два треугольничка. Возьми ножницы и вырежь из каждой грани левый треугольничек. Только — чур! — не до самой серединки режь, оставь по 2 — 3 мм, иначе все развалится.

Получилась вертушка с четырьмя косыми крылышками. Возьми в руку булавку, острием вверх, и положи вертушку на острие вершинкой. Убери вторую руку и подожди несколько секунд.

Видишь? Вертушка тихонько закрутилась! Ее крутит ток нагретого воздуха. Он поднимается от руки, в которой ты держишь булавку. Конечно, ток этот очень слабенький. Но вертушка легонькая, ей и этого хватает!

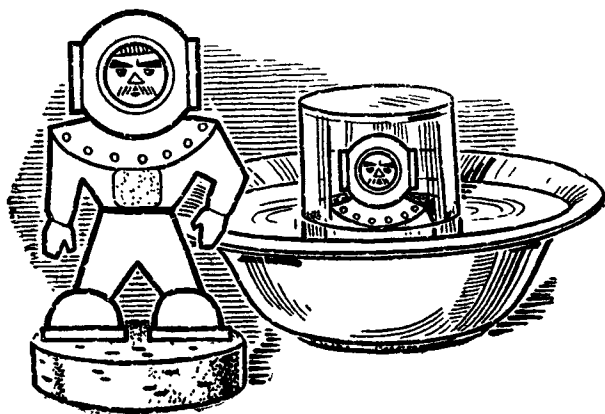


ОТВАЖНЫЙ ВОДОЛАЗ

Вырежь из бумаги человечка по нашему рисунку. Укрепи его на кружочке, отрезанном от пробки. Приклеивать опасно: ведь этот человечек будет водолазом. А вдруг он случайно намокнет и отклеится! Лучше концом перочинного ножа сделай в пробке надрез и вставь туда ноги человечка.

Теперь налей в миску воды и пусти человечка плавать. Видишь, как хорошо он плавает на пробке! А нырять он умеет еще лучше. Накрой человечка перевернутым стаканом и медленно погрузи стакан до дна миски. Водолаз будет опускаться вместе со стаканом. Глубже, глубже... И вот он уже на дне!

Осторожно подними стакан и вынь его. Водолаз вынырнет. Смотри, смельчак побывал на дне и вышел из воды сухим! Так можно опускать на дно и живых людей. Только, конечно, не под чайным стаканом. Когда нужно бывает сделать какую-нибудь подводную работу, например построить опору для моста, на дно опускают огромный перевернутый ящик. Этот прочный ящик из металла или железобетона называется кессоном. Рабочие-кессонщики спускаются в него через двойную плотно закрывающуюся дверь. Снизу кессон открыт, и кессонщики свободно могут работать на дне.



Вода не входит в кессон потому же, почему не входит она в перевернутый стакан: воздух не впускает. Так невидимка помогает работать под водой.

ЧТО МЕШАЕТ ПАДАТЬ:

Что падает быстрее: монета или клочок бумаги? Возьми в одну руку монету, а в другую — маленькую бумажку. Выпусти их одновременно, с одинаковой высоты. Монета сразу стукнется об пол, а бумажка будет падать медленно, крутясь или рыская из стороны в сторону. Значит, тяжелые тела падают быстрее?

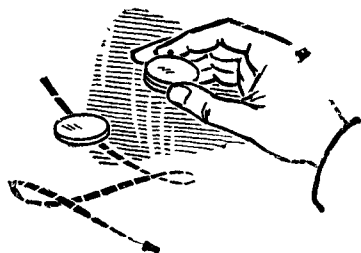
Давай проверим. Возьми гирию весом 1 кг и копеечную монетку и повтори опыт с ними. Они упадут в один и тот же момент! А ведь ты помнишь, что копейка весит всего 1 г, то есть в тысячу раз меньше, чем гирия. Выходит, дело вовсе не в весе!

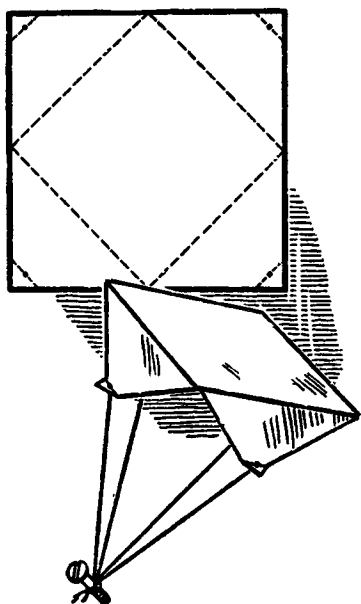
А в чем же? Возьми две одинаковые бумажки и одну скомкай, скатай в шарик, а другую брось целой. Конечно же, скомканная упадет быстрее.

Можешь сделать и другой опыт: вырежь из бумаги два кружка размером с трехкопеечную монету. Один из них брось просто, а другой положи на пятак и брось этот пятак плашмя. Кружок, брошенный отдельно, будет долго порхать, а брошенный с монетой упадет с ней одновременно.

Значит, вес и в самом деле ни при чем. Бумажку задерживает что-то другое. Ей мешает падать какой-то невидимка. Ты, наверное, уже догадался, что это опять проделки воздуха! Когда ты скомкал бумажку, вес ее не изменился, но уменьшилась поверхность. И сразу же невидимке стало не во что упереться, не за что ухватиться. Бумажный шарик упал быстро.

В физических лабораториях показывают еще более наглядный опыт. В длинную стеклянную трубку кладут пушинку и свинцовую пулю. Потом из трубки выкачи-





вают воздух и дырочку за-
паивают. Невидимки боль-
ше нет, он изгнан! И теперь,
если трубку резко перевер-
нуть, пушинка и пуля пада-
ют с одинаковой скоростью!

НЕВИДИМКА СПАСАЕТ ЛЕТЧИКОВ

Невидимка мешает па-
дать? Что ж, бывают слу-
чай, когда это очень кстати.
Вот, например, летчик вы-
прыгнул из горящего само-
лета. Хорошо бы ему падать
помедленнее! Он бы тогда
не разбился о землю, остал-
ся бы живым и здоровым.

Но невидимка хорошо
задерживает падение только
тех тел, у которых малый вес и большая поверхность.
А у летчика вес порядочный. Значит, ему нужна очень
большая поверхность. И такая поверхность уже заготов-
лена. Она аккуратно сложена в ранце за спиной.

Летчик нащупывает кольцо... Рывок... Бу-бух! С гул-
ким треском разворачивается огромный шелковый купол.
Он наполняется воздухом, он вздувается, трепещет, как
парус в бурю. И падение сразу замедляется. Да так рез-
ко, что летчика основательно встряхивает. Теперь он
опустится с высоты в несколько километров так, будто
всего-навсего прыгнул со шкафа.

Чудесное приспособление, спасающее летчика, назы-
вается парашютом. Слово это французское и означает
«предотвращать падение». Современный парашют, усо-
вершенствованный советским изобретателем Котельнико-
вым, настолько надежен, что им пользуются не только
для спасения жизни при авариях, но и для спорта. Есть
спортсмены-парашютисты, совершившие больше тысячи
прыжков!

В армии с парашютами прыгают целые войсковые

подразделения. В буквальном смысле «с неба» появляется в тылу врага крылатая пехота. Да что пехота! Автомобили, пушки, даже танки спускаются с небес на особых, грузовых парашютах!

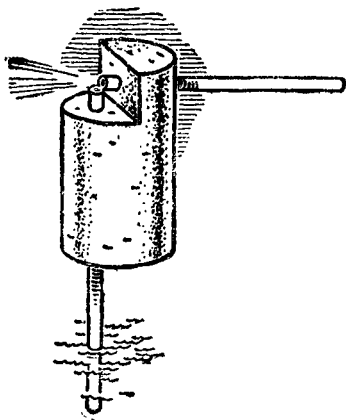
Ты тоже можешь сделать маленькую модель парашюта. Возьми квадратный лист плотной бумаги размером 168×168 мм. Размер не случайный: 168 мм — ширина листа из школьной тетради. Отогни углы, а самые уголки перегни еще раз. Сгибы уголочков проколи иглой и пропусти по нитке, завязанной на конце толстым узелком, чтобы не выдернулась. Свободные концы всех ниток аккуратно выравняй и свяжи общим узлом.

Вот и готов игрушечный парашют. К общему узлу прицепи груз: какой-нибудь винтик или две-три заколки для волос. После нескольких проб ты подберешь такой груз, с которым парашют будет падать не слишком быстро, но в то же время и не слишком медленно, не «рыскающая» и не переворачиваясь. Вместо груза можно подвесить целлулоидную куколку подходящего размера. Это будет легчик, спасенный невидимкой.

НЕВИДИМКА ПЛЮЕТСЯ

Только что невидимка показал себя героем. Но не всегда он ведет себя так примерно. Ты ведь уже знаешь, что невидимка — большой озорник. И вот оказывается, что он и плеваться мастер. Чтобы в этом убедиться, сделай себе пульверизатор.

Возьми корковую пробку и острым ножом вырежь из нее одну четвертую часть. Если корковой пробки у тебя нет, годится и резиновая, и кусочек пенопласта (не обязательно круглый). Можешь взять и обрезок моркови, но «морковный» пульверизатор годится всего на один раз. Потом морковь усохнет.



Подбери две трубочки толщиной по 3—4 мм. Они могут быть стеклянные, металлические, пластмассовые — какие достанешь. Годятся и трубки от больших гусиных перьев.

В пробке прожги гвоздем два отверстия, как показано на рисунке. Трубочки должны входить в них очень туго (по этой причине не годятся соломинки: они сомнутся, когда будешь вставлять). Хорошо, перед тем как вставлять трубочки, распарить корковую пробку в кипятке. Вертикальная трубочка должна немного выступать над срезом пробки.

Готово? Теперь опусти нижнюю трубочку в стакан с водой, а в верхнюю дуй. Ого, как начал плеваться наш приборчик! Ничуть не хуже, чем его почтенные родственники: резиновая груша в парикмахерской и окрасочный пистолет.

ПОЧЕМУ РАБОТАЕТ ПУЛЬВЕРИЗАТОР!

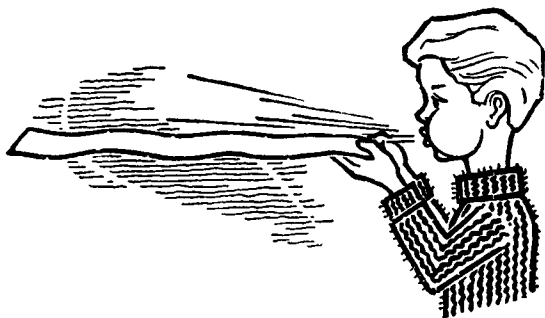
С помощью пульверизатора ты можешь распылить в комнате одеколон, покрыть лаком рисунок, красиво оформить плакат или стенную газету. Все это так. Но почему же все-таки работает этот простой приборчик? Почему вода, одеколон, лак поднимаются по вертикальной трубке?

Может быть, их гонит вверх капиллярность? Нет, трубка слишком широка, да и жидкость поднимается по ней только тогда, когда ты дуешь. Если трубка стеклянная, в ней это особенно хорошо видно.

Ответ подскажет тебе очень простой опыт. Отрежь узкую полоску тонкой бумаги и возьми ее за один конец. Ясно, что другой конец будет висеть. А ну-ка, поднеси руки ко рту и сильно подуй поверх полоски. Пф-фу!

Смотри, полоска взлетела, она вытянулась горизонтально и затрепетала, как флаг на ветру! Пока ты дуешь, полоска держится.

Тут уж ни о какой капиллярности говорить не приходится. Причина может быть только одна: струя воздуха создает подсос. Пролетая над полоской, она тянет ее кверху. Пролетая над отверстием трубочки, она сосет воду, а потом, конечно, разбрызгивает ее. Поэтому и плюется невидимка.

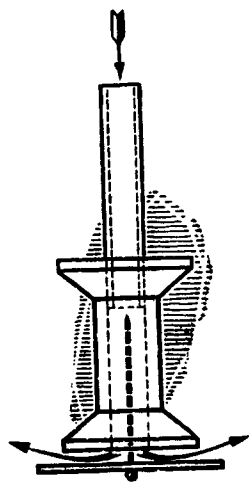


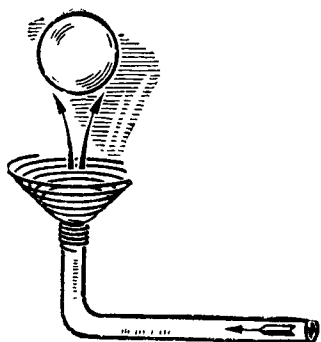
Ученые стараются каждый вывод проверять еще и еще. Ты тоже можешь еще раз убедиться в том, что струя создает подсос. Для этого сделай опыт со старой катушкой от ниток.

Листок из тетради сверни в узкую трубку и вставь ее внутрь катушки. Из гладкого картона вырежь кружок диаметром 3 см и в центр его воткни булавку. Прибор готов! Теперь трубку с катушкой на конце возьми в рот, а снизу приложи к катушке кружок так, чтобы булавка вошла внутрь трубки. Хорошенько подуй в трубку. Ты, может быть, ждал, что кружок отлетит от катушки? Ничего подобного!

Пока ты дуешь, кружок не упадет: он будет держаться под катушкой! Почему? Ясно: его подсасывает воздушная струя, расходящаяся веером из катушки. Булавка в этом опыте ни во что не втыкается. Она нужна только для того, чтобы удерживать кружок точно под катушкой. Иначе он может вильнуть в сторону и упадет. Там ведь струи уже не будет, не будет и подсоса.

Наконец, еще один опыт с подсасывающим действием струи. Ты, возможно, видел в тире забавную мишень — целлулоидный шарик, танцующий в струе фонтана. Почему это шарик не падает, не выле-





тает в сторону? Да потому, что струя создает подсос. Стоит шарiku съехать, скажем, вправо — и почти вся струя фонтана окажется слева от него. Она будет подсасывать шарик влево, снова тянуть его в фонтан!

Ты можешь сделать похожий опыт с воздушной струей. Только целлулоидный мячик удержать в воздухе будет трудно. Возьми лучше шарик из бузиной мякоти, из пенопласта, из пластмассовой губки.

Диаметр шарика примерно 1 см.

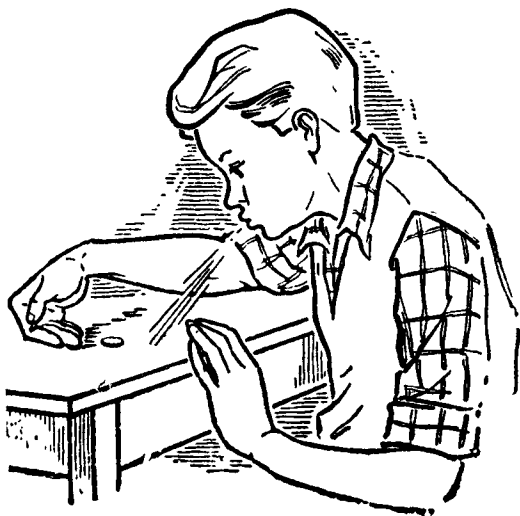
Стекланную или металлическую трубку длиной около 25 см согни под прямым углом. Ты уже знаешь, как это сделать (см. стр. 78).

На короткий конец трубки надень проволоку, свернутую спиралью. Положи шарик в эту спираль и дуй в длинный конец трубки, сначала потихоньку, потом все сильнее. Шарик запляшет в воздушной струе!

НЕВИДИМКА ТОЛКАЕТСЯ

Да, да! Мало того, что невидимый шалунишка плюется, он еще и толкается! Толчок воздуха может захлопнуть форточку, задуть свечу, сорвать с головы шляпу... Что еще?

Да вот, например, он может подбросить монету. Положи на





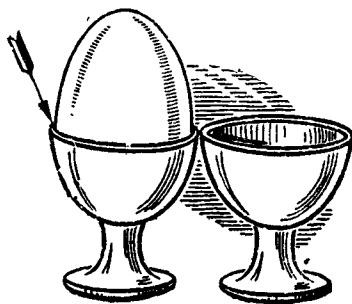
стол небольшую монетку и забрось ее себе в руку толчком воздуха. Для этого, держа руку щитком позади монеты, резко дунь на стол. Только не на то место, где лежит монета, а в 4—5 см впереди.

Воздух, сжатый твоим дуновением, проникнет под монету и подбросит ее прямехонько тебе в горсть. Несколько проб — и ты научишься брать со стола монету, не прикасаясь к ней рукой.

Если есть у тебя узенькая коническая рюмка, можешь сделать еще один забавный опыт с монетами. На дно рюмки положи копейку, а сверху — пятак. Он ляжет горизонтально, словно крышка, хотя и не достает до краев рюмки.

Теперь резко дунь на край пятака. Он встанет ребром, а копейка будет выброшена сжатым воздухом. После этого пятак ляжет на место. Так невидимка помог тебе достать со дна рюмки копейку, не прикасаясь ни к ней, ни к пятаку, лежащему сверху!

Похожий опыт можно сделать с рюмками для яиц. Поставь две такие рюмки рядом и в ту, что поближе к тебе, положи яйцо. На случай неудачи яйцо возьми крутое. А теперь сильно и резко дунь в то место, которое указано стрелкой на ри-



сунке. Как раз в самый край рюмки. Яйцо подскочит и «переседет» в пустую рюмку!

Невидимка проскочил между краем рюмки и яйцом, ворвался в рюмку, да так сильно, что яйцо подскочило вверх!

У некоторых этот опыт не получается — «не хватает духа». Но если вместо крутого яйца взять пустую, выдутую скорлупу, получится навверняка!

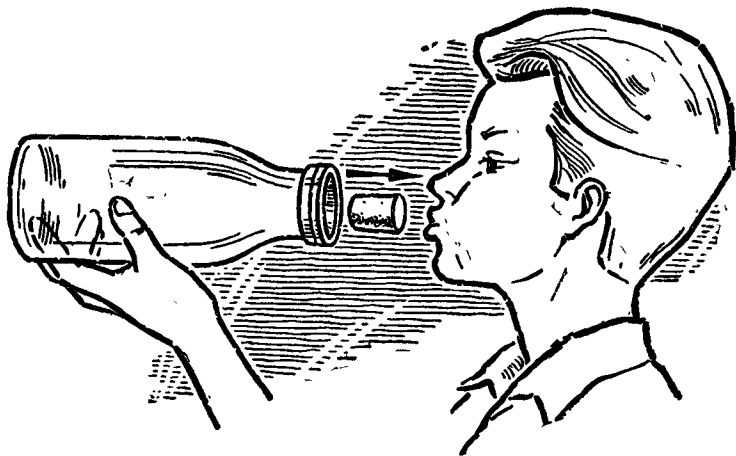
НЕВИДИМКА БРЫКАЕТСЯ

Воздух толкается, воздух плюется... Неужели он еще и брыкаться вздумал? А может, это я нарочно на него наговариваю?

Впрочем, суди сам.

Положи набок сухую бутылку из-под молока. Горлышко у нее широкое, обыкновенная пробка проваливается в него совершенно свободно. А нам это как раз и нужно. Вложи пробку в горлышко, у самого края, и попробуй загнать ее в бутылку сильным дуновением. Ты ведь только что убедился, что дуновение способно подкидывать монеты и даже крутые яйца!

А ну-ка: пф-фу! Щелк! Что такое? Да пробка почему-



то не влетела в бутылку, а вылетела. При этом еще и по носу щелкнула. Брыкается! Подуть еще сильнее? Тот же результат! Попробовать подуть тихонько? Нет, пробку не обманешь. Она все равно пойдет куда угодно, только не в бутылку.

Дело в том, что ты вдвухаешь в бутылку лишний воздух. Он там сжимается и выбрасывает пробку наружу, как яйцо из рюмки. Как же сладить с упрямым невидимкой, как отучить его брыкаться и загнать пробку в бутылку? Можешь попробовать два способа.

Один способ напрашивается сам собой. Если не помогает вдвухание воздуха, может быть, поможет всасывание? С силой потяни в себя воздух из бутылки, а потом резко отведи губы от горлышка. Хлоп! И пробка там. Ее толкнул воздух, входящий на место высосанного тобой!

Второй способ — все-таки дуть, но так, чтобы попало только на пробку. Возьми в рот соломинку или макаронику и поднеси ее конец к самому донышку пробки. Пф-фу! — и пробка скользнет в бутылку.

ЧТО ТАКОЕ ПНЕВМАТИКА!

Слово это происходит от древнегреческого «пневматикос» — «надутый воздухом», относящийся к воздуху. Мы с тобой уже узнали много относящегося к воздуху. Но очень уж разнообразны его похождения! В одних он выступает героем, в других — озорником и вредителем. И говорят о нем все разное.

Летчики говорят: воздух — это то, что дает опору нашим крыльям. Без воздуха не могли бы летать самолеты.

Астрономы говорят: воздух — это то, что мешает нам наблюдать звезды. Он мутный, он дрожит, звезды из-за этого мерцают и расплываются.

Врачи говорят: воздух — это то, чем мы дышим. Без воздуха жить нельзя!

Космонавты говорят: воздух очень затрудняет посадку ракеты. Очень уж она раскаляется от трения о воздух. Если при посадке неправильно маневрировать, соришь вместе с ракетой!

Поэты говорят: воздух — это вольный и своенравный ветер. Он приносит аромат чудесных цветов или упорно дует нам в лицо. И все равно он прекрасен!

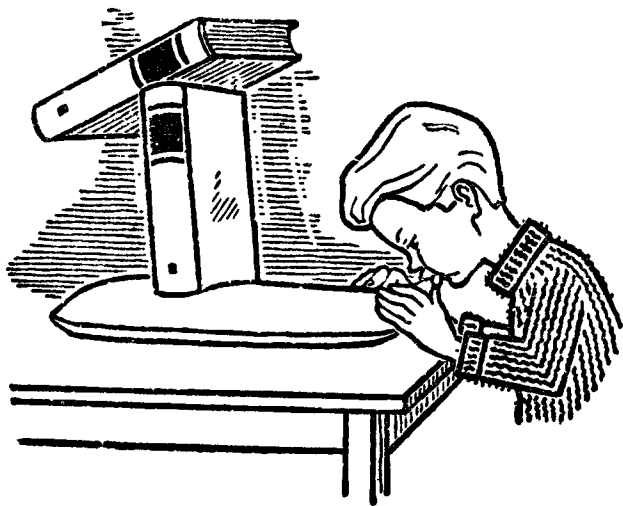
Рыбы... Конечно же, они не говорят. Но если бы только могли, то сказали бы: воздух — это наша погибель!

А инженеры говорят: воздух — это прекрасный работник. Правда, он свободен, летуч, его не удержишь. Но ведь это воздух, так сказать, дикий, не пристроенный к делу. А вот если собрать его, запереть в подходящей посуде да хорошенько сжать...

Ты сомневаешься?

Сделаем опыт! Поставь на стол две тяжелые книги буквой «Т», одну на другую. Попробуй-ка свалить их дуновением. Что, не падают? И не упадут, хоть разорвись.

Но попробуй это же дуновение поймать и запереть. Подложи под книги пакет из бумаги, а еще лучше — из полиэтилена. Пакет должен быть целый, без дырочек. Прижми его открытым концом ко рту и надувай. Можешь не спешить, дуй медленно, постепенно. Воздуху из пакета все равно деваться некуда. В конце концов пакет вздуется и опрокинет книги!



НЕВИДИМКА ЗА РАБОТОЙ

Выходит, что и дуновение можно приспособить к делу. Нужно только собрать воздух и сжать его.

Ты, наверное, стрелял из пневматического ружья. В нем воздух, собранный и сжатый в цилиндре, с силой выбрасывает пулю.

В пневматических шинах велосипеда, мотоцикла и автомобиля сжатый воздух смягчает все толчки и удары на неровностях пути. А для того чтобы собрать и сжать воздух в этих шинах, пользуются насосами. Наверное, ты не раз держал в руках велосипедный насос.

В пневматических тормозах сжатый воздух прижимает к колесам специальные колодки. Каждый, кто ездил в электричке или троллейбусе, в трамвае или метро, слышал, как под полом вагона время от времени что-то начинает биться, тарыхтеть. Это работает насос, запасующий воздух для пневматических тормозов. Только этот насос уже не ручной, а электрический и называется компрессором.

Сжатый воздух открывает и закрывает двери в автобусах, в троллейбусах и поездах. Сжатый воздух шипит в пневматических тормозах автобусов и грузовых автомобилей «ЗИЛ».

В пневматических отбойных молотках и других пневматических инструментах сжатый воздух с силой толкает заостренный наконечник. Тра-та-та! Тра-та-та-та! — рассыпается дробь, похожая на пулеметную. Наконечник долбит землю и асфальт, камень и бетон, плющит заклепки, рубит металл, забивает костыли в железнодорожные шпалы.

Сжатый воздух гонит по трубам пневматической почты патроны с письмами и посылками. Пневматические мельницы размалывают каменный уголь. Пневматические волноломы смиряют ярость волн. Пневматические транспортеры перегоняют по трубам зерно и цемент, песок и опилки, угольную пыль и золу.

Слова, взятые из греческого и латинского языков, часто встречаются в науке и технике. Мы давно привыкли к таким словам, как «авиация», «автобус», «автомобиль», «корабль», «машина», «телеграф». «телефон», «радио», «электричество». Все они обозначают полезнейшие, необ-

ходимые для нас вещи. Так и слова «пневматика», «пневматический» давно уже стали для нас привычными и понятными. То, что древние греки называли «воздушным», сейчас работает на заводах и в шахтах, на шоссе-ных и железных дорогах, в селах и в городах.

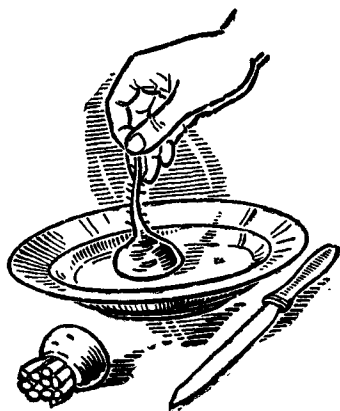
Невидимка трудится!

Глава пятнадцатая. МЫ ЖИВЕМ НА ДНЕ ОКЕАНА

ТАИНСТВЕННОЕ СВОЙСТВО РЕДИСКИ

Ты, вероятно, уже привык к тому, что многие опыты мы с тобой прodelываем в кухне. Оно и не удивительно. Едва ли найдется в доме место, более подходящее для занятий физикой. Ведь в кухне есть и вода, и огонь, и богатейший выбор посуды. Здесь есть масло, спирт, керосин, яйца, пробки. Есть, наконец, картофель и различные овощи.

Итак, отрежь нижнюю половину редиски, ту, что с корешком. В белой мякоти аккуратно выдолби небольшое углубление. Только краев не задевай, красная кожица должна остаться целой. А теперь крепко прижми эту половинку срезом к тарелке. Для верности немного поводи ее по тарелке, чтобы лучше притерлась.



Готово? Теперь смело бери редиску за корешок и поднимай. Тарелка поднимается вместе с ней!

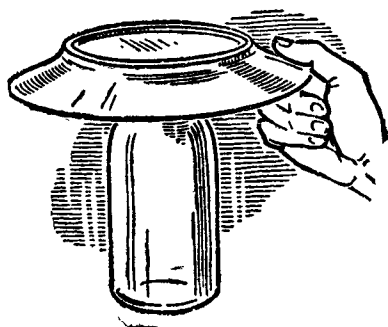
В чем здесь дело? Может быть, редиска содержит какой-нибудь особый клей? Но нет, этот опыт прекрасно получается и с репой, редькой, свеклой, морковью. Был бы корешок, чтобы ухватиться!

Тут же, не выходя из кухни, можешь прodelать похожий опыт с молочной бутылкой.

Слегка смажь края ее горлышка любым жиром и поддержи перевернутую бутылку над кипящей водой. (Держать лучше косо, а руку обернуть кухонным полотенцем, чтобы не обжечься паром.)

Когда бутылка хорошо прогреется, прижми ее горлышком к середине тарелки и поддержи так, пока не остынет. После этого можешь смело поднимать бутылку за тарелку или тарелку за бутылку, как тебе больше нравится. Они тоже словно склеятся одна с другой!

Оторвать бутылку будет не так легко. А когда оторвешь, услышишь характерный чмокающий звук. Словно кто-то губами всосал воздух! Такое же чмоканье, только послабее, раздалось и тогда, когда ты отрывал от тарелки редиску или другой корнеплод. Неужели это снова проделки невидимки?



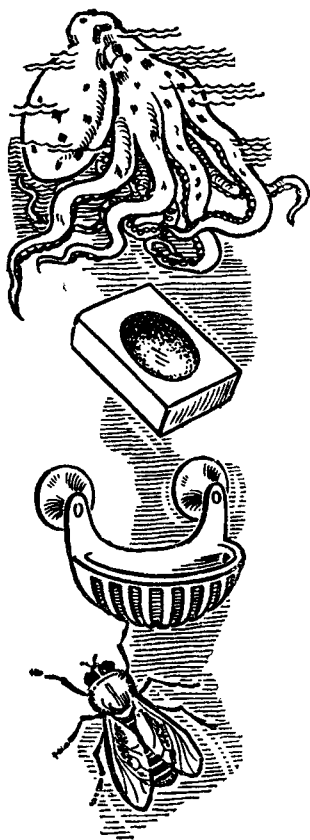
СПРУТ, ШКОЛЬНАЯ РЕЗИНКА И МУХА

Из трех предметов, названных в заголовке, наименее удобен для опытов спрут. Во-первых, его трудно достать, а во-вторых, со спрутом шутки плохи. Как схватит своими страшными щупальцами, как присосется присосками — не оторвешь!

Зоологи говорят, что присоска спрута имеет форму чашечки с кольцевым мускулом. Спрут напрягает мускул — чашечка сжимается, становится уже. А потом, когда эта чашечка прижмется к добыче, мускул расслабляется.

Смотри, как интересно: для того чтобы удержать добычу, спрут не напрягает мускулы, а расслабляет их! И все равно присоски присасываются. Словно редиска к тарелке!

От опытов с живым спрутом нам с тобой пришлось отказаться. Но одну присоску мы все-таки сделаем. Ис-



кусственную присоску, из школьной резинки.

Возьми мягкую резинку и в середине одной боковой стороны выдолби углубление. Это будет чашечка присоски. Ну, а мускулы используем твои. Они ведь нужны только для того, чтобы сжать присоску сначала, а потом все равно расслабляются, так что руку можно будет убрать.

Сожми резинку, чтобы чашечка уменьшилась, и прижми ее к тарелке. Только смочи сначала: резинка ведь не редиска, у нее своего сока нет. Кстати, спрут тоже «работает» мокрыми присосками. Прижал резинку? Теперь отпускаяй, она присосалась надежно.

Есть и мыльницы с резиновыми присосками. Они прилепляются к кафельной стене ванной. Их тоже надо сначала смочить, а потом придавить к стене и отпустить. Держатся!

Ну, а теперь о мухе. Скажи-ка, ты никогда не задумывался над тем, как это она ходит по стене и даже по потолку? Есть даже такая загадка: «Что над нами вверх ногами?» Может быть, у мухи на концах ножек коготки? Крючочки, которыми она цепляется за неровности стен и потолка? Но она ведь и по оконному стеклу гуляет совершенно свободно, и по зеркалу. Там-то уж и мухе зацепиться не за что. Оказывается, на лапках у мухи тоже присоски. Вот и утверждай после этого, что между мухой и спрутом нет ничего общего.

ТРИ ОПЫТА СО СТАКАНОМ

Вернемся в кухню. Возьми стакан и таз с водой. Погрузи стакан в воду, опрокинь его там и вытаскивай дном кверху. Вода потянется за стаканом, она поднимется гораздо выше, чем в тазу! А ведь закон сообщающихся сосудов должен бы здесь действовать, стакан — не волосная трубочка. Видимо, что-то удерживает воду в стакане, не дает ей вылиться вниз.

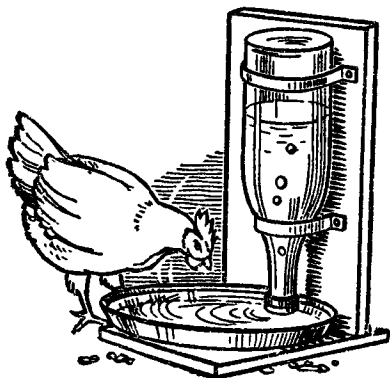
Продолжай поднимать стакан. Вот его края поравнялись с поверхностью воды в тазу — чмок! Раздался уже знакомый нам чмокающий звук — и стакан сразу опустел. Вся вода вылилась в таз.

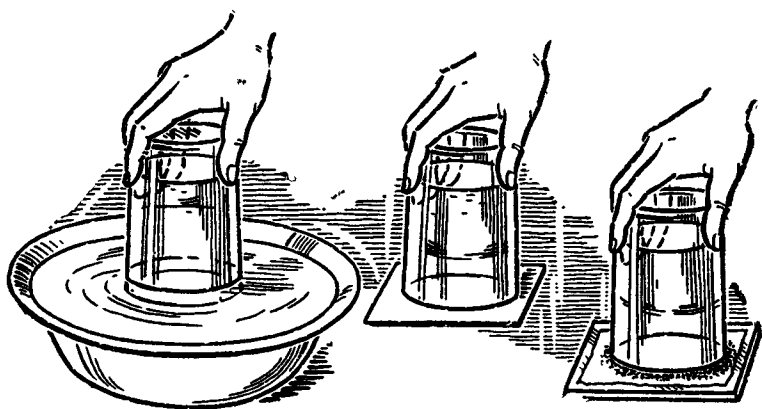
Значит, виноват воздух, который прорвался под край стакана? Попробуем немного изменить опыт. Погружая стакан в воду, оставь в нем часть воздуха. Теперь снова поднимай перевернутый стакан. Смотри-ка, и воздух есть, а все равно вода тянется за стаканом! И пока он не выйдет из воды, количество воздуха в стакане не увеличится.

Кстати, можешь сделать очень простую поилку для птиц, которая будет пополняться водой автоматически. Основные части поилки-автомата — бутылка и плоская тарелка. Бутылку наполни водой, а в плоскую тарелку налей немного. Зажав бутылку пальцем, переверни ее и укрепи в подставке так, чтобы горлышко опустилось ниже края тарелки, но не дошло до ее дна.

Убери палец — вода из бутылки начнет вытекать. Но только до тех пор, пока уровень воды в тарелке не дойдет до горлышка бутылки. Здесь стоп! Бутылка словно закупорится.

И только когда часть воды из тарелки будет выпита птицами или испарится, в горлышко прорвутся пузыри воздуха. Бульк, бульк! Уровень воды снова поднимется до горлышка, и снова стоп! Так будет продолжаться до тех пор, пока бутылка не опустеет.





Выходит, что вода служит надежной пробкой для перевернутого сосуда. Да и только ли вода? В ней ли дело?

Попробуй сделать второй опыт со стаканом. Налей в него воды до половины, а края слегка смажь жиром и положи сверху листок бумаги. Придерживая бумагу ладонью, опрокинь стакан. На всякий случай лучше делать это над тазом или раковиной. Но скорее всего такая предосторожность окажется излишней. Ты отнимешь ладонь, а бумажка по-прежнему будет надежно закрывать стакан, и ни одна капля воды не выльется! Стакан может быть наполнен и на четверть, и на три четверти, и доверху — это дела не меняет. Тонкий листок бумаги, улетающий от дуновения, будет удерживать стакан воды!

Для третьего опыта со стаканом понадобятся листок промокательной бумаги и стеклянная пластинка, целиком закрывающая стакан. Можешь, например, взять небольшое зеркало, только не лей на него лишнюю воду, чтобы не отклеилось обрамление!

Налив в стакан любое количество воды, прикрой его промокашкой и сверху стеклом. Затем переверни все это сооружение и поставь на стол. Промокашка, конечно, намокнет. Вокруг краев стакана расплывется влажное пятно.

А теперь подними стакан. Стекло поднимется с ним. Переверни стакан доньшком вниз и попробуй снять стекло — не тут-то было! Оно больше уже не снимается, ста-

кан с водой поднимается вместе с ним. Он прочно «приклеился» к стеклу, как редиска к тарелке, как спрут к своей жертве, как мыльница к стене. Вернее, не приклеился, а присосался. Ведь и здесь, когда ты силой оторвешь стекло от стакана, раздастся все тот же характерный звук: чмок! Опять воздух! Он уже не шалит и не плюется, не спасает летчиков и не вертит хитрую змею. Нет, теперь он загадывает нам загадки. В чем же все-таки дело?

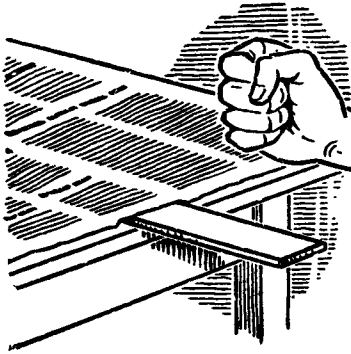
МЫ ЖИВЕМ НА ДНЕ ОКЕАНА

Мы живем на дне воздушного океана. Над нами — огромная толща воздуха. Десятки, сотни километров. А воздух, как он ни легок, все же имеет вес. И он давит на все, что находится внизу. На каждый квадратный сантиметр воздух давит с силой примерно в 1 кг. Поэтому даже небольшая редиска с площадью среза, скажем, в 1 кв. см может поднять тарелку. Это воздух прижимает тарелку к редиске! А вот тяжелый утюг на редиске не поднимешь: он весит гораздо больше, чем 1 кг. Редиска отрывается от поверхности утюга. Но тот же утюг можно удержать на более крупном корнеплоде. Скажем, на половине свеклы.

Давление воздуха удерживает и столб воды в перевернутом стакане или бутылке. В нашем втором опыте со стаканом бумажка, прикрывающая стакан снизу, тоже удерживается давлением воздуха. Ведь ты ее немного вдавил, когда прижимал ладонью. А если накрыть стакан, скажем, стеклом, которое не вдавливается, оно будет отставать гораздо легче. Ты спросишь: почему так не получилось в нашем третьем опыте со стаканом? Да потому, что мы положили промокашку. Она высосала из стакана часть воды, вот стекло и присосалось.

БАХИ И ФАНЕРКА ПОПОЛАМ

Возьми полоску фанеры шириной 2—3 см и длиной 50—60 см или старую, негодную линейку. Уравновесь ее на краю стола, чтобы при малейшем нажиме на свобод-



ный конец фанерка падала. А теперь расстели на столе поверх фанерки газету. Аккуратно расстели, разгладь руками, расправь все складочки.

Раньше фанерку можно было опрокинуть пальцем. Теперь добавилась газета, да много ли она весит? А ну-ка, смелее: ударь по концу фанерки кулаком. Трах!

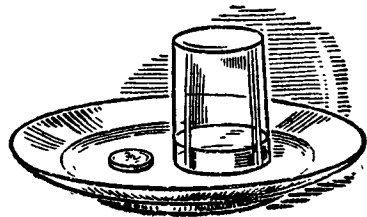
Ой, что это? Даже кулак заболел, а фанерка лежит, словно она гвоздями приколочена! Ну, сейчас мы ей покажем, как упираться! Бери палку и бей со всего размаха. Бах! Фанерка пополам, а газета лежит себе как ни в чем не бывало.

Почему же газета оказалась такой тяжелой? Да потому, что на нее сверху давит воздух. По 1 кг на каждый квадратный сантиметр. А квадратных сантиметров у газеты ой как много! Развернутый лист «Пионерской правды» имеет 60 см в длину и 42 см в ширину. А ну-ка посчитай, какая это площадь? $60 \times 42 = 2520$ кв. см. Значит, воздух давит на нее с силой две с половиной тысячи килограммов, две с половиной тонны!

Поднимай газету медленно: воздух будет и под нее, проникать, и снизу давить с такой же точно силой. Но попробуй оторвать ее от стола разом, и ты уже видел, что получается. Воздух не успевает попасть под газету, там образуется пустота, и фанерка ломается пополам!

СУХИМ ИЗ ВОДЫ

Положи на плоскую тарелку монету и налей немного воды. Монета очутится под водой. Теперь предложи товарищу взять монету голый рукой, не замочив пальцев и не выливая воду из тарелки. Едва ли он сообразит, как это сделать. А фо-



кус в том, что воду надо отсосать. Но не ртом, конечно. Ведь неизвестно, где эта монета валялась, в каких руках она побывала.

Возьми тонкий стакан, ополосни его кипятком и опрокинь на тарелку рядом с монетой. Теперь смотри, что будет. Воздух в стакане начнет остывать. А ты, наверное, уже слышал, что холодный воздух занимает меньше места, чем горячий. Мы об этом еще поговорим в свое время подробнее. Так или иначе, стакан, словно медицинская кровососная банка, начнет всасывать воду, и вскоре вся она соберется под ним. Теперь подожди, пока монета высохнет, и бери ее, не боясь замочить пальцы!

ТРИ ФОНТАНА

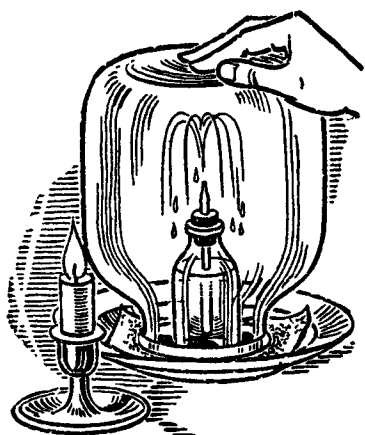
Помнишь, я обещал, что в этой книге будут еще фонтаны? Вот сразу три.

Первый — это бутылочка со вставленной в пробку трубочкой. Можешь, например, взять стеклянную трубочку, которой пишут буквы. Такие трубочки продаются наборами в писчебумажных магазинах. А можешь взять обыкновенную аптечную пипетку. Только у нее стеклянная трубочка слишком коротка. Поэтому лучше оставить и резиновый мешочек, срезав его доньшко ножницами.

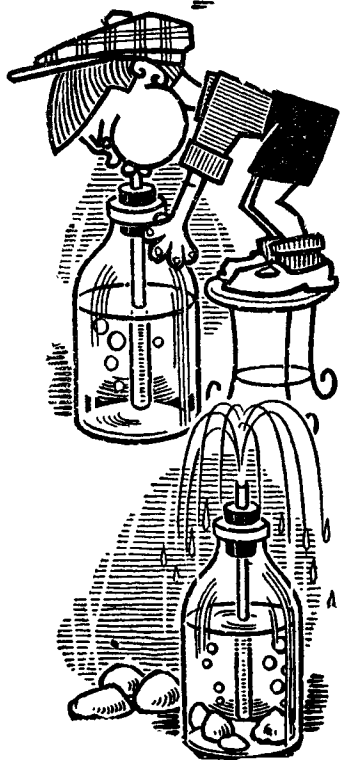
В пробке прожги раскаленным гвоздем отверстие и вставь в него трубочку очень туго. Если получится слабовато, залей щель воском или варом. Подбери небольшую бутылочку, которую пробка закрывала бы плотно. Налей в эту бутылочку почти до горлышка воду, слегка подкрашенную чернилами, и заткни пробкой.

Вода в бутылочке находится под атмосферным давлением. Снаружи давление такое же. Как сделать, чтобы фонтан забил? Для этого есть два способа. Первый — уменьшить давление снаружи. Из опыта с монетой ты уже знаешь, как это делается.

Поставь бутылочку в мелкую тарелку. Налей в эту тарелку немного воды и разложи листки промокательной бумаги. Возьми трехлитровую стеклянную банку и поддержи ее перевернутой над горящей свечой, над плитой или электроплиткой. Пусть прогреется хорошенько, пусть наполнится горячим воздухом.



Готово? Ставь ее вверх дном на тарелку, края — на промокашку. Теперь бутылочка накрыта. Воздух в банке начнет остывать, вода из тарелки будет всасываться. Скоро она вся уйдет под банку. Эй, берегись, сейчас воздух проскочит под краями! Но мы ведь не зря подложили промокашку. Крепко надави на дно банки, она прижмет мокрые листки, и воздух не проскочит. Фонтан забьет!



Фонтан можно привести в действие и другим способом. Воздух в бутылочке надо сжать! Возьми верхний конец трубочки в рот и вдуй воздух сколько хватит силы. Из нижнего конца трубочки побегут пузырьки.

А теперь отпускаяй.мотри, как славно забил наш фонтан! Жаль только, что он недолго действует. Это потому, что запас сжатого воздуха быстро кончается. Чтобы фонтан работал дольше, надо воды в бутылочку налить немного. Все равно для работы фонтана ее хватит, а воздуха в бутылочку войдет больше. И подкрашивать воду чернилами не надо. Ведь этот фонтан будет бить не под стеклянной банкой, он и без чернил хорошо будет виден. А трубочку здесь приходится брать в рот.

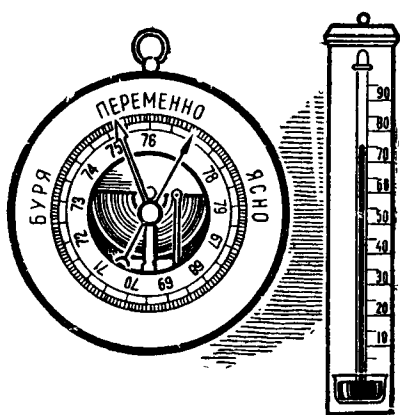
Третий фонтан похож на второй. Внутри бутылочки создается повышенное давление. Только не вдуванием воздуха, а другим способом, который ты уже знаешь. Положи в бутылочку несколько кусочков мела и заполни ее на три четверти уксусом. Быстро закупорь ее пробкой с трубочкой и поставь в раковину или большой таз, чтобы уксус не попал куда не надо. Ведь в бутылочке начнет выделяться углекислый газ, и под его давлением из трубки забьет уксусный фонтан!

БАРОМЕТР

Так назвали прибор для измерения давления воздуха. Первый барометр был сделан итальянским ученым Торричелли в 1643 году. Это была трубка со ртутью, запаянная с одного конца и опрокинута в сосуд. Воздух давил на ртуть в сосуде и не давал ей вытечь из трубки. Но трубка была длинная, и поэтому часть ртути все же вытекала. Уровень ртути в трубке устанавливался на высоте около 76 см, а выше было пустое пространство.

Сейчас есть более удобные барометры, так называемые anerоиды. В anerоиде ртути нет, а есть маленькая баночка из очень тонкой жести. Из баночки выкачивают воздух и запаивают отверстие. Наружный воздух давит на дно баночки и прогибает его. Чем больше давление, тем больше прогиб. А движение дна передается стрелочке. Она ходит по шкале и показывает, каково сейчас атмосферное давление. Шкала по-прежнему градуирована в сантиметрах ртутного столба, потому что все к этому привыкли.

Aнероиды стоят недорого, во многих семьях они есть. Покупают их потому, что барометр довольно верно предсказывает погоду. Если «барометр падает» — давление понижается, быть буре. На шкале anerоида слева



так и написано: «Буря». Если барометр «стоит высоко», погода будет ясная.

Правда, вся середина шкалы анероида занята загадочным словом «переменно». Тут всякое может быть: и дождь, и снег, и ясное солнышко. Потому что погода ведь не только от давления зависит, а еще и от ветра, и от влажности воздуха, и от многих других причин.

Если сможешь достать анероид, сделай с его помощью интересный опыт. Выйди с ним на улицу, а если можно, опустишься в подвал. Точно заметь показания стрелки. Это легко сделать: в анероиде обычно есть вторая стрелка, контрольная. Ее устанавливают от руки, чтобы потом заметить, повышается ли давление или понижается.

Так вот, совмести контрольную стрелку с рабочей, а потом забирайся вместе с анероидом на самый верхний этаж, на чердак или поднимись на какой-нибудь холм. Ты заметишь, что наверху давление меньше, чем внизу! При подъеме на каждые 10 м оно падает примерно на 1 мм ртутного столба. Так и должно быть: ведь над высоким местом воздуха остается меньше, он не так сильно давит!

ПУСТОТА

-- Что у вас в этом запаянном сосуде?

-- Пустота.

-- А она очень пустая?

— Да уж пустее не бывает. Возьмите, не пожалеете!

Разговор этот, конечно, выдуманный. Но ничего невероятного в нем нет. Ведь в современной технике пустота (или вакуум) так же необходима, как медь или резина, как стекло или нефть.

Без пустоты нельзя сделать, например, радиолампу. В воздухе ее накаленная нить сгорела бы мигом! Вот почему на заводах, где делают эти лампы, пустота подается по трубам, как вода или газ. На участке откачки, где из готовых ламп удаляют воздух, трубка с пустотой подводится к каждому рабочему месту.

Но не только радиолампу нельзя сделать без пустоты. Не сделаешь без нее и телевизионную трубку. Значит, без пустоты не было бы не только радио, телевиде-

ния, звукового кино, но и многих медицинских аппаратов и электронно-вычислительных машин.

Для радиоламп и телевизионных трубок нужна пустота особенно «чистая», особенно «пустая». Чтобы ее получить, внутри радиолампы при сборке укрепляют таблетку специального вещества — поглотителя. Сначала воздух откачивают насосом и лампу запаивают. А потом лампу сильно разогревают. Таблетка раскаляется и превращается в пар. Пары поглотителя жадно поглощают остатки воздуха и оседают на стекле лампы. От этого и получается тот металлический налет, который ты, наверное, видел в радиолампах.

Физики изучают строение атомов и еще более мелких частиц материи на огромных ускорителях. Им нужна самая чистая пустота. Малейший след газа затрудняет опыт, путает результаты.

Физики с завистью поглядывают на небо. Там, в глубинах космоса, каждый след газа — редкость. Там безграничные, невообразимые пространства в сотни раз чище самой чистой пустоты, какую только удастся получить в земных лабораториях. Вот бы куда забраться со своими опытами!

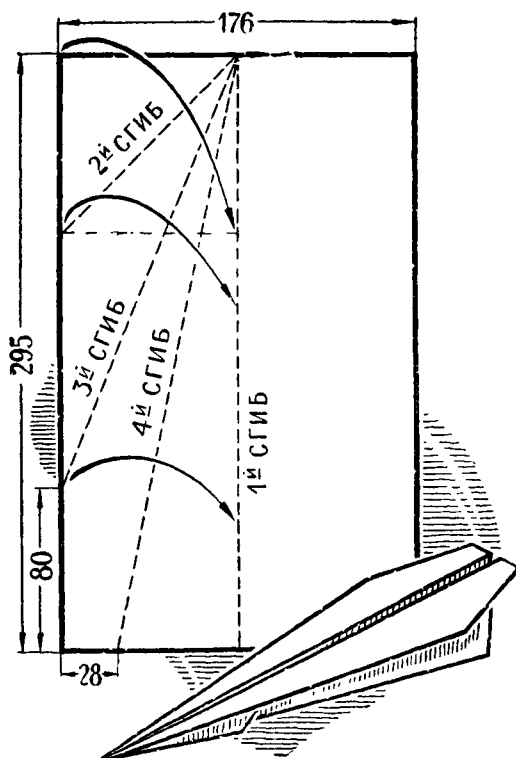
И когда будет построена первая внеземная станция, в числе ее обитателей обязательно окажутся физики, привлеченные великолепной пустотой космических пространств!

Глава шестнадцатая. ДОВОЛЬНО ЖИТЬ НА ДНЕ!

МЕЧТА О НЕБЕ

Люди давно мечтали летать. Сделать бы крылья, как у птиц, у насекомых, у летучих мышей. Сколь угодно всякой живности носится в воздухе, а человек не может!

Смелые изобретатели пытались делать крылья для людей. Но взлететь на таких крыльях никому не удавалось. У человека не хватало силы, чтобы поднять себя в воздух. В лучшем случае изобретателям удавалось благополучно опуститься на землю, спланировав на своих крыльях с горы или высокой башни. Для этого сила не требовалась.



Ты, наверное, не раз делал бумажных голубей. Один из самых простых и в то же время хорошо летающих — это «стрелка». Для нее нужен лист бумаги размером 295×176 мм. Согни этот лист пополам вдоль длинной стороны. Все остальные размеры и порядок складывания ясны из рисунка.

«Стрелку» хорошо пускать в комнате, а еще лучше с балкона высокого дома. Тогда она может далеко улететь. А если попадет по дороге в восходя-

щий поток воздуха, может даже подняться вверх. Жаль, что на «стрелке» нет пилота. Тот специально бы выискивал восходящие потоки и кружился бы в них, поднимаясь вместе с воздухом все выше и выше. Так и летают спортсмены-планеристы на своих легоньких, безмоторных аппаратах.

ПЕРВЫЕ АЭРОНАВТЫ

«Аэронавт» — старинное слово. Мы сейчас больше привыкли к слову «космонавт» — «плавающий в космосе». Но сначала появились аэронавты — воздухоплаватели. Это было еще в XVIII веке, почти двести лет назад. Жили тогда во Франции два брата Монгольфье, владель-

цы бумажной фабрики в городке Анонэ. Старший брат был физиком. Он обратил внимание на то, что летают не только птицы и насекомые. Дым из труб тоже взлетает вверх. Но если дым может летать, нельзя ли поймать его, запрячь, заставить поднимать груз?

Во что поймать дым? Бумажный фабрикант недолго колебался. Склеим легкий мешок из бумаги! И вот в июне 1783 года состоялся первый полет. К шару, наполненному дымом, была привязана плетеная корзина. Кто сядет в нее? Смелычака не нашлось. Да и как знать: выдержит ли человек воздушный полет? Для начала в корзину посадили животных — барана, петуха и утку. Они и стали первыми аэронавтами.

Смешно? Не спеши смеяться. Вспомни, что через 170 лет после этого первым путешественником в космосе стала собака Лайка. Когда же условия полета были проверены на собаке, в космос взлетели люди!

Так было и в 1783 году. После того как животные приземлились благополучно, настала очередь людей. 19 октября 1783 года в Париже поднялись на воздушном шаре Пилатр де Розье и маркиз д'Арланд. Их шар, названный в честь изобретателей монгольфьером, тоже был наполнен дымом. Под ним была подвешена специальная жаровня, чтобы он дольше летал.

Кстати сказать, братья Монгольфье думали, что все дело именно в дыме. Они еще не понимали, что дым летит вверх не потому, что он дым, а потому, что он горячий! А мы с тобой уже убедились в том, что теплый воздух может поднять шар безо всякого дыма. Вспомни, как ты пускал мыльные пузыри. Пузырь, наполненный теплым воздухом, взлетал, и не опускался до тех пор, пока не остывал.

ПОЧЕМУ ЛЕТИТ САМОЛЕТ?

Почему взлетает змей? Потому, что его плоскость имеет наклон. И ветер, напирая на змей снизу, поднимает его вверх. Если ветра нет, приходится бежать, тащить змей за собой. Ведь это все равно: воздух ли напирает на змей или змей напирает на воздух.

Однажды был такой случай. По степи скакала тройка коней, запряженных в телегу. За телегой летел огромный

змея, привязанный к ней крепкой веревкой. А под змеем висел человек! Это был Александр Федорович Можайский, один из изобретателей самолета. Почему же Можайскому пришло в голову летать на змее? Да потому, что и самолет взлетает подобно змею. Плоскости крыльев самолета тоже имеют наклон. И их тоже подпирает встречный ветер.

Конечно, самолету тройка коней не нужна. Его тянет винт или толкает реактивный двигатель. Но все же история самолета начиналась с воздушного змея. И мы с тобой тоже можем начать со змея. Возьми двойной лист писчей бумаги. От полена или дощечки отколи три сухие ровные лучинки. Выстругай из них гладкие полукруглые рейки шириной около 8 мм и толщиной 5—6 мм.

Две рейки наложи на лист бумаги крест-накрест, а третью, короткую, — вдоль узкой стороны листа. Концы реек должны выступать на 15—20 мм. Сверху будут торчать «рожки» — пересекающиеся концы реек. А снизу — «ножки», концы длинных реек.

У основания рожек срежь пересекающиеся рейки на половину их толщины, чтобы все три плотно прилегали к бумаге. Только не делай этого в центре листа, где скрещиваются длинные рейки. Здесь самая большая нагрузка, и ослабленные рейки могут при запуске змея переломиться.

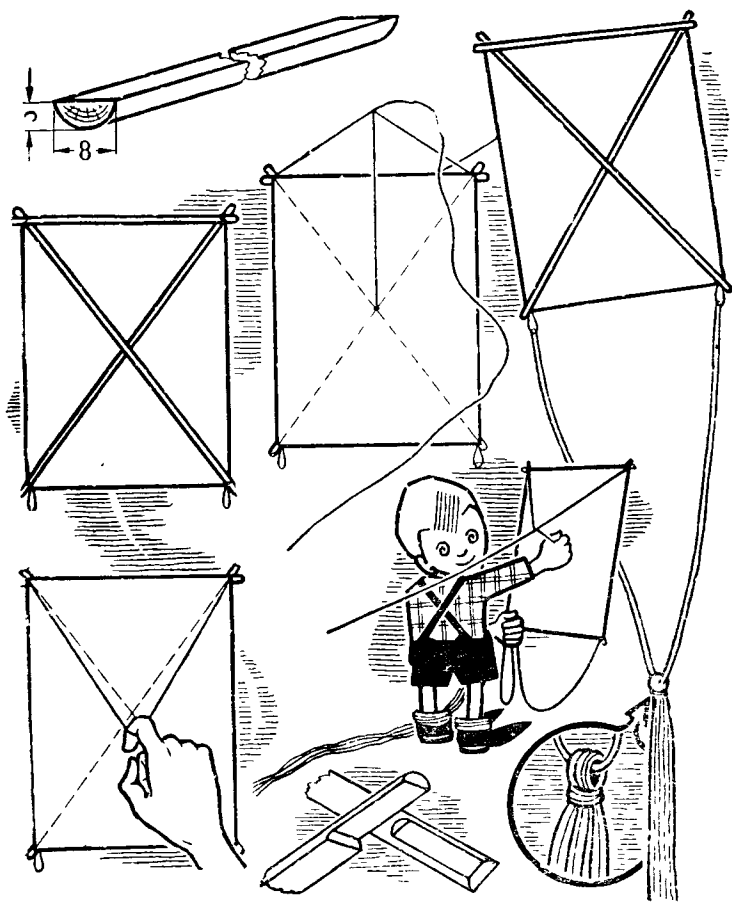
На ножках сделай зарубки и привяжи к ним петли из ниток.

Приклей рейки к бумаге жидким канцелярским клеем. Негусто смазав плоскую сторону короткой рейки, приложи ее к бумаге и несколько раз с нажимом проведи сухой тряпкой.

Затем таким же образом приклей длинные рейки. Переверни змея, взяв его за рожки и ножки, и пригладь бумагу к рейкам.

Когда змея высохнет, сделай ему «уздечку». Для этого рожки обвяжи концами нитки таким образом, чтобы середина полученной петли оттягивалась на 3 см дальше скрещения длинных реек.

По обе стороны скрещения проколи бумагу и туго обмотай скрещение ниткой. Свободный конец этой нитки привяжи к середине петли между рожками. При натяну-



той средней нитке узел должен выходить на 2 см выше верхней кромки змея.

Бумагу на змее слегка обрызгай водой. Высохнув, она хорошо натянется.

Для хвоста лучше всего подойдут мочальные ленты, надерганные из рогожи. Связав из них полосу длиной около 2 м, привяжи ее концами к нитяным петлям на ножках змея. 8—10 мочальных лент длиной по 60—70 см сложи в пучок. Один конец этого пучка обогни вокруг

середины ленты, привязанной к ножкам, и туго обвяжи ниткой. Пучок должен передвигаться по ленте с усилием.

К уздечке змея привяжи конец суровой нитки, смотанной на палку. Воткни палку концом в землю и, разматывая нитку, отойди шагов на пятьдесят по направлению ветра. Подними змей за ножки так, чтобы нитка была натянута. Дождавшись хорошего порыва ветра, когда змей сам потянется вверх, отпусти его.

Если змей, взлетев, будет крениться на одну сторону, сдвинь в эту же сторону среднюю нитку уздечки или пучок хвоста. Если змей будет кувыркаться или опрокидываться, хвост слишком легкий. Привяжи к нему пучок травы.

Существует множество других конструкций змеев, и простых, и очень сложных. Ведь змей — выдумка не новая. Им забавлялись еще в глубокой древности. Архитас из Тарента запускал змеи за четыреста лет до нашей эры.

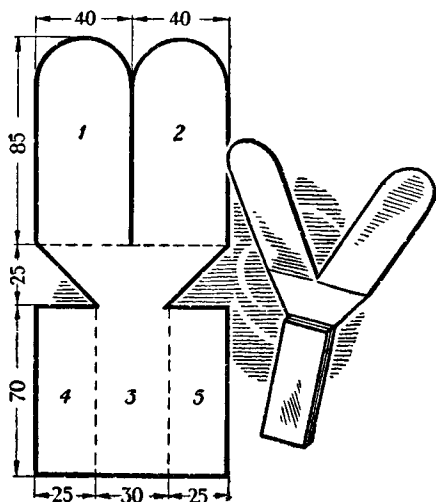
Архитасу было хорошо: в его время не существовало никаких проводов. А теперь их сколько угодно: и электрических, и телеграфных, и телефонных. Пускай свой змей только в таких местах, где нет проводов!

ВЕРТОЛЕТ НАОБОРОТ

Ты, конечно, знаешь, что такое вертолет. Это летательный аппарат без крыльев или, вернее, с крыльями в виде одного или двух огромных воздушных винтов. Вертолет может подниматься вертикально вверх и садиться на самую маленькую площадку, на крышу дома, на поляну в лесу, на каменистую горную вершину.

Если ты будешь заниматься в авиамodelьном кружке, то одной из первых сделаешь модель вертолета. Это так называемая бабочка, или утка. Винт у нее смотрит вверх. Закрутишь его, заведешь резиномотор — модель взлетает и порхает в воздухе, пока не кончится завод. А потом плавно опускается, вращая винт в обратную сторону. Тут уже вращение не от мотора получается, а от встречного потока воздуха. Так ветер вращает крылья ветряного двигателя.

Очень легко сделать такой «вертолет наоборот». Он не будет взлетать, зато садиться будет, как настоящий. На нашем рисунке дана выкройка с размерами в миллиметрах. Вычерти ее на листке плотной бумаги. Аккуратно вырежь по контуру и разрежь по половинки винта. Часть 4 согни и наклеи на часть 3. Часть 5 тоже согни и наклеи поверх части 4. Части



1 и 2 — половинки винта — отогни в разные стороны. Игрушка готова! Брось ее с высоты. Она должна опуститься плавно и ровно, быстро вращаясь. Если будет рыскать, кувиркаться — мал вес. Надень на ножку снизу канцелярскую скрепку.

Глава семнадцатая. А ЧТО, ЕСЛИ НАГРЕТЬ!..

НАГРЕВАЕМ ВОЗДУХ

Что делается с воздухом при нагревании? Кое-что ты уже об этом знаешь. Мыльный пузырь летал потому, что теплый воздух в пузыре был легче воздуха в комнате. Хитрая змея вертелась возле печки потому, что теплый воздух поднимался вверх.

Как же это получается, что при нагревании воздух становится легче? Куда девается его вес? Сделаем опыт. Возьми бутылку из белого стекла, по возможности с тонкими стенками. Подбери к ней плотную пробку. Если корковой пробки нет, годится свежая морковка. Подбери стеклянную трубку, например, из набора для писания букв, и плотно вставь ее в отверстие пробки. Налей в бутылку немного воды, подкрашенной чернилами. Нижний конец трубки должен быть погружен в воду.



Узнаешь это сооружение? Точно с таким мы устраивали три фонтана. Только фонтана здесь не будет. Просто, когда ты обхватишь бутылку руками, вода начнет подниматься по трубке.

Значит, что-то вытесняет из бутылки воду, раз она полезла в трубку! Что же это такое? Ты, наверное, уже сообразил, что это опять он, невидимка-воздух. Тепла твоих рук оказалось достаточно, чтобы воздух нагрелся, расширился и потеснил воду!

Наш опыт не очень интересен на первый взгляд. В нем ничто не вертится и не крутится, не летит и не взрывается, не подпрыгивает и не бьет фонтаном. Но результат получился очень важный: при нагревании воздух расширяется. И расширяется сильно, если даже теплота твоих рук дала заметное действие.

А теперь о весе. Скажем, был у тебя один литр воздуха. И весил этот воздух 1,2 г (одну целую и две десятых грамма). Столько примерно он и весит. А потом ты этот воздух нагрел, да так сильно, что он расширился вдвое и стал занимать уже не 1 л, а 2. Сколько же он теперь весит? Да те же самые 1,2 г. Воздух ведь ниоткуда не прибыл и никуда не убыл. Просто он расширился, сделался более редким. Значит, общий вес нагретого воздуха не изменился.

Что же тогда изменилось? Изменился вес 1 л. Если литр холодного воздуха весил 1,2 г, то 2 л горячего воздуха весят те же самые 1,2 г. Значит, 1 л теперь весит $1,2 : 2 = 0,6$ г! Горячий воздух стал как бы легче потому, что он стал реже.

В действительности, для того чтобы воздух расширился вдвое, его нужно нагреть очень сильно, примерно до 300°. В наших опытах он нагревается гораздо слабее. Но все равно: даже и при небольшом нагревании воздух на сколько-то расширяется. Значит, каждый литр, даже каждый кубический сантиметр его становится хоть немного легче. И он теперь всплывет, поднимется в более

холодном, более плотном окружающем воздухе. Он сможет крутить вертушку. Он сможет поднять легонькую оболочку мыльного пузыря. А если его будет очень много, разница в весе окажется достаточной, чтобы поднять целый монгольфьер!

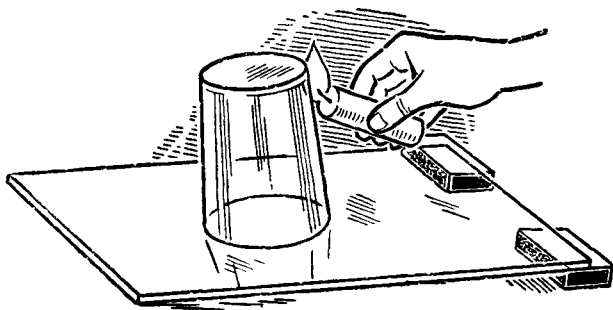
Ну, а если воздух снова охладить? Отними ладони от бутылки, через некоторое время вода в трубке опустится и все придет в прежнее положение. Значит, при охлаждении воздух занимает меньше места, он сжимается. Это мы с тобой тоже уже видели. Сжавшийся воздух втянул воду под стакан в опыте «Сухим из воды».

СТАКАН ПОЛЗЕТ!

Воздух при нагревании расширяется. Ну, а при чем здесь какой-то ползущий стакан? Сейчас увидишь. Возьми кусок оконного стекла или зеркало длиной около 40 см. Чисто вымой это стекло и под один его край подложи два спичечных коробка. Поставь на стекло тонкий стакан вверх дном. Он, конечно, будет стоять на месте: ведь наклон стекла очень мал.

Хорошенько смочи края стакана водой. Нет, и водяная «смазка» не помогает. Стакан все равно стоит на месте. Ничего, сейчас мы заставим лентяя двинуться в путь! А ну-ка, поднеси к нему горящую свечу или лучинку. Ближе, ближе, пусть почувствует жар.

Стакан все еще стоит... Смотри-ка: двинулся! Быстрее, быстрее ползет вниз, словно спасаясь от огня!



Что же здесь произошло? Воздух в стакане нагрелся и немного расширился. Он чуть-чуть приподнял стакан и вышел бы наружу, да мешает вода, которой смочены края. Стакан словно «повис» на водяной прослойке. Трение резко уменьшилось, и он пополз, вернее, поплыл вниз!

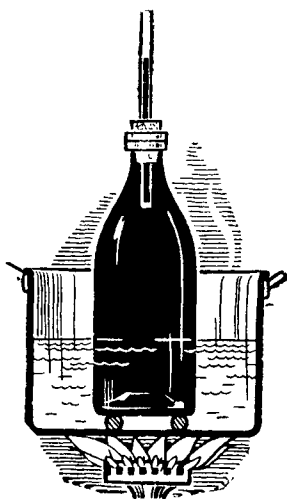
НАГРЕВАЕМ ВОДУ

Надеюсь, у тебя еще сохранился аппарат, в котором мы недавно нагревали воздух? Да, да, тот самый: бутылка с пробкой и трубочкой. Сейчас мы его используем для нового опыта. Будем нагревать уже не воздух, а воду.

На этот раз наполни бутылку водой до самого верха, до краев горлышка. Трубку выдвинь повыше и заткни бутылку пробкой. Вытесненный пробкой излишек воды поднимется по трубке. Пусть он там установится на высоте 1—2 см над пробкой. Если будет больше, отлей. Хорошо и здесь подкрасить воду чернилами.

Теперь воду в бутылке надо нагреть. Но здесь уже тепла твоих рук не хватит. Придется установить бутылку в кастрюлю с водой, подложив две палочки, чтобы под дном бутылки тоже была водяная прослойка, и все это сооружение поставить на огонь. Это называется «нагревать на водяной бане». Прямо ставить бутылку на огонь нельзя: она лопнет.

Следи внимательно за уровнем воды в трубке. Надеюсь, ты и на этот раз не забыл подкрасить воду чернилами? Смотри-ка: уровень немного опустился... Что же это, неужели вода при нагревании сжимается? Но не спеши с выводами. Уровень воды в трубке снова пополз вверх и поднимается все дальше и дальше. Он теперь выше, чем был с самого начала.



Значит, вода при нагревании все-таки расширяется. Ну, а почему же сначала уровень шел вниз? Не догадываешься? Да потому, что первой нагрелась бутылка и тоже расширилась. А потом уже тепло дошло до воды!

КАКАЯ У ТЕБЯ ТЕМПЕРАТУРА!

Надеюсь, нормальная? Впрочем, это легко проверить. Возьми-ка термометр и подержи его под мышкой. Через несколько минут вынь и посмотри на шкалу. Видишь блестящий столбик ртути? Когда ты термометр ставил, этого столбика не было. Откуда же он взялся?

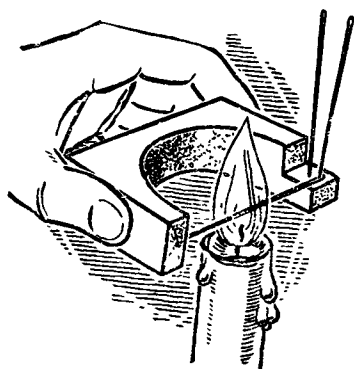
Ты скажешь: выполз снизу? Там ведь вон какая здоровая капля ртути в самом кончике трубочки! Совершенно верно, ртуть поднялась по трубочке именно из этой капли. Поднялась потому, что термометр нагрелся и жидкая ртуть в нем расширилась. Совсем как вода в нашем предыдущем опыте!

Есть еще термометры комнатные, и наружные, и водяные, которые пускают плавать в ванну. В тех не ртуть налита, а какая-то красная жидкость. Это спирт, подкрашенный, чтобы лучше было видно. Значит, спирт тоже при нагревании расширяется, а при охлаждении сжимается.

НАГРЕВАЕМ ИГОЛКУ

Как ты думаешь, что делается при нагревании с твердыми телами? Газы расширяются, жидкости расширяются. Наверное, и твердые тела тоже? Да, они тоже расширяются. Ты уже заметил это в опыте с нагреванием воды. Помнишь, уровень воды в трубке сначала немного понизился? Это ведь получилось потому, что бутылка расширилась. А бутылка — твердое тело.

Кстати, расширение бутылки может тебе пригодиться. Духи и одеколон часто продают во флаконах со стеклянными пробками. Пробки эти плотно пригнаны к горлышку, притерты, чтобы ценная жидкость не испарялась зря. Иногда такая пробка «заедает» и ее невозможно открыть. Что делать? Попросить кого-нибудь, кто посильнее? Силач охотно берется за дело. Трах! Пробка ломается — и все же флакон остается закрытым.



А ведь «ларчик просто открывался». Достаточно было несколько секунд подержать горлышко флакона в горячей воде или осторожно подогреть на спичке. Горлышко расширилось бы, и пробку можно было бы вынуть без усилия. Только не грей слишком долго, иначе пробка успеет нагреться и тоже расширится!

Впрочем, мы собирались нагревать иголку. Вырежь из пробки, из дощечки или выпиши из фанеры такую дужку, как у нас на рисунке. Иглу воткни острием в целый конец дужки (на рисунке — левый), а ушком свободно положи на правый, срезанный. Подбери другую иголку, потоньше. Ее острие должно пройти сквозь ушко первой, горизонтальной иглы да еще войти в дерево на 2—3 мм. Эта вертикальная игла будет стрелкой нашего приборчика. Чтобы ее движение было заметнее, рядом воткни вторую, контрольную.

Контрольная иголка должна быть параллельна иголке-стрелке.

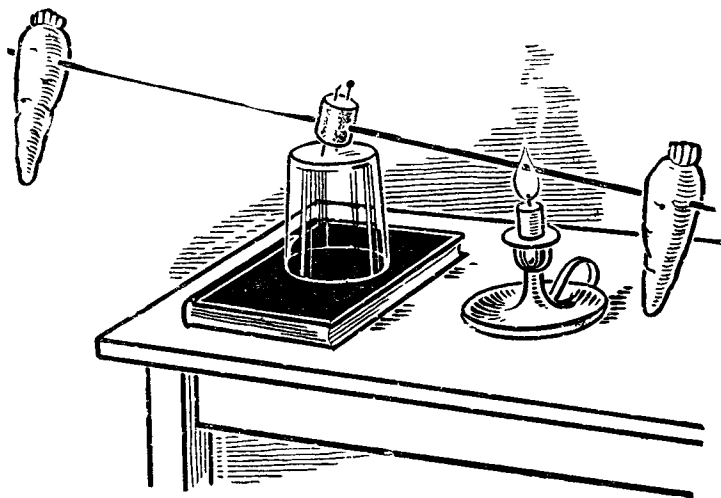
Нагрей теперь горизонтальную иглу на свече или спичке. Она удлинится, ушко поползет вправо и отклонит вертикальную стрелку!

НАГРЕВАЕМ СПИЦУ

Красивый опыт можно сделать со стальной вязальной спицей. Пропусти ее сквозь пробку (или обрезок моркови). По обе стороны спицы воткни в эту пробку две булавки, как показано на рисунке. Они должны стоять острыми концами на донышке стакана.

На концы спицы насади по морковке. Лучше не серединкой, а так, чтобы основная часть каждой морковки была внизу. Это сделает равновесие спицы более устойчивым: ведь центр тяжести опустился ниже!

Получилось что-то вроде весов. Передвигая морков-



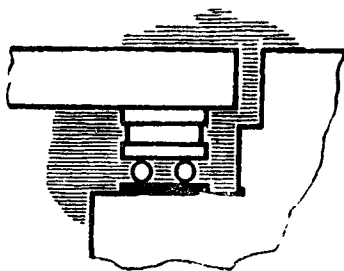
ки, добейся, чтобы спица стояла совершенно горизонтально. Получилось? Ну, а теперь поставь под одно плечо этих весов зажженную свечу. Внимание... Смотри-ка: нагретое плечо опустилось! Убери свечу — и через некоторое время равновесие восстановится.

В чем здесь дело? Неужели одна сторона спицы от нагревания стала тяжелее? Нет, конечно. Просто она стала длиннее, и морковка «отъехала» дальше от точки опоры. Поэтому она и перетянула, как птичка перетягивала бегемота! А когда спица остыла, она снова укоротилась, и все стало по-прежнему.

НАГРЕВАЕМ... МОСТИ

Чем же мы его будем нагревать? Спичкой? Свечкой? Не беспокойся, мост и без нас нагреется. Пусть только солнышко припечет хорошенько! А зимой, в мороз, мост, конечно, охладится. Но ведь мост стальной, как иголка или спица. Что же, значит, и он при нагревании удлиняется? Значит, мост летом длиннее, чем зимой?

Да, длиннее. Очень немножко, всего на несколько сантиметров. Но этого может хватить, чтобы разрушить устрои, на которые мост опирается! Поэтому большие мосты из стали или железобетона ставят особым способом. Неподвижно закрепляют только один конец моста, а другой лежит

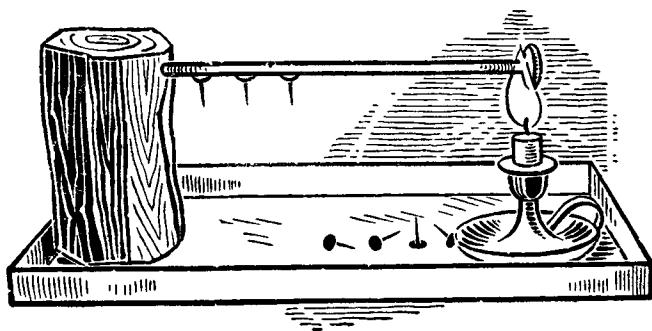


на стальных катках. Летом эти катки чуть отъезжают в сторону берега, зимой — в сторону реки. Мост «дышит»!

По этой же самой причине оставляют зазоры на стыках рельсов железной дороги. Казалось бы, эти зазоры только мешают, создают лишнюю тряску и шум. Чтобы поезда шли спокойнее, рельсы после укладки сваривают в длинные «плети», по несколько штук в каждой. Но сварить в одну плеть все рельсы на всем протяжении дороги нельзя. Их либо порвет зимой, либо выпрет, изогнет в дугу в жаркий летний день!

НАГРЕВАЕМ ДЛИННЫЙ ГВОЗДЬ

В толстую чурку забей гвоздь и поставь ее на противень, как показано на рисунке. Снизу к этому длинному гвоздю прилепи стеарином или воском несколько маленьких гвоздик. Под шляпку гвоздя подставь горящую свечу. Смотри: вот отвалился один гвоздик... другой... тре-



тий... Строго по порядку, по очереди. Сначала самый близкий к огню, потом все дальше, дальше...

Значит, тепло передается по гвоздю от нагретого конца к холодному. И передается постепенно.

Когда гвоздь остынет, выдерни его и в оставшееся отверстие вставь лучинку. Повтори тот же опыт с ней. Картина будет совсем другая! Конец лучинки загорится, а гвоздики будут держаться по-прежнему. Выходит, что дерево проводит тепло гораздо хуже, чем железо.

Если есть у тебя подходящая по толщине стеклянная палочка или трубка, повтори опыт с ней. Она, конечно, не горит, но тепло проводит не лучше дерева.

НАГРЕВАЕМ ГРАНЕНЫЙ СТАКАН

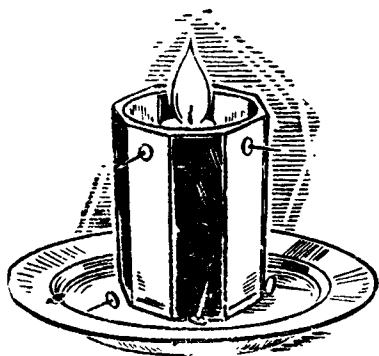
Сначала грани стакана закрой изнутри полосками белой и черной бумаги. Стакан стал полосатым, словно зебра! В этот стакан нужно поставить свечку, да так, чтобы стояла точно посередине. Для этого заготовь несколько картонных кружков такого диаметра, чтобы как раз входили в стакан. В середине каждого кружка прорежь круглое отверстие по размеру свечки. Чтобы отверстия были точно в середине, их надо вычерчивать циркулем из того же центра, из которого ты чертил окружность кружка.

К стакану снаружи приклей стеарином гвоздики. К каждой грани гвоздик. И все на одной высоте. Скажем, на 2 см ниже края. Приклеивать удобно, держа стакан горизонтально в левой руке, а правой прикладывая гвоздик, окунутый шляпкой в стеарин, каждый раз к верхней грани. Сосчитай, сколько ты наклеил гвоздиков. Обычно у стакана восемь граней, значит, и гвоздиков будет восемь.

Теперь все готово, опыт можно начинать. Поставь стакан на тарелку, вложи в него картонные кружки, а в них аккуратно вставь кусок свечи такой высоты, чтобы фитиль немного не доходил до края стакана. Зажги свечу и следи, что будет дальше.

Проходит минута, другая... Все тихо. Но вот — щелк! Упал в тарелку первый гвоздик. Щелк, щелк! Второй и третий. Щелк! Четвертый.

Довольно, гаси свечу. Половина гвоздиков осталась



на стакане, не успела отклеиться. И смотри, как интересно: все они остались на белых гранях. А от черных отвалились! Почему?

Свеча здесь нагревала стакан не так, как она нагревала длинный гвоздь в предыдущем опыте. Пламя не лизало стекло. Стакан нагревался просто потому, что на него падали лучи от свечки. Таким способом, например, Солнце нагревает нашу планету. И летом, когда

солнечных лучей падает больше всего, тебе говорят: одевайся в белое! Не носи черную одежду, в ней жарче!

Белый цвет отражает падающие на него лучи. А черный их поглощает. Потому-то черные грани и нагрелись быстрее, и гвоздики от них отклеились в первую очередь.

НАГРЕВАЕМ СНЕГ

Как его нагреть? Да набери в большую кастрюлю и принеси в кухню. В кухне тепло, и снег начнет таять. Налей немного воды на табуретку и поставь кастрюлю в эту лужицу. Через некоторое время попробуй кастрюлю приподнять. Примерзла? Конечно, нет. Ведь в кухне тепло, и снег даже в самой кастрюле тает. Ну, а если помешивать снег в кастрюле палочкой? Хоть скалкой, хоть оглоблей. Все равно не примерзнет.

Но есть все-таки способ приморозить кастрюлю. Брось в нее полную горсть соли. Теперь, если ты хорошо помешаешь да при этом не будешь сдвигать кастрюлю с места, она примерзнет! Снег в кастрюле будет таять по-прежнему, но под ее дном образуется лед.

Не правда ли, таинственный опыт? Но тайна легко разъяснится, если у тебя есть уличный термометр, то есть такой, который показывает не только плюсовые, но и минусовые температуры. Опустим его в кастрюлю так, чтобы шарик касался снега. До прибавления соли термо-

метр стоит на нуле. Так и должно быть, ведь именно температуру тающего снега и льда условились считать нулевой. А вот после прибавления соли термометр покажет уже минусовую температуру. Если, например, к тремстам граммам снега добавить сто граммов соли, смесь будет таять при 18° ниже нуля! Ясно, что при такой температуре чистая вода под кастрюлей замерзнет.

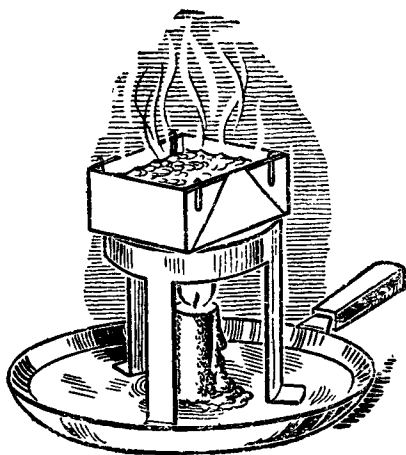
Ты, может быть, видел, как в больших городах в гололед тротуары посыпают солью. На улице мороз, но лед на тротуаре начинает таять! А то еще золой посыпают. В ней тоже содержатся различные соли. И лед превращается в мокрую, грязную кашу.

О БУМАЖНОЙ КАСТРЮЛЕ, РАБЕ С ОПАХАЛОМ И ПРИВИВКАХ

Из консервной банки сделай треножник, как на нашем рисунке. Из листа плотной бумаги сложи коробку и закрепи ее углы канцелярскими скрепками. Налей в коробку немного воды и поставь ее на треножник, а снизу подставь зажженную свечу. Все это сооружение должно стоять на сковороде.

Пламя свечи лижет дно бумажной кастрюли. Сейчас, сейчас кастрюля прогорит и вода выльется! Но... ничего подобного не происходит. Скоро вода закипает, а бумага все еще целехонька. И только когда вся вода выкипит, бумажная кастрюля вспыхнет и обратится в пепел.

Выходит, что кипящая вода как-то охлаждает бумагу? Да, это так. Если бы у тебя был подходящий термометр, ты бы мог убедиться, что пока вода кипит, ее температура не поднимается выше 100° . Именно температуру кипящей воды условились считать за 100° . Ну, а бумага при такой температуре еще не загорается. Кипящая вода отнимает у нее лишнее тепло.





Если даже вода не кипит, а просто испаряется, это все равно создает холод. Попробуй облить руку теплой водой — ей сразу станет холодно, особенно на ветру.

В Древнем Египте, для того чтобы получить в жару холодную воду, пользовались интересным способом. Воду наливали в пористый сосуд. Вода медленно просачивалась сквозь поры, сосуд «потел». Просочившаяся

вода испарялась. А для того чтобы испарение шло сильнее, к сосуду приставляли раба с опахалом. Раб создавал ветер, испарение усиливалось, и вода в сосуде охлаждалась довольно быстро. Сосуд «потел» в кавычках, бедняга раб потел по-настоящему. Но он при этом вырабатывал холод!

Кстати, этот же способ охлаждения используется и в твоём организме. Когда тебе жарко, ты потеешь и за счёт испарения пота охлаждаешься.

Ну, а теперь о прививках. Бр-р! При одном этом слове у некоторых, как говорится, дерет мороз по коже. Но когда перед прививкой тебе протирают кожу спиртом или эфиром, она охлаждается в самом прямом и буквальном смысле. Действительно, получается мороз по коже.

Ты знаешь, что температура твоего тела около 37° . Ну, а эфир кипит при температуре всего 35° . Попав на кожу, он закипает и охлаждает ее, точь-в-точь как в нашем опыте кипящая вода охлаждала кастрюлю из бумаги. Спирт кипит при более высокой температуре: 78° . Поэтому он охлаждает кожу не так сильно, как эфир, но все же сильнее, чем вода.

ЦЕПЬ, О КОТОРОЙ ТЫ НЕ ЗНАЕШЬ

Может быть, у тебя дома есть холодильник. В нем даже в самую сильную жару серебрится иней и продукты не портятся. Но как удалось этим продуктам добраться свежими до твоего холодильника? Почему они не протух-

ли, не прокисли, не прогоркли еще в пути? А ведь путь был не ближний. Мясо могло приехать из Казахстана, масло — с Украины, замороженный зеленый горошек — из Молдавии, филе трески — из Мурманска, навага — с Тихого океана!

По всей стране, и даже за ее пределами, протянулась огромная цепь. Цепь, о которой ты, вероятно, ничего не знаешь. И называется она «единая холодильная цепь».

Первое звено — заготовительный холодильник. Такие холодильники есть на скотобойнях и на маслозаводах, в сельских районах, где собирают богатый урожай фруктов и овощей, в портах, где выгружают свою добычу рыболовные суда.

Из заготовительного холодильника продукты везут в холодильных вагонах или на холодильных судах. Это второе звено цепи. И оно такое же холодное, как первое.

Третье звено — распределительный холодильник. В его огромных залах громоздятся ящики с замороженной рыбой, с консервированной сайрой, крабами, сардинами, со свежеморожеными овощами и фруктами. Пирамидами сложены бочки со сливочным маслом, гроздьями висят колбасы, окорока, мясные туши. Не килограммами, даже не центнерами измеряется все это богатство. Большой холодильник вмещает десятки тысяч тонн!

Отсюда продукты распределяют по магазинам и столовым. Их везут в холодильных автомобилях. Громоздкие, наглухо закрытые кузова этих машин обшиты листами алюминия, сверкающими, как лед. Эти автомобили — уже четвертое звено холодильной цепи. Из них продукты попадают в пятое звено: в холодильные шкафы столовых и холодильники и охлаждаемые прилавки магазинов.

В столовой холодильная цепь на этом кончается. Но продукты, привезенные в магазин, попадут еще в одно звено, шестое по счету. Это твой домашний холодильник. Последнее звено цепи, протянувшейся на тысячи километров!

Откуда же берется холод во всех холодильниках этой огромной цепи? Кое-где используют смесь битого льда с солью. О ней ты уже знаешь из нашего опыта. Но гораздо чаще применяют холодильные установки вроде той, что спрятана в твоём холодильнике. Их работа скорее напоминает «опыт» с прививками или, вернее, с ис-

парением эфира на коже. В холодильнике тоже есть летучая жидкость, только не эфир, а так называемый фреон. Он бурно испаряется в трубках, окружающих морозильную камеру, он отбирает тепло, и камера покрывается инеем. А пары фреона отсасывает компрессор, спрятанный в нижней части шкафа. Он не виден, а только слышен. Это компрессор тихонько тарыхтит внутри холодильника!

Компрессор сжимает пары фреона и выталкивает их в трубки, проложенные уже снаружи, в спинке шкафа. Здесь фреон превращается снова в жидкость и выделяет тепло. Холодильник только внутри шкафа холодит. Снаружи он греет! И для того чтобы холодильник хорошо работал, надо дать ему свободно охлаждаться. Его нельзя ставить вплотную к стене, нельзя закрывать сверху отверстия в спинке, через которые поднимается нагретый воздух.

Жидкий фреон из трубок снова подается внутрь шкафа. И так он может годами обращаться в холодильнике, охлаждая его внутри и обогревая снаружи! В больших холодильниках применяют иногда другие жидкости, например аммиак. Но устройство их примерно такое же.

Искусственный холод не только питает холодильную цепь, не только prepares мороженое.

Хочешь летом кататься на коньках? Пожалуйста! Сейчас заморозим каток.

Тебе жарко, душно в знойный летний день? Охладим воздух в комнате.

Нужно проложить шахту или туннель в зыбучей, как кисель, мокрой глине? Заморозим этот кисель.

Нужен холод на заводе, где делают краски, искусственный каучук, взрывчатые вещества, парафин, лучшие сорта стали? Пожалуйста.

Нужен холод в научном институте, где проверяют материалы для ракет и скафандры для космонавтов? В специальной камере создают холод космического пространства! Дикий, неприрученный холод — враг человека. От него защищаются теплой одеждой, отоплением, толстыми стенами домов.

Искусственный холод стал надежным помощником в труде, в науке, в быту. Далеко шагнула техника со времен раба с опахалом!

Глава восемнадцатая. ПОЮЩИЕ ВОЛНЫ

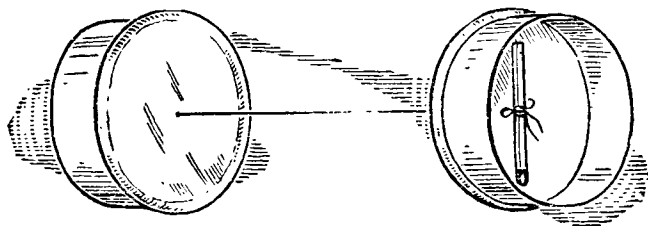
САМЫЙ ПРОСТОЙ ТЕЛЕФОН

Ты, конечно, знаешь, как полезно чистить зубы. А когда коробочка от зубного порошка опустеет, из нее можно сделать телефон. Правда, он будет работать не так хорошо, как настоящий. По нему не удастся поговорить с соседним городом или даже с соседним домом. Но из комнаты в комнату слышно будет очень хорошо.

А самое главное — этот телефон ты сделаешь своими руками. Весь, до последнего... чуть было не сказал винтика. Винтиков в нашем телефоне не будет. Тогда, может быть, до последнего гвоздика? Гвоздиков тоже не будет. До последнего провода? Но в нашем телефоне не будет и проводов. Кроме коробочки от порошка, в нем будут только две спички да длинный шнурок.

Из коробочки от зубного порошка сделай две трубки. Способ изготовления очень простой. Нижнюю часть коробочки аккуратно протри влажной тряпочкой и высуши на солнце. То же самое сделай и с крышкой. Делается это для того, чтобы потом не испачкать уши остатками зубного порошка. Мочить коробочку надо как можно меньше: от воды она портится. В середине дна и крышки коробочки проколи отверстия толстой иглой. Трубки готовы!

Самая главная часть нашего телефона — шнурок. По нему будет передаваться звук. Лучший шнурок — рыболовная леска из капрона. Но годится и обычная леска. Хорошо подойдут шелковая нитка для вышивания, суровая нитка. Хуже всего передают звук обыкновенная швейная нитка и шпагат из бумаги. Шнурок нужен длиной 10—15 м. Можно, конечно, сделать его и короче, но тогда



будет не так интересно. Трудно будет разобрать, слышишь ли ты голос своего товарища по телефону или просто так.

Концы шнура протяни в отверстия в трубках и каждый завяжи за середину спички. На рисунке хорошо видно, как это сделать.

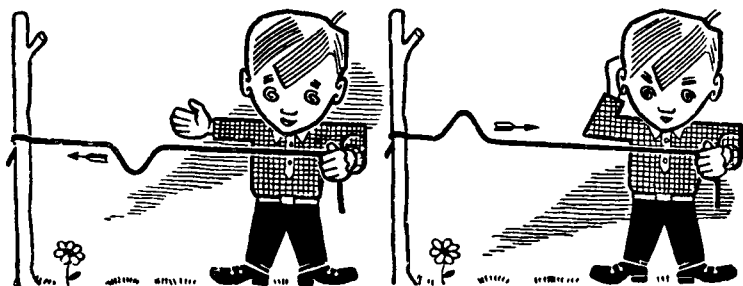
Возьми одну из трубок, другую дай товарищу. Разойдитесь на полную длину шнура, чтобы он туго натянулся. Шнурок должен висеть в воздухе свободно, ни к чему не прикасаясь.

Один из вас пусть приставит свою трубку к уху. Другой, поднеся трубку ко рту, должен сказать: «Внимание! Даю пробу! Раз, два, три, четыре, пять...»

Можно, конечно, сказать и любые другие слова. Например: «У меня зазвонил телефон. Кто говорит? Слон!» Но настоящие телефонисты почему-то всегда говорят «даю пробу» и потом считают. Если все сделано правильно и шнурок достаточно натянут, то в телефон будет хорошо слышно, и вы сможете вести длинные разговоры.

КАК ОН РАБОТАЕТ!

В самом деле, как передается звук в нашем телефоне? Ты можешь это выяснить, когда с веревки во дворе снимут белье. Отвяжи веревку с одного конца и натяни ее не слишком туго. Ребром ладони ударь по веревке. А теперь смотри! От твоего удара образовалась словно впадина. И эта впадина не исчезла, когда ты отнял руку. Нет, она побежала по веревке, все дальше и дальше, до самого столба. Добежала... Исчезла? Нет! Превратилась в горб, и теперь уже горб бежит от столба к твоей руке!



Можешь и наоборот сделать. Ударь по веревке снизу. Тогда на ней образуется горб и убежит к столбу, а обратно вернется впадина. Так веревка передает колебания. Сама она остается на месте, не уходит ни к столбу, ни от столба. А волна бежит!

Звук — это тоже колебания. Воткни в дощечку перышко или лезвие от безопасной бритвы. Дерни за конец. Дрын-н! Запело! А видишь, как оно колеблется? Конечно, каждое отдельное колебание здесь не разглядишь — они слишком быстрые. Но свободный конец лезвия или перышка словно расплылся, стал туманным. Звук слабее — и конец лезвия делается все тоньше, все отчетливее. Колебания уменьшаются.

Посмотри, как колеблется звучащая струна гитары или другого струнного инструмента. Если есть у тебя барабан, можешь убедиться, что его натянутая кожа тоже колеблется.

Для этого поставь барабан на ребро, ударь палочкой и поднеси шарик из пробки, бузиновой мякоти или пенопласта на тонкой ниточке. Только он коснется кожи — щелк! Тут же отлетит в сторону.

Пользуясь нашим игрушечным телефоном, ты говорил в коробочку от зубного порошка. От звуков твоего голоса дно коробочки дрожало, колебалось. Эти колебания бежали по шнурку, словно волна по бельевой веревке. Только колебания были частые и слабенькие, их нельзя было увидеть глазом. Но все равно, добежав до другой половины коробочки, они заставляли и ее дно колебаться, а значит — звучать.

КОЛОКОЛЬНЫЙ ЗВОН ИЗ... ЛОЖКИ

Если есть метра два хорошего шнурка, такого, какой ты брал для телефона, можешь сделать колокол из столовой ложки. Только другие ничего не услышат, этот колокол будет звонить тебе на ушко, по секрету.



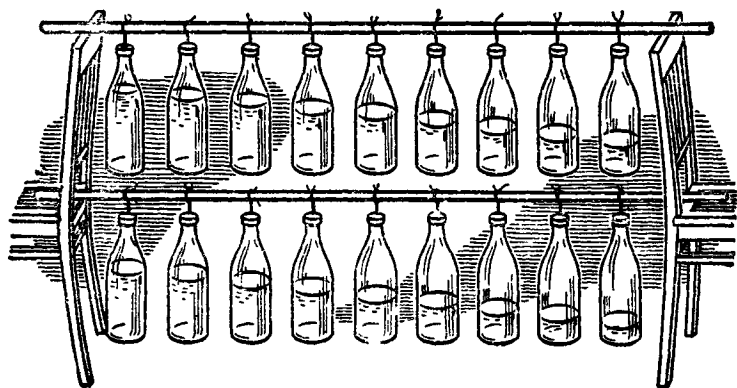
Прочно привяжи шнурок серединой к столовой ложке, а концы шнурка прижми пальцами к закрытым ушам. Наклонись немного, чтобы ложка могла свободно раскачиваться, и ударь ею о плиту или о ножку стола. Бам-м! И правда, в ушах словно колокол загудел.

Бам-м! Бам-м! Ложка от удара колеблется, и эти колебания бегут по шнурку прямо к твоим ушам. Только алюминиевая ложка для этого опыта не годится. Лучше уж вместо нее взять металлический предмет потяжелее. Например, большие клещи, кочергу, пестик от ступки.

БУТЫЛКОФОН

Слово не очень складное. Впрочем, если существуют патефон, телефон, магнитофон, если играют на саксофонах и ксилофонах, почему бы не назвать бутылкофоном наш музыкальный инструмент? Тем более, что сделан он именно из бутылок. Их надо подвесить в ряд, как показано на рисунке, и наполнить водой до разного уровня, чтобы при ударе издавали различные ноты. Лучше всего, конечно, подобрать фортепьянную гамму: семь тонов и пять полутонов. Для настройки бутылкофона придется пригласить человека с хорошим музыкальным слухом и снабдить его ведром воды и воронкой.

Играют на бутылкофоне двумя палочками. А если повесить бутылки в два яруса, можно будет и в четыре руки играть!



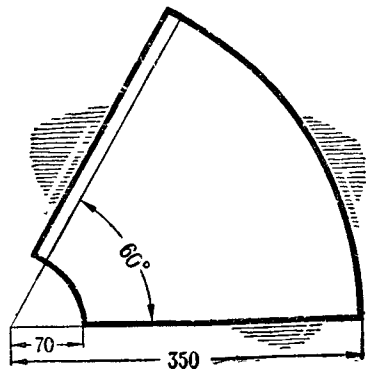
РУПОР

Сейчас на спортивных соревнованиях, при киносъемках и на кораблях для переговоров с соседним судном пользуются обычно электрическим мегафоном — прибором, усиливающим звук. А раньше, когда мегафонов еще не было, команды отдавались в обычный рупор. Ты тоже можешь сделать себе рупор, только бумажный.

Выкройка для рупора дана на рисунке. Возьми лист чертежной бумаги и прочерти вдоль края прямую линию длиной 350 мм. В один конец этой линии поставь ножку циркуля и проведи две дуги: одну радиусом 70 мм, а другую — 350 мм. С помощью транспортира или угольника отложи от прямой линии угол в 60° . Если ни транспортира, ни угольника у тебя нет, можешь угол в 60° построить другим способом. После того как проведешь дугу радиусом 350 мм, перенеси ножку циркуля в правый конец линии и этим же радиусом сделай на дуге засечку. Соединив эту засечку с левым концом линии, получишь угол в 60° . Под этим углом проведи вторую прямую линию.

Нужно оставить кромку для склейки рупора. Для этого с наружной стороны выкройки проведи еще одну прямую линию. Готовую выкройку вырежь и склей из нее конус. Чтобы склейка не разошлась, положи конус на ровную дощечку и приколи сквозь шов пятью-шестью чертежными кнопками через равные промежутки. Не снимай рупор с дощечки, пока не высохнет окончательно. Можешь еще приклеить к нему бумажную ручку, чтобы удобнее было держать, но это не обязательно.

Поднеси рупор ко рту — и звук твоего голоса заметно усилится. Думаешь, потому, что рупор не дает звуку расходиться во все стороны, а собирает и направляет на слушателя? Это не совсем верно. Ведь звук, как ты скоро и сам сумеешь убедить-



ться, усиливается не только впереди рупора, но и с боков и даже сзади.

Дело здесь в том, что звук — это колебания воздуха. Но воздуха вокруг очень много, а глотка у тебя не так уж велика. Трудно сразу весь воздух раскачать, привести в движение. А приставишь ко рту рупор, надо будет сначала только в его горловине воздух раскачать. Это нелегко. Дальше уже воздушные волны побегут по рупору, как бежала волна по веревке. Рупор постепенно расширяется — и волны будут расширяться. Добегут до конца, а выходное отверстие вон какое большое. словно широченная глотка!

ПОЧЕМУ ПОЕТ ГРАММОФОН!

Раньше, пожалуй, придется ответить на другой вопрос: а что это такое граммофон? Ведь ты едва ли видел эту машину. Зато все хорошо знают патефон. Так вот, граммофон — почти то же самое. Только с виду он был другой. У граммофона сверху торчал большой жестяной рупор с раструбом.

Потом придумали переносный граммофон. Вместо ящика сделали удобный закрывающийся чемоданчик с ручкой для переноски. Рупор свернули улиткой и спрятали внутрь чемоданчика. Получилось гораздо красивее и удобнее. Впервые такой переносный граммофон выпустила французская фирма «Братья Патэ». Они назвали его своей фамилией «Патэ-фон», или «Патефон». А пластинки для патефона до сих пор называются граммофонными!

Сейчас патефон нас несколько не удивляет. Поет, что же в этом особенного? Радиоприемник тоже поет. А телевизор и кино куда интереснее. Там не только слышно, но и видно все как на ладони. Но предок патефона — граммофон — появился давно, больше восьмидесяти лет назад. Тогда еще не было ни кино, ни радио, ни телевидения. Пели только живые люди. Никому и в голову не приходило, что машина тоже сможет петь. И даже сам изобретатель «поющей машины» Томас Альва Эдисон немного сомневался: запоеет или не запоеет?

Механик сделал по чертежу Эдисона непонятный аппарат. Собрались все сотрудники лаборатории. Надо пробовать! Эдисон поставил в аппарат валик, покрытый воском, откашлялся и неуверенно запел старинную детскую песенку:

У нашей Мэри есть баран,
Собаки он верней
Куда бы Мэри ни пошла —
Баран идет за ней!

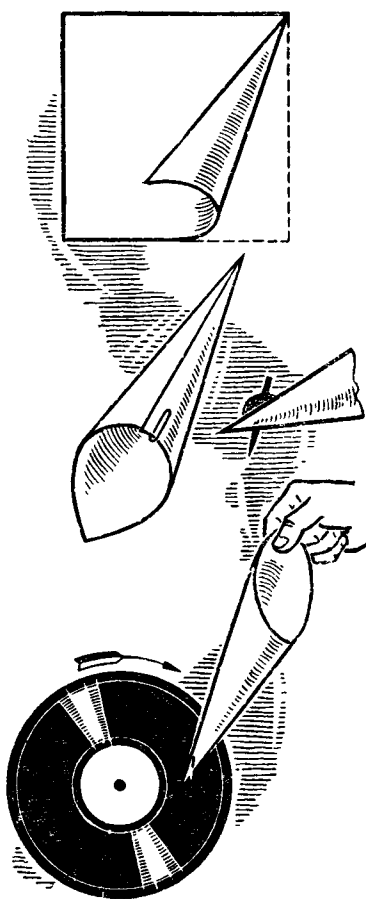
Сотрудники хихикали. Таланта к пению у Эдисона не было. Но отступать поздно, и он допел песенку до конца. Потом поставил иглу на начало дорожки на восковом валике и завертел ручку. И тут произошло чудо. Машина запела! Не одно-два неясных слова, которые надеялся услышать Эдисон. Нет, вся песенка, с начала и до конца, лилась из черного рупора!

Сотрудники замерли. Потом закричали в восторге, затанцевали хороводом вокруг Эдисона и его чудесного изобретения. Потом все сразу, перебивая друг друга, начали говорить, кричать, петь в рупор. Всю ночь до утра они записывали и слушали свои голоса. Ведь на первом аппарате Эдисона можно было не только слушать звук, но и записывать его. Зато этот аппарат — его назвали фонографом — звучал гораздо хуже нынешнего патефона. Звук был тихий, прерывистый, местами дребезжащий. Но все равно это было неслыханным чудом!

Теперь это чудо стало самым обычным делом. Рассмотрите внимательно граммофонную пластинку. Ты увидишь, что бороздки на ней неровные. Они усеяны извилинами, а у долгоиграющих пластинок — углублениями. Когда пластинка вертится, игла скользит по бороздке. Извилины или углубления заставляют ее дрожать, колебаться. Эти колебания и есть звук. Ты можешь сам сделать простейший звукозаписывающий прибор, воспроизводящий граммофонную запись. Для этого понадобится только лист чертежной бумаги, патефонная игла и немного клея.

Из бумаги вырежь квадрат со стороной 30—40 см. Сверни из этого квадрата «фунтик», как показано на рисунке.

Вершина «фунтика» должна быть в одном из углов



квадрата. Боковые стороны наложи одну на другую и аккуратно склей столярным или казеиновым клеем.

Надень на «фунтик» в месте склейки канцелярскую скрепку. Положи его швом на стол и придави склейку изнутри грузами. В таком положении оставь сохнуть до утра.

Иглу воткни возле конца высохшего «фунтика». Прокколи обе стенки насквозь. Только сначала внимательно посмотри на рисунке, какой должен быть правильный наклон иглы. Закрепи иглу каплей клея или сургуча.

Возьми звукосниматель за выступающий угол «фунтика» и опусти иглу на бороздку вращающейся пластинки. «Фунтик» запоет!

Конечно, твой самодельный звукосниматель будет звучать гораздо хуже фабричного. Не так громко, не так чисто. Но ведь и первый фонограф Эдисона звучал примерно так же!

Глава девятнадцатая. В СТРАНЕ НАБОРОТ

РАЗВЕ ЕСТЬ ТАКАЯ СТРАНА!

Да, есть. В ней все наоборот. Правая рука в этой стране становится левой. Все надписи написаны шиворот-навыворот, так, что их очень трудно прочесть. Правая штанина, которую ты на днях порвал, играя с соседской собакой, целехонька в этой загадочной стране. Зато на ле-

вой красуется изрядная заплата, и ты не можешь вспомнить, откуда она взялась.

Ты, верно, уже догадался, о какой стране идет речь. Конечно же, эта страна находится позади зеркала. И, конечно, она кажущаяся, эта страна. Ведь ты прекрасно знаешь, что на самом деле позади зеркала находится стена или платяной шкаф. И что какой уж ты ни есть — очень ли хороший или так себе, — все равно на свете нет другого, во всем точно такого же, но только вывернутого слева направо.

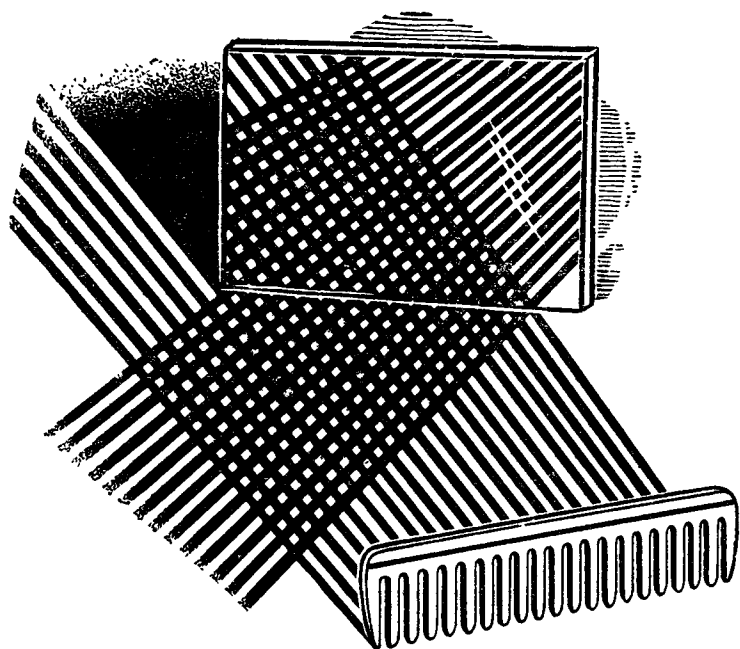
Интересно, что если зеркало стеклянное, ты даже не можешь дотронуться до своего отражения. Попробуй, приложи к зеркалу палец. Или лучше палочку, чтобы на стекле не осталось жирного следа. Видишь, между концами двух палочек — настоящей и той, кажущейся, — остается промежуток. Он равен удвоенной толщине стекла. И только в том случае, если зеркало сделано не из стекла, а из полированного металла, палочка коснется своего отражения.

СЕКРЕТ СОЛНЕЧНОГО ЗАЙЧИКА

Вспомни, как ты с помощью зеркальца пускал солнечных зайчиков. Кстати, почему они называются зайчиками? Наверное, потому, что здорово прыгают. Ты чуть-чуть руку повернул, а зайчик сделал вон какой скачок!

Отражение лучей от зеркала можно рассмотреть подробнее. Поставь на стул настольную лампу. Подложи книжки, чтобы лампочка была на одном уровне с крышкой стола. Расстояние от лампы до края стола должно быть метра два. Расстели на столе лист белой бумаги, а на краю поставь расческу с редкими зубьями. Смотри-ка: бумага стала полосатой! По ней протянулись длинные тени от зубьев, а между ними остались светлые полосы. Они идут прямо, как лучи света!

Теперь поставь на бумагу за расческой четырехугольное зеркальце. Видишь, по столу побежали полоски отраженных лучей? Осторожно поворачивай зеркальце, и полоски будут поворачиваться. Да не так, как зеркальце, а быстрее. Так что, когда ты зеркальце поставишь под



углом в 45° к падающим от лампы лучам, отраженные лучи отклонятся уже на 90° , на целый прямой угол. Вот почему зайчик прыгает с такой неожиданной быстротой!

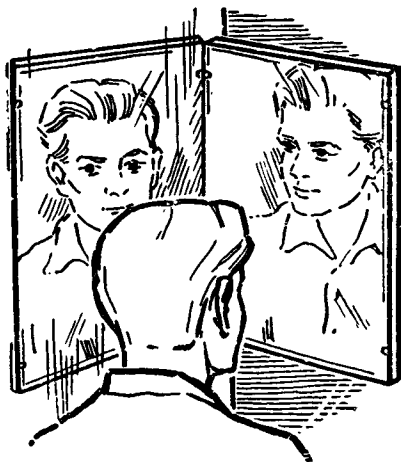
ЕЩЕ РАЗ НАОБОРОТ!

В зеркале ты видишь себя не совсем так, как видят тебя другие. В самом деле, если ты зачесываешь волосы на одну сторону, в зеркале они будут зачесаны на другую. Есть на лице родинки, они тоже окажутся не с той стороны. Если все это перевернуть зеркально, лицо покажется другим, незнакомым.

Как бы все-таки увидеть себя таким, каким видят окружающие? Зеркало все переворачивает наоборот... Ну что же! Давай мы его перехитрим. Подсунем ему изображение, уже перевернутое, уже зеркальное. Пускай

перевернет еще раз наоборот, и все станет на свое место!

Как это сделать? Да с помощью второго зеркала! Встань перед стенным зеркалом и возьми еще одно, ручное. Держи его под острым углом к стенному. Ты перехитришь оба зеркала: в обоих появится твое «правое» изображение. Это легко проверить с помощью шрифта. Поднеси к лицу книжку с крупной надписью на обложке. В обоих зеркалах надпись будет читаться правильно, слева направо!



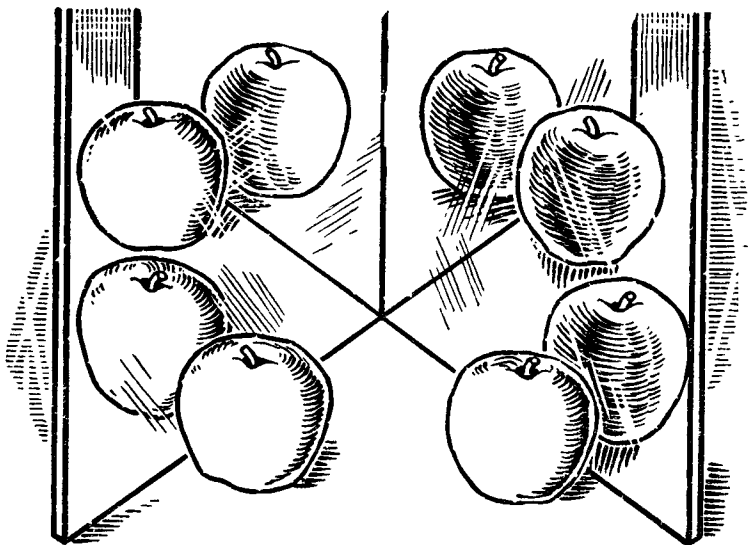
А теперь попробуй потяни себя за чуб. Уверен, что это удастся не сразу. Изображение в зеркале на этот раз совершенно правильное, не вывернутое справа налево. Именно поэтому ты и будешь ошибаться. Ты ведь привык видеть в зеркале зеркальное изображение!

В магазинах готового платья и в пошивочных ателье бывают трехстворчатые зеркала, так называемые трельяжи. В них тоже можно увидеть себя «со стороны».

СКОЛЬКО ЖЕ ИХ НА САМОМ ДЕЛЕ!

С помощью двух зеркал ты хотел создать своего двойника, не вывернутого зеркально. Что же, ты этого добился... и даже вдвойне. Ведь ты увидел уже не одно, а сразу два «кажущихся» изображения! Теперь вас стало трое, и я даже не знаю, удобно ли по-прежнему обращаться к этому маленькому коллективу на «ты».

Имея два зеркала, можно много натворить чудес в этом же роде. Если, например, поставить их под прямым углом и в этот угол положить два яблока, ты увидишь восемь яблок. Вот это богатство! Но не спеши радоваться: съедобными все равно останутся только два, остальные шесть мнимые.

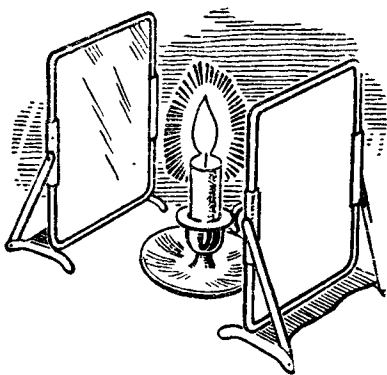


Можно поставить зеркала одно против другого, а между ними зажечь свечу. В каждом из зеркал будет отражаться сама свеча, и ее отражение, и отражение отражения... Свечи выстроятся бесконечной вереницей, уходящей в обе стороны. Ближайшие к середине будут гореть ярко, а чем дальше, тем все слабее, слабее... Это потому, что какая-то часть света поглощается зеркалами.

ЗАХОЧУ — И ПОЛЕЧУ!

Есть у тебя зеркальный шкаф? Это все, что нужно для полета! Правда, тоже не настоящего, а мнимого, как и все зеркальные «чудеса».

Стань так, чтобы половина твоего тела была спрятана за шкафом, а другая половина выступала из-за него. Товарищ, который будет стоять перед тобой, легко найдет такое место, с ко-



тогого он увидит тебя как бы целиком.

Подними руку — товарищу покажется, что ты поднял обе. Но это еще не фокус. А вот если ты ногу поднимешь, товарищ увидит тебя висящим в воздухе!

Жаль, что ты сам не можешь взглянуть на себя «в состоянии невесомости». Придется поменяться с товарищем местами, чтобы увидеть это диво.



ЧЕМ ЧЕРНЕЕ, ТЕМ СВЕТЛЕЕ!

Возьми блестящую ложку. Если она хорошо отполирована, то даже кажется немножко зеркальной, что-то отражает. Закопти ее над пламенем свечи, да по-чернее. Теперь ложка ничего уже не отражает! Копоть поглощает все лучи.

Опусти ложку в стакан с водой. Смотри: заблестела, как серебро! Куда же копоть-то девалась? Отмылась, что ли? Вынимаешь ложку — черна по-прежнему...

Дело здесь в том, что частички копоти плохо смачиваются водой. Поэтому вокруг закопченной ложки образуется как бы пленка, как бы «водяная кожа», с которой ты уже знаком. Слово мыльный пузырь, натянутый на ложку, как перчатка! Но мыльный пузырь ведь блестит, он отражает свет. Вот и этот пузырь, окружающий ложку, тоже отражает.

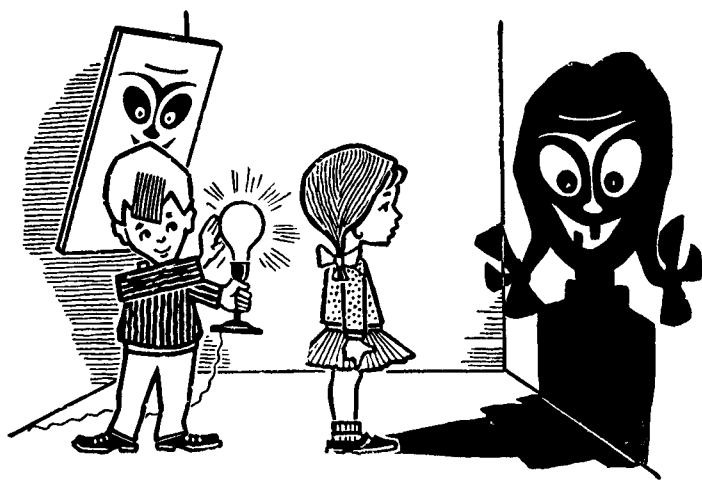
Можешь, например, закоптить над свечой яйцо и погрузить его в воду. Оно будет там блестеть, как серебряное. Чем чернее, тем светлее!

ВОТ ТАК РОЖА!

С помощью зеркала можешь устроить сюрприз своему товарищу. Подбери лист бумаги, чтобы закрывал все зеркало, и прорежь в нем насквозь самые безобразные косые глаза, кривой нос и страшный рот с оскаленными зубами.

Прилепи эту бумагу поверх зеркала комочками воска или стеарина.

Теперь пригласи товарища в комнату, где горит одна только настольная лампа и поставь его спиной к лампе так, чтобы на стену легла тень от его головы. Тень эта, разумеется, будет просто темным силуэтом, без глаз, без рта, без носа, только с ушами по бокам.



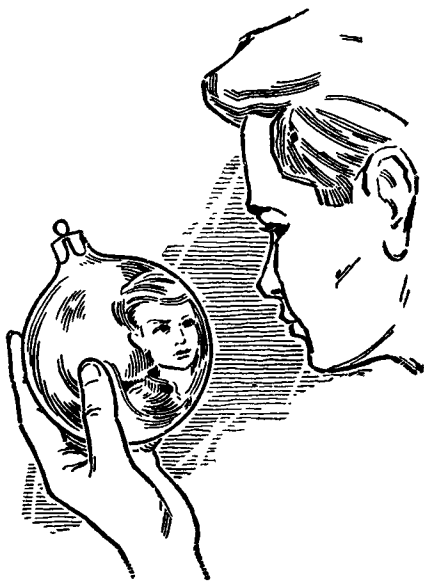
Ну ничего, сейчас мы ей приделаем и глаза, и рот, и нос!

Попроси товарища закрыть глаза, а сам возьми зеркало и поставь его так, чтобы зайчики, отбрасываемые сквозь прорези в бумаге, расположились на тени головы самым выгодным образом.

То-то удивится твой товарищ, когда откроет глаза!

ЗЕРКАЛА-ДРАЗНИЛКИ

До сих пор речь шла о «честных» зеркалах. Они показывали мир таким, каков он есть. Ну, разве что вывернутым справа налево. Но бывают зеркала-дразнилки, кривые зеркала. Во многих парках культуры и отдыха есть такой аттракцион — «комната смеха». Там каждый желающий может увидеть себя то коротким и круглым, как кочан капусты, то длинным и тонким, как морковь, то похожим на проросшую луковицу: почти без ног и с раздутым животом, из которого, словно стрелка, тянется вверх узенькая грудь и уродливо вытянутая голова на тончайшей шее!



Ребята помирают со смеху, а взрослые, стараясь сохранить серьезность, только качают головами. И от этого отражения их голов в зеркалах-дразнилках перекашиваются самым уморительным образом!

«Комната смеха» есть не везде, но зеркала-дразнилки окружают нас и в жизни. Ты, верно, не раз любовался своим отражением в стеклянном шарике с новогодней елки. Или в никелированном металлическом чайнике, кофейнике, самоваре. Все эти изображения очень забавно искажены и при этом все они уменьшены. Это потому, что «зеркала» выпуклые. На руле велосипеда, мотоцикла, у кабины водителя автобуса тоже прикрепляют выпуклые зеркала. Они дают не искаженное, но несколько уменьшенное изображение дороги позади, а в автобусах — еще и задней двери. Прямые зеркала тут не годятся: в них видно слишком мало. А выпуклое зеркало, даже маленькое, вмещает в себя большую картину.

Бывают иногда и вогнутые зеркала. Ими пользуются для бритья. Если близко подойти к такому зеркалу, увидишь свое лицо сильно увеличенным. В прожекторе тоже применено вогнутое зеркало. Это оно собирает лучи от лампы в параллельный пучок.

Глава двадцатая. ПОЙМАННЫЕ ЛУЧИ

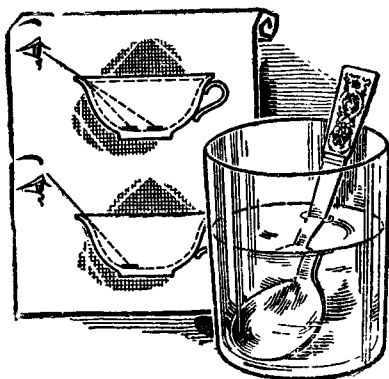
МОГУТ ЛИ ЛУЧИ ЛОМАТЬСЯ!

Ты знаешь, что луч света прямолинеен. Вспомни хотя бы луч, пробившийся сквозь щелку в ставне или в занавесе. Золотой луч, полный кружащихся пылинок!

Но... физики привыкли все проверять на опыте. Опыт со ставнями, конечно, очень нагляден. А что ты скажешь об опыте с гривенником в чашке? Не знаешь этого опыта? Сейчас мы с тобой его сделаем. Положи гривенник в пустую чашку и присядь так, чтобы он перестал быть виден. Лучи от гривенника шли бы прямо в твой глаз, да край чашки загородил им дорогу. Но я сейчас устрою так, что ты снова увидишь гривенник.

Вот я наливаю в чашку воду... Осторожно, потихоньку, чтобы гривенник не сдвинулся... Больше, больше... Смотри, вот он, гривенник! Появился, словно бы всплыл. Или, вернее, он лежит на дне чашки. Но дно это будто бы поднялось, чашка «обмелела». Прямые лучи от гривенника к тебе не доходили. Теперь лучи доходят. Но как же они огибают край чашки? Неужели гнутся или ломаются?

Можно в ту же чашку или в стакан наклонно опустить чайную ложечку. Смотри, сломалась! Конец, погруженный в воду, переломился вверх! Вынимаем ложечку — она и целая, и прямая. Значит, лучи действительно ломаются?

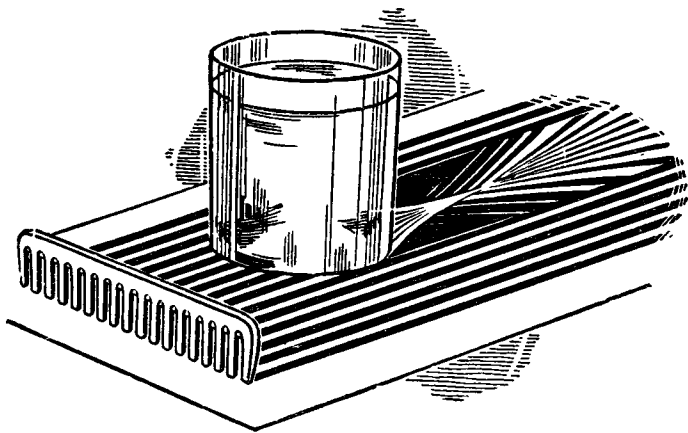


ДА, ОНИ ЛОМАЮТСЯ!

Сейчас ты в этом окончательно убедишься. Сделаем опыт, похожий на тот, что раскрыл нам секрет солнечного зайчика. Да, да, тот самый, со столом, листом белой бумаги и расческой. Здесь тоже нужно будет расположить лампочку на уровне крышки стола, в полутора-двух метрах от края, на краю поставить редкую расческу, а на стол положить белую бумагу. Только вместо зеркала мы теперь возьмем стакан с водой. Обыкновенный чайный стакан с тонкими стенками. Прорежь в бумаге отверстие по размеру стакана, вставь в него стакан, а бумагу приподними немного, подложив под нее книжки или общие тетради. Нам нужно, чтобы лучи проходили сквозь воду, а не сквозь доньшко стакана.

Готово? Смотри: по бумаге протянулись длинные лучи... Они совершенно прямые... Но те, что попали в стакан, сломались! За стаканом они собрались в пучок, а потом разошлись веером! Ну да, конечно, разошлись. Ведь за стаканом они снова совершенно прямые.

Значит, преломление лучей происходит именно в стакане. Точнее, там, где лучи входят в него, и там, где выходят. А то, что они, пройдя через выпуклый, даже круглый стакан, собрались в одной точке, тебя не должно особенно удивлять. Ты ведь уже не раз выжигал узоры



на палке с помощью увеличительного стекла. Оно имеет форму чечевички. Знаешь, есть такая крупа — чечевичная? Вроде гороха, только чечевички не круглые, как горошины, а сплюснуты в виде пузатых лепешечек. По-латыни чечевица называется линзой. Поэтому все увеличительные стекла, и все лупы, и вообще все круглые стекла, употребляемые в разных приборах, называли линзами.

ЗАЖИГАТЕЛЬНАЯ ЛЬДИНА

Ты, верно, читал, как один из героев книги Жюль Верна «Путешествия и приключения капитана Гаттераса», доктор Клаубонни, добыл огонь с помощью... куска льда! Из льдины была сделана большая выпуклая линза. Она и собрала в одну точку лучи солнца.

Герои Жюль Верна изготовили свою линзу, вырубив ее топором из глыбы льда и отполировав рукой. Можешь попробовать сделать это более легким способом. Только понадобится форма: большая пиала или миска для салата. Тазик не годится: у него дно плоское, а «зажигательная льдина» должна и посередине быть выпуклой.

Налей в миску чистой воды и выставь на мороз. Когда хорошенько замерзнет, внеси ее в кухню и поставь в большой таз с горячей водой. Как только лед оттает у стенок, вынеси миску снова во двор и выложи готовую «зажигательную льдину» на чистую доску. Возьми ее за края и, обратив к солнцу, попробуй собрать его лучи на комке сухой бумаги. Если все сделано хорошо, лед зажжет бумагу!

В летнее время «зажигательную льдину» можно приготовить в домашнем холодильнике. Правда, в морозильную камеру холодильника, где получают лед, большая миска не влезет. Но хватит и пиалы средних размеров: ведь летнее солнце горячее!

В МИР НЕВИДИМОГО

Около четырехсот лет назад искусные мастера в Италии и в Голландии научились делать очки. Вслед за очками изобрели лупы для рассматривания мелких предме-

тов. Это было очень интересно и увлекательно: вдруг увидеть во всех подробностях какое-нибудь просяное зернышко или мушиную ножку!

В наш век радиолюбители строят аппаратуру, позволяющую принимать все более удаленные станции. А триста лет назад любители оптики увлекались шлифованием все более сильных линз, позволяющих дальше проникнуть в мир невидимого.

Одним из таких любителей был голландец Антоний ван Левенгук. Линзы лучших мастеров того времени увеличивали всего в тридцать — сорок раз. А линзы Левенгука давали точное, чистое изображение, увеличенное в триста раз!

Словно целый мир чудес открылся перед пытливым голландцем. Левенгук тащил под стекло все, что только попадалось ему на глаза.

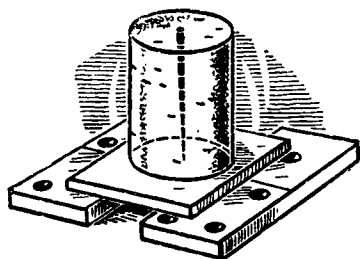
Он первый увидел микроорганизмы в капле воды, капиллярные сосуды в хвосте головастика, красные кровяные тельца и десятки, сотни других удивительных вещей, о которых до него никто и не подозревал.

Но не думай, что Левенгуку легко давались его открытия. Это был самоотверженный человек, отдавший исследованиям всю свою жизнь. Его линзы были очень неудобны, не то что теперешние микроскопы. Приходилось носом упираться в специальную подставку, чтобы во время наблюдения голова была совершенно неподвижна. И вот так, упершись в подставку, Левенгук просидел шестьдесят лет!

ПО СЛЕДАМ ЛЕВЕНГУКА

Современные микроскопы дают увеличение в полторы-две тысячи раз, а электронные — даже в 200 тысяч раз. Настоящий микроскоп нам с тобой, конечно, не сделать. Но мы можем соорудить лупу, немного похожую на ту, которой пользовался Левенгук!

Вырежь пластинку из тонкой листовой латуни, меди, цинка или хотя бы из жести от консервной банки. Положи эту пластинку на дощечку и проколи в ней отверстие швейной иглой. Ты, может быть, думаешь, что проколоть пластинку иглой невозможно, что игла сломается?



Да, конечно, она сломается, если дать ей изогнуться. Весь фокус именно в том, чтобы игла не сгибалась.

Для этого подбери длинную корковую пробку. Загни иглу в пробку отвесно. Если окажется, что пробка коротковата и ушко иглы выступает, отлomi его.

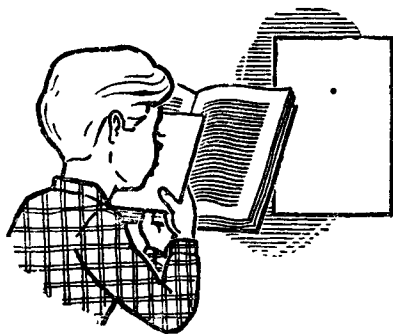
Затем положи на стол две кости домино или две одинаковые дощечки так, чтобы между ними осталось совсем небольшое пространство. Над этим пространством положи на опоры пластинку, а на нее поставь пробку с иглой.

Если теперь сильно и отрывисто ударить молотком по пробке, игла пробьет пластинку насквозь!

Интересно, что это отверстие само по себе, без всякого стекла, уже увеличивает. Поднеси пластинку к самому глазу и гляди через отверстие хотя бы на книжную страницу, но только с расстояния около двух сантиметров. Невооруженным глазом ты ничего так близко не увидишь. А через отверстие буквы покажутся очень большими, словно не в книге, а на афише!

Таким же способом можно рассматривать, например, маленького жучка, наколотого на булавку, мушиную лапку да и мало ли что еще. Условие только одно: наблюдаемый предмет должен быть очень ярко освещен. Лучше всего держать его против света или отбрасывать на него свет лампы с помощью зеркала.

Маленькое отверстие увеличивает потому, что у его краев лучи тоже преломляются, как в линзе. Но ты можешь вставить в это отверстие линзу, и тогда его увеличительное действие намного усилится. Как это сделать? Возьми на кончик булавки капельку чистой воды или вазелинового масла и «посади» ее в отверстие. Конечно,



пластинку нужно держать горизонтально, чтобы наша жидкая «линза» не утекла и не потеряла своей круглой формы. Если капелька мала, добавь еще жидкости. Так ты можешь подобрать «линзу» с большим увеличением.

Только пользоваться ею будет очень неудобно. Пластинку нужно держать неподвижно и горизонтально, а голову — очень близко к ней и тоже совершенно неподвижно. Поработай немножко с этим «микроскопом», и ты поймешь, какое терпение было у Левенгука!

Левенгук пользовался одной линзой. Но уже в его время существовали микроскопы с двумя стеклами. В них изображение, которое давала первая линза, рассматривали не прямо глазом, а через вторую линзу. И эту вторую линзу брали послабее, чтобы было удобнее пристраиваться к ней глазом. Так не только легче было смотреть, но даже еще раз получалось увеличение!

Правда, в те далекие времена микроскопы с двумя линзами были еще очень несовершенны. Они увеличивали всего в несколько десятков раз и давали плохое, нерезкое изображение. Левенгук из своей одной линзы «выжимал» гораздо больше. Но постепенно двухлинзовые микроскопы удалось усовершенствовать, и они далеко превзошли то, что давала линза Левенгука. От них и пошли наши нынешние микроскопы, в которых уже не две линзы, а две группы стекол: одна, обращенная к объекту наблюдения (объектив), другая — к глазу (окуляр).

УВЕЛИЧИВАЕТ ЛИ УВЕЛИЧИТЕЛЬНОЕ СТЕКЛО!

Что за вопрос? Крошечное насекомое, маленький винтик, мелкое колесико от часов кажутся гораздо больше, если их рассматривать через лупу или хотя бы через увеличительное стекло от бабушкиных очков. Видны такие подробности, которых не рассмотришь невооруженным глазом.

Но оказывается, что действие лупы сильно зависит от расстояния. Смотри через лупу на какой-нибудь предмет, постепенно отодвигаясь от него. Вначале изображение увеличивается, затем начнет раздуваться, как мыльный пузырь, заполнит собой всю лупу и, наконец, расплывется и пропадет.

Продолжай отодвигаться. Изображение появится снова, но, для того чтобы его увидеть, нужно будет держать глаз подальше от лупы. Изображение будет увеличенное, но перевернутое. Отодвигайся еще дальше — и это перевернутое изображение будет становиться все меньше, меньше... Скоро оно станет равным предмету, а потом и вовсе уменьшенным. Значит, увеличительное стекло может увеличивать только вблизи. Удаленные предметы увеличительное стекло не увеличивает, не приближает, а словно бы удаляет!

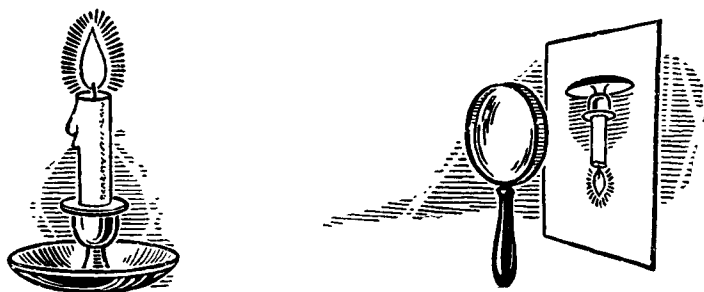
Как же быть, если мы хотим рассматривать в увеличенном виде удаленный предмет? Артиста на сцене, корабль в море, «каналы» на Марсе? Увеличительное стекло даст уменьшенное изображение таких предметов. Но зато предмет далеко, а его изображение получится здесь, близко. Значит, это изображение можно рассматривать через второе увеличительное стекло!

И теперь-то уже изображение можно будет увеличить. Если второе стекло сильнее первого, предмет как бы приблизится к нам! Так удалось создать зрительные трубы, и телескопы, и бинокли. Так увеличительное стекло позволило нам увидеть не только микробов, но и трещины на Луне, и кольца Сатурна, и невообразимо удаленные звезды и туманности!

ИЗОБРАЖЕНИЕ МОЖНО ПОЙМАТЬ!

Впрочем, поймать можно не всякое изображение. Вот, скажем, мнимое изображение, которое получается в зеркале, можно только увидеть глазом. Поймать его невозможно. В самом деле, возьми лист белой бумаги и постарайся расположиться с ним так, чтобы изображение, даваемое зеркалом, получилось на этом листе, как на экране. Можешь особенно не стараться. Все равно ничего не получится!

А вот линза дает возможность поймать изображение, получить его на листке бумаги, на экране, на фотографической пластинке. Вспомни хотя бы опыт с зажигательным стеклом. Ведь ослепительно яркое пятнышко, прожигающее бумагу, — это пойманное изображение Солнца! Конечно, оно уменьшенное: ведь Солнце очень



далеко от нас, а линза только одна. Но оно уже не мнимое, а вполне действительное. Бумага вспыхивает!

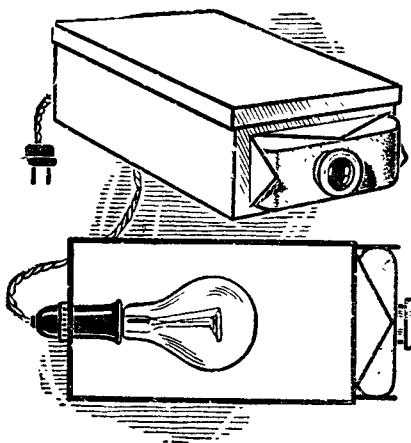
С помощью линзы можно получить и другие действительные изображения. Можешь, например, получить на листе бумаги или на белой стене изображение окна твоей комнаты и улицы за ним. Этот опыт лучше всего получается под вечер, когда на улице еще светло, но в комнате уже сгущаются сумерки.

В темной комнате легко получить действительное изображение свечи. На расстоянии 1 м от горящей свечи держи лупу, а в нескольких сантиметрах позади нее — лист белой бумаги. Немного подвигав лупу вперед-назад, ты скоро получишь на бумаге резкое изображение свечи. Оно будет перевернутое и уменьшенное. Совсем как изображение окна в предыдущем опыте!

Можно получить и увеличенное действительное изображение свечи. Для этого лупу нужно приблизить к свече. Увеличенное изображение тоже будет перевернутым. Действительные изображения ты видел не раз и очень их любишь. Это изображения на экране кино. Ведь объектив кинопроекторного аппарата — это несколько оптических стекол, с помощью которых маленькая картинка на пленке отбрасывается в увеличенном виде на экран!

ВОЛШЕБНЫЙ ФОНАРЬ

Так по старинке иногда еще называют проекционный аппарат. Волшебный фонарь ты можешь легко смастерить сам из обыкновенного фильмоскопа и коробки от



ботинок. Одну из торцовых стенок коробки разрежь косым крестом, отогни уголки и вставь между ними фильмоскоп. В противоположной стенке вырежь круглое отверстие, вставь в него основание подвешеного патрона для электрической лампы, а «юбку» патрона наверни изнутри коробки. Патрон заряди шнуром с вилкой на конце.

Вверни в патрон лампочку мощностью не более 40 ватт, а в фильмо-

скоп заряди диафильм. Отрегулировав выдвигание объектива, ты сможешь получить на стене затемненной комнаты увеличенное изображение диафильма.

Так что же здесь волшебного? Вот, скажем, волшебная лампа Аладдина, та действительно оправдывала свое название. Стоило ее потерять — и тут же являлся огромный джинн, готовый построить дворец или разрушить город. А волшебный фонарь сколько ни три, ничего не появится, кроме волдырей на ладони.

И все-таки свое название волшебный фонарь получил неспроста. С его помощью устраивали такие «чудеса», что бедный джинн из арабской сказки позеленел бы от зависти. В храмах Древнего Египта и Эллады появлялись на стенах изображения богов. Источником света для проекции жрецам древности служило солнце.

Лет триста — четыреста назад католические монахи усовершенствовали это изобретение и приладили к нему масляную лампу, вроде керосиновой, только более тусклую. С ее помощью удавалось получать на стенах затемненных церквей очень слабые, туманные изображения. Но и этого было вполне достаточно. Верующие со страху буквально на карачках ползали. А ученые монахи, описывая в своих книгах устройство волшебного фонаря, нарочно выражались неясно, чтобы простые люди не поняли секрет этого «чуда».

Сейчас, конечно, ничего волшебного в волшебном фонаре не осталось. Этим нехитрым аппаратом даже первоклассника не обманешь. И все-таки старый волшебный фонарь помог создать одно настоящее чудо. Ведь он дедушка кинематографа. В кинопроекторе мы видим те же основные части: позади — яркий фонарь, впереди — объектив, а между ними — прозрачная картинка на киноплентке.

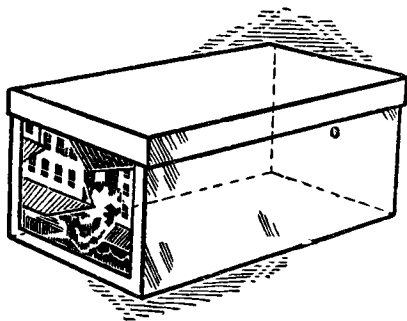
Сегодня волшебный фонарь советского кинематографа несет свет науки, свет новых идей в самые отдаленные и глухие уголки страны.

ФОТОАППАРАТ С ДЫРКОЙ

Одной из основных частей нашего волшебного фонаря была коробка от ботинок. Из такой же коробки можно сделать и фотоаппарат. Правда, снимать он не сможет, но «прицеливаться» будет превосходно.

Самая дорогая часть фотоаппарата — это объектив, сложная комбинация линз. Но мы обойдемся вовсе без объектива. Его заменит маленькая дырочка, просверленная посередине одной из торцовых стенок ящика. Той самой, на которой указан размер, фасон и сорт обуви. А противоположную стенку вырежь. Оставь только узкий кантик, чтобы приклеить к нему промасленную бумагу или чертежную кальку (тоже промасленную). Лучше сначала приклеить, а потом уже промасливать. Ведь к маслу клей не пристанет. А масло лучше взять машинное.

Поставь свой «фотоаппарат» на стол и наведи его дырочкой на окно. На промасленной бумаге получится четкое перевернутое изображение окна и всего, что за ним находится. Правда, свет в комнате «забывает» это изображение. Поэтому рассматривай его, накрывшись темной материей.



«Аппарат» можно и на улицу выносить, только не забудь темную материю взять с собой.

Изображение получается действительное. Если вместо промасленной бумаги поставить фотографическую пластинку, можно фотографировать. Интересно, что первый фотоаппарат был очень похож на нашу коробку от ботинок! Объектив, затвор, видоискатель — все это появилось позже. А вначале был только ящик с отверстием и с матовым стеклом для наводки, на место которого потом ставили пластинку.

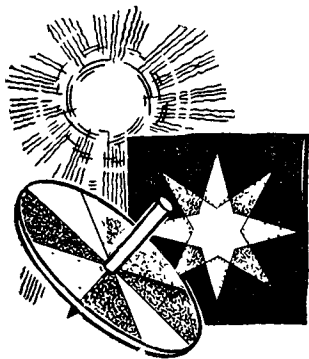
Глава двадцать первая. ЛУЧИ С СЮРПРИЗАМИ

СТРАННАЯ ЗАДАЧА

Что бы ты сказал, если бы в задачнике по арифметике тебе попала такая задача:

«Ученик купил лист синей бумаги и перемешал его с листом желтой бумаги. Какого цвета получилась смесь?»

Наверное, ты бы подумал, что автор задачника шутит. Как можно перемешать синюю бумагу с желтой? Но на самом деле это все-таки возможно. И хотя в задачнике по арифметике такой задачи нет, мы с тобой сейчас ее решим. Сделай волчок, такой, как на нашей картинке. Ножка волчка — из спички, кружок — из белого картона. Нет белого, возьми любой, только придется сверху наклеить белую бумагу. Раздели кружок на четыре части. Каждая такая часть называется сектором. Красками или цветными карандашами окрась два сектора в синий цвет, а другие два — в желтый. Это у тебя будет синяя и желтая бумага из задачи.



Чтобы смешать синюю бумагу с желтой, запусти волчок. Синий и желтый цвета перемешаются и сольются у тебя в глазах. Какой цвет

получился? Зеленый! Вот мы и решили эту странную задачу, и ответ получился тоже немного странный. Но нет, все верно! Сколько ни пускай твой волчок, всегда он будет при вращении казаться зеленым. Ну, а если перемешать красную бумагу с желтой? Красную с синей? Сделай такие волчки и проверь, что получается при их вращении.

Но самый интересный волчок получится, если смешать все семь цветов радуги. Для этого раздели кружок волчка на восемь частей и семь из них окрась в основные цвета радуги: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. Восьмой сектор пока оставь белым.

Запусти волчок. Ты увидишь, что он стал почти белым! Чтобы точнее подогнать цвет волчка к белому, воспользуйся запасным, восьмым сектором. Он служит для настройки. Если, скажем, волчок при вращении кажется розоватым, слегка покрась настроечный сектор в зеленый цвет. Пробуя и постепенно усиливая окраску, ты можешь получить почти чистый белый цвет.

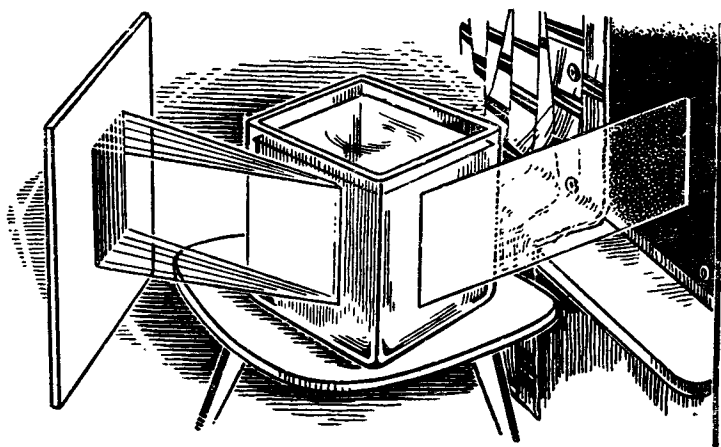
Если волчок кажется зеленоватым, крась настроечный сектор в розовый цвет, если голубоватым,— в оранжевый, если желтым,— в сиреневый.

Между прочим, пользуясь таким же настроечным сектором, ты сможешь получать белый цвет и не из всех цветов радуги, а только из пар так называемых дополнительных цветов: голубой + оранжевый, зеленый + красный, фиолетовый + желтый. Тут с настройкой придется повозиться подольше, зато как интересно будет, когда белый волчок, перестав крутиться, окажется желто-фиолетовым или оранжево-голубым!

АКВАРИУМ ВО МРАКЕ

Если у тебя есть аквариум, ты не раз любовался его молчаливыми обитателями. Но тебе, конечно, не приходило при этом в голову закрыть окно листом картона. А между тем самое интересное зрелище аквариум дает именно в хорошо затемненной комнате!

Подобрать картонку во все окно трудно. Да это и не нужно. Возьми такой кусок картона, какой сможешь до-



стать, а остальное завесь одеялом. В картоне прорежь щель шириной 2 см и высотой 10 см и приколи его кнопками к раме окна. Лучи солнца пройдут через щель широкой лентой. На их пути установи аквариум так, как показано на рисунке. Лучи должны пройти через две стенки аквариума, сходящиеся под углом. На том месте, куда они упадут, поставь лист белой бумаги. На этой бумаге ты получишь чудесную цветную ленту! Порядок цветов в ней будет точно такой, как в радуге: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый.

Этот опыт лучше всего получается, когда солнце стоит невысоко. Для него удобны окна, выходящие на восток или на запад. В окно, выходящее на юг, лучи солнца будут падать слишком отвесно. Придется пристроить за окном зеркало так, чтобы оно отражало лучи солнца в горизонтальном направлении.

Если аквариума у тебя нет, не горюй. Прекрасную радугу можно получить с помощью миски с водой. Только в этом случае понадобится еще зеркало шириной 12 см и высотой 20 см.

Луч солнца пройдет сквозь щель в листе картона, которым закрыто окно, и попадет в миску. Там он

нырнет в воду, отразится от зеркала, снова выйдет на поверхность и попадет на лист бумаги, приколотый ниже щели. Получится радуга с красным цветом наверху и голубым внизу!

ЗНАЧИТ, ОН ВОВСЕ НЕ БЕЛЫЙ!

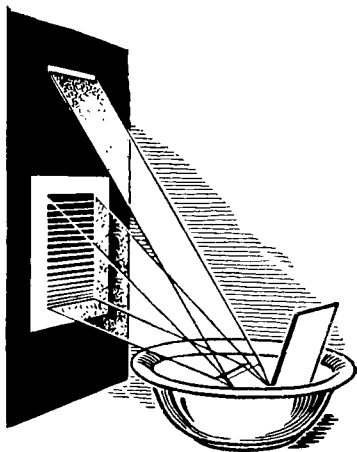
В «Странной задаче» ты получил белый цвет сложением разноцветных секторов. В «Аквариуме во мраке» из белого цвета получились все цвета радуги. Но раз все это так, то белый цвет вовсе и не белый? Или, вернее, он не простой, а составной? Может быть, поэтому и получается радуга в пелене дождя и в брызгах фонтана, радужные разводы в пленке керосина или бензина на поверхности лужи?

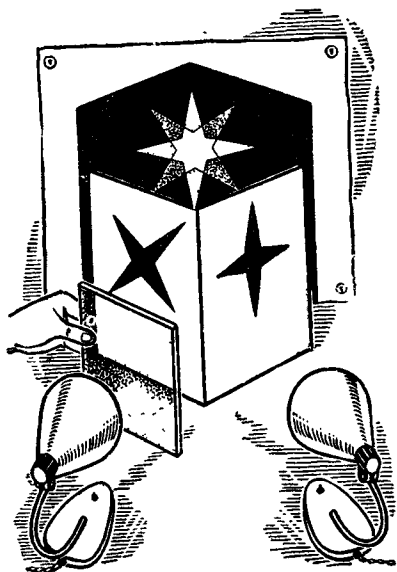
Да, это так. Солнце посылает нам свет, в котором смешаны все лучи: и красные, и зеленые, и фиолетовые. Этот свет нам кажется белым. Но посмотри: вот он упал на лист бумаги и на лист дерева. Почему же один лист оказался белым, а другой зеленым? Потому, что бумага отражает все лучи, и к нам в глаз попадает все та же смесь всех красок. А зелень растений лучше всего отражает зеленые лучи. Остальные поглощаются. Если тебе попадется красное стекло, хотя бы от фотографического фонаря или от автомобильного стоп-сигнала, посмотри сквозь него на траву и деревья. Они кажутся очень темными, почти черными!

Значит, действительно от них отражается очень мало красных лучей!

А цветные стекла, почему они кажутся цветными? Потому, что из всей пестрой солнечной смеси «выбирают», пропускают не все лучи. Если у тебя есть пластинки цветного стекла размером хотя бы 6×6 см, можешь сделать забавный опыт с пестрыми звездами.

Возьми лист картона, слегка надрежь его и согни уг-





лом. На каждой створке начерти круг радиусом 3 см так, чтобы при складывании листа пополам центры кругов совпали. В каждом круге начерти по четырехконечной звезде. Только у одной звезды должны быть два луча вертикальных и два горизонтальных, а у другой все лучи должны быть повернуты на 45° . Это хорошо видно на нашем рисунке.

Тщательно вырежь звезды по контуру и поставь картон на стол между экраном — листом белой бумаги — и двумя

настольными лампами. Эти свечи или лампы должны быть непременно одной высоты.

Угол между створками картона отрегулируй так, чтобы светлые звезды на экране легли одна на другую и получилась одна восьмиконечная звезда. А теперь заслони одну из ламп цветным стеклом. Если уж никакого цветного стекла не найдешь, можешь взять простое и смазать его вазелином, слегка подкрашенным цветными чернилами.

Смотри, звезда на экране стала трехцветной! Середина белая, одни лучи окрасились в цвет стекла, а другие — в дополнительный к нему! Если, скажем, стекло красное, зубцы будут красные и зеленые, если голубое — голубые и оранжевые, если фиолетовое — сиреневые и желтые!

ТУМАННЫЕ ОРЕОЛЫ

Знаешь ли ты, что такое лycopодий? Это споры папоротника, очень мелкий порошок, который можно иногда купить в аптеке. С его помощью мы сделаем очень красивый опыт,

Небольшой обрезок оконного стекла или «смытую» фотографическую пластинку смажь тонким слоем вазелина. Прижми стекло жирной стороной к лycopодию, рассыпанному ровным слоем на газете. Подняв стекло, стряхни излишек лycopодия легким щелчком по ребру. Должен остаться очень тонкий, полупрозрачный слой.

Теперь, приблизив стекло к глазу, посмотри сквозь него на горящую свечу. Ты увидишь вокруг пламени туманные ореолы. Один... Два... Целых три! И каждый окрашен, словно радуга: снаружи красный, потом оранжевый, желтый, зеленый и внутри синий! Отойди подальше от свечи — ореолы расплывутся шире. Такие ореолы удается увидеть вокруг уличных фонарей во время тумана. Лycopодий тоже сделал наше стекло туманным.

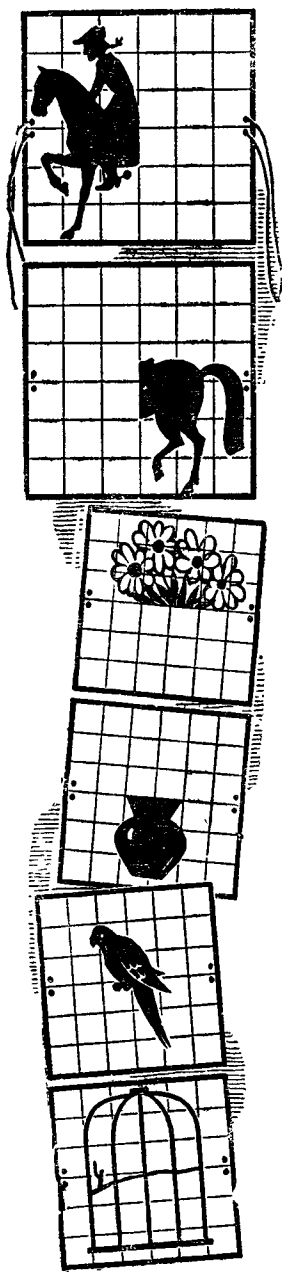
Если достанешь лоскуток так называемого газа — очень тонкой, почти совершенно прозрачной ткани, — можешь сделать другой опыт с ореолами. Приклей лоскуток к картонной рамке и посмотри сквозь него на пламя свечи. Рамку нужно держать в вытянутой руке. Пламя покажется тебе светящимся крестом с радужной бахромой по концам.

БАРОН МЮНХАУЗЕН ВЕРТИТСЯ

Ты, конечно, читал про удивительные приключения барона Мюнхаузена. Чего только не случалось с этим знаменитым вралем! Но барон всегда находил выход из положения

Однажды он ворвался во вражескую крепость, но его конь был разрезан пополам опустившимися воротами. Заметив потерю, барон поспешил на поиски задней половины своего скакуна. Оказалось, что она мирно паслась на лужайке. Находчивый барон и тут не растерялся. Он мигом сшил обе половинки и поскакал дальше на совершенно целом коне!

Разумеется, это сказка, как и все истории барона Мюнхаузена. Но шить коня все-таки можно, хотя и не на самом деле, а на картинке. Для этого мы с тобой сейчас сделаем игрушку. У нее очень ученое название: тауматроп. Но сама игрушка совсем простая. У тауматропа всего три части: картонка и две веревочки. Только та-



уматроп с легкой картонкой работает плохо. Картонка должна быть как можно толще, тяжелее. Можно даже взять фанерку и оклеить ее с обеих сторон белой бумагой.

Сделать хороший рисунок барона на коне нелегко. Да и отверстия для веревочки нужно проколоть очень точно. Поэтому расчерти обе стороны картонки клеточками. Сначала начерти их на одной стороне, а потом, продолжив концы линий через края, проведи и на другой. Тогда клеточки с обеих сторон будут совпадать. В отмеченных местах, проколи отверстия, продень в них веревочки и завяжи. Растянув веревочки, покрути их между пальцами взад-вперед. Тауматроп должен хорошо вертеться. Теперь аккуратно перенеси по клеточкам рисунок передней половины коня с бароном, а на другую сторону — рисунок задней половины коня. Сначала нужно только наметить рисунки карандашом и проверить, правильно ли «срастается» конь при вращении картонки. И только хорошо подогнав рисунки, густо зачерни их. Снова закрути тауматроп. Разрезанный конь барона срастается на глазах!

Почему так получается? Наш глаз удерживает впечатление виденного. Голова коня исчезла, но ты продолжаешь «видеть» ее еще одну десятую

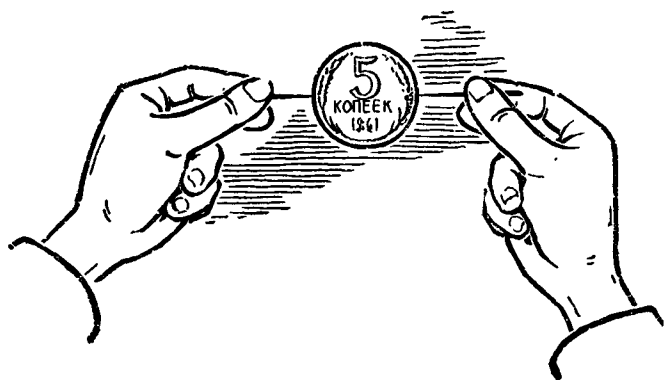
часть секунды. За это время тауматроп успеет несколько раз показать тебе то хвост коня, то снова голову. Поэтому тебе и кажется, что ты видишь всего коня сразу. Это же свойство глаза использовано в кино и в телевидении. Там тоже показывают каждую секунду больше двадцати неподвижных картинок. Они сливаются в глазу, и мы видим как бы одно движущееся изображение.

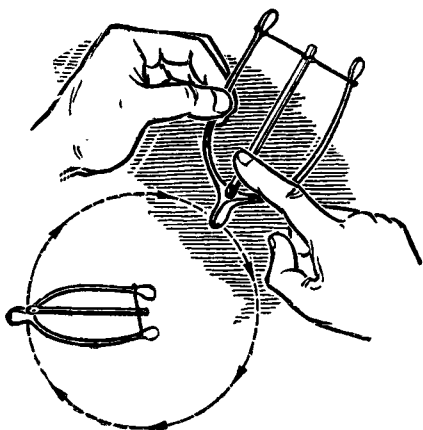
С помощью тауматропа можно не только «сшить» коня. Можно посадить птичку в клетку, поставить в вазу букет цветов. Постарайся сам придумать еще какие-нибудь картинки для тауматропов и проверь, хорошо ли они получаются.

ГЛАЗ НЕ УСПЕВАЕТ

В опыте с тауматропом обнаружилось несовершенство человеческого глаза. Он не успевает заметить, как одна картинка тауматропа сменяется другой. На этом же несовершенстве глаза основаны еще два забавных опыта: с вертящейся монетой и с утиной или куриной «вилкой».

Положи на стол пятак. Подхвати его с двух сторон остриями иголок и подними. Дунь на верхнюю часть монеты, она начнет очень быстро вращаться между иглами, как на оси. Можно раскрутить монету до такой





скорости, что она будет казаться шаром, только немного не сплошным, просвечивающим.

Вилкой называют в быту забавную косточку в верхней части груди птиц. Она представляет собой две ключицы, сросшиеся концами. Когда будешь есть курицу или утку, сохрани эту косточку, хорошо ее очисти от остатков мяса и хря-

щей и используй для опыта. Несколько раз оберни «ножки» вилки крепкой ниткой и концы нитки свяжи. Получилось растянутое нитяное кольцо. Вставь в него спичку до половины и закрути точно так, как закручивают веревку, чтобы натянуть полотно лучковой пилы. При этом упругие концы вилки сблизятся.

Теперь подтяни спичку на одну сторону так, чтобы только конец ее остался в нитяной петле, а другой конец лег на середину вилки. Прижми его к этой середине пальцем свободной руки. А ну-ка, отними палец. Щелк! Нитка мгновенно раскрутится, спичка опишет круг и стукнет концом по другой стороне косточки. Собственно, ты этого и ожидал. Но вот что удивительно: кажется, будто произошло совсем другое. Повторяй опыт хоть сто раз, тебе всегда будет казаться, что конец спички не обошел кругом, а прорезал кость, пройдя сквозь середину вилки!

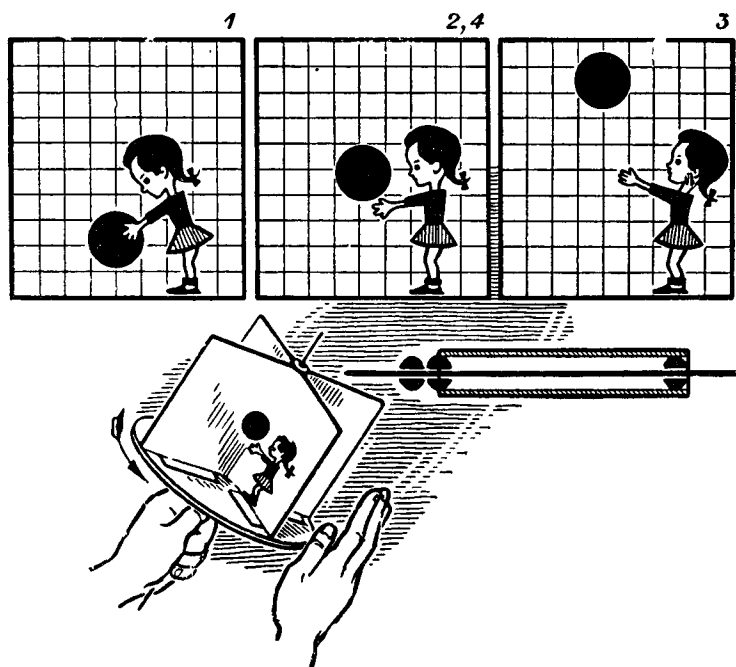
Ведь рывок спички по круговому пути настолько стремителен, что глаз совершенно не успевает его заметить.

ЕЩЕ ОДИН ПРЕДОК КИНЕМАТОГРАФА

Тауматроп — один из «предков» кинематографа. А вот и более близкий предок: стробоскоп. В нем тоже происходит очень быстрая подмена картинок. Только в стробоскопе картинок больше, и они изображают разные моменты движения,

Вот, например, четыре изображения девочки, подбрасывающей мяч. Момент первый — мяч внизу, в руках у девочки. Момент второй — мяч на половине дороги вверх. Момент третий — мяч в верхней точке. Момент четвертый — мяч снова на половине дороги. Правда, уже не вверх, а вниз, но картинка все равно будет точно такая же, как и вторая. Переведи эти картинки по клеткам на четыре одинаковых листка чертежной бумаги. При этом увеличь их вдвое, то есть клетки сделай не по 5, а по 10 мм.

Прежде чем склеивать, подбери для стробоскопа ось (вязальную спицу) и подшипники — две стеклянные или фарфоровые бусины, которые должны надеваться на эту спицу совершенно свободно. Пусть даже болтаются на ней немножко! Теперь сверни из бумаги трубочку, равную по высоте картинкам стробоскопа, и склей ее, вложив внутрь (тоже с клеем), обе бусины. Во время склеива-



ния в бусины должна быть продета спица, иначе отверстия могут встать косо! Нижняя бусина должна выглядывать из трубочки до половины, верхняя может быть утоплена внутрь.

Согни картинку с девочкой пополам, только без резкого перегиба (на круглом карандаше), и склей их крестом, «спина к спине». Нижние кромки не склеивай, а внутрь вдвинь трубочку, да не медли с этим, пока клей не засох. Из картона вырежь круг диаметром 10 см. В середине — отверстие, чтобы трубочка проходила. Посади крестовину с картинками на круг и приклей кромки картинок. Нижняя бусина должна выглядывать.

Ну, а теперь надень на спицу еще одну бусину, под нижней, и возьми спицу в левую руку, а правой погоняй картонный круг. Карусель с картинками завертится — быстрее, быстрее! И мячик в руках у девочки запрыгает: вверх — вниз, вверх — вниз!

Можешь сделать для стробоскопа и другие картинки. Скажем, собаку, проскакивающую сквозь обруч, или человечка, поднимающего и опускающего руки, или чертика, выскакивающего из коробочки.

Вот какой занятный был предок у кинематографа!

Глава двадцать вторая. ЛОВИМ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

ГДЕ ЖИВЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО!

Ты, конечно, знаешь, где оно живет: в проводах, подвешенных на высоких мачтах, в комнатной электропроводке и еще в батарейке карманного фонаря. Но все это электричество домашнее, ручное. Человек его изловил и заставил работать. Оно потрескивает в никелированном теле электроутюга. Сияет в лампочке. Гудит в электродвигателях. Весело распевает в радиоприемниках. Да мало ли что еще может делать электричество.

Ну, а есть ли на свете электричество дикое, неприрученное? Такое, которое живет само по себе?

Да, есть. Оно вспыхивает ослепительным зигзагом в грозовых тучах. Оно светится на мачтах кораблей в душные тропические ночи. Но оно есть не только в об-

лаках, и не только под тропиками. Тихое, незаметное, оно живет всюду. Даже у тебя в комнате. Ты часто держишь его в руках и сам об этом не знаешь. Но его можно обнаружить.

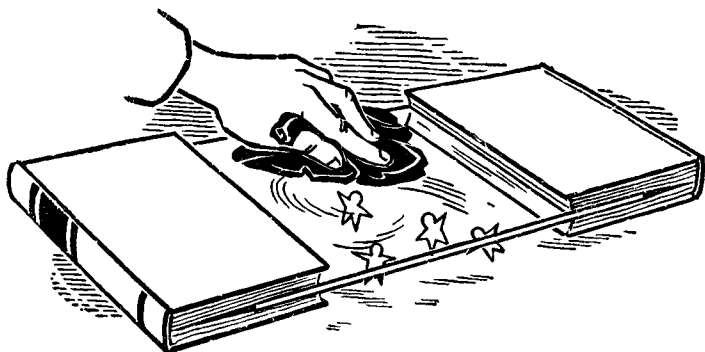
Зимой, в хорошо натопленной комнате возьми пластмассовый гребень и несколько раз проведи им по волосам. Ты услышишь слабое потрескивание. Волосы встанут дыбом. Особенно хорошо это заметно, если ты только вчера мыл голову. Причесываясь в темноте, можно даже увидеть крошечные электрические искорки. Электричество у тебя в волосах!



Оторви несколько маленьких клочков папиросной бумаги и поднеси к ним гребень. Клочки лежат спокойно. Но проведи гребнем по волосам — и бумажки станут к нему притягиваться. Что изменилось? Только одно: гребень наэлектризовался. Значит, притяжение вызвано электричеством. Бумажки зашевелиятся, запрыгают, словно живые. Еще сильнее будет их «беспокойство», если провести гребнем не по волосам, а потереть его о просушенную у печки шерстяную ткань или фланель. Гребень притягивает также сухую мякину, легкие шарики из сердцевины бузины. Вместо гребня можешь потереть о фланель или шерстяную ткань палочку сургуча, а еще лучше кусок плексигласа (прозрачной пластмассы, которую называют также органическим стеклом, или сокращенно оргстеклом).

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТЕАТР

Можешь устроить театр, в котором будут плясать наэлектризованные бумажные танцоры. Только гребень для этого театра слишком слаб. Возьми кусок оконного стекла длиной 40 см и шириной 25 см. Хорошенько просуши это стекло у печки или батареи отопления. Оно должно быть совершенно сухим. Просушенное стекло положи



между страницами двух толстых книг. Пусть лежит над столом на высоте примерно 3 см.

Из тонкой папиросной бумаги вырежь фигурки танцоров высотой 1,5—2,0 см. В ногу каждого танцора воткни булавку, чтобы он не «взлетел» и не приклеился к стеклу. Положи эти фигурки на стол под стекло.

Для того чтобы наэлектризовать стекло, натирай его покрепче шерстяной или лучше шелковой тряпкой. Она должна быть тоже совершенно сухая. Вскоре фигурки, притянутые электричеством, начнут привставать и подпрыгивать.

Если опыт не удастся сразу, просуши еще раз стекло и тряпку. Всякий даже малейший след сырости — враг этого опыта.

Зато с органическим стеклом опыт получится замечательно. Лист плексигласа прекрасно электризуется, если потереть его комком бумаги или даже просто сухой ладонью. Он притягивает танцоров так сильно, что можно делать их не из папиросной бумаги, а из обычной. Можно вырезать фигурки разных цветов, разных видов. Одновременно бойко запляшут клоуны и лягушки, изящные балерины и слоны!

Кстати, «электрический танцевальный зал» можешь использовать и для другого забавного опыта. Сделай из бузиновой мякоти или из пенопласта игральные кубики и

положи их под стекло вместо танцоров. Три стекло — кубики будут прыгать, поворачиваться и показывать каждый раз другое число очков!

«ОГНИ СВЯТОГО ЭЛЬМА»

Не может быть, чтобы ты не читал об этом интересном явлении природы. Иногда в тропическую ночь на мачтах и реях кораблей появляются кисточки холодного пламени. Эти огни известны очень давно. Их видели Колумб и Магеллан, о них писал даже Юлий Цезарь, который однажды видел такое свечение на копьях своих солдат во время ночного похода через горы.

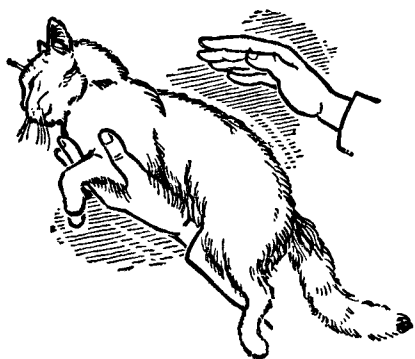
Ты тоже можешь получить подобие этих огней. Погаси в комнате свет, хорошенько натри сухой тряпкой лист оргстекла и приблизь к нему полураскрытые ножницы остриями вперед. До листа будет еще довольно далеко, а на остриях ножниц уже появятся дрожащие пучки нитей, светящиеся лиловатым пламенем. Прислушавшись, ты можешь услышать легкое шипение или жужжание.

«Огни святого Эльма» холодные. Если вместо ножниц поднести к листу оргстекла спичку, огонь будет плясать прямо на ее головке, но головка не вспыхнет.

Ну, а при чем здесь святой Эльм? В старые времена люди были очень суеверны. Все непонятные явления они объясняли вмешательством святых либо кознями дьявола. Огням «повезло»: их считали хорошей приметой. Они часто появлялись на шпиле церкви святого Эльма в одном из городов Франции. А на самом деле эти огни получаются примерно так же, как в нашем опыте. Только вместо натертого листа оргстекла над кораблем или над церковью проходит наэлектризованное облако.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОТ

Ты, наверное, слышал, что существуют на свете электрический угорь и электрический скат. Охотясь, они поражают свои жертвы электрическим разрядом. Ну, а электрический кот? Где водится это загадочное животное?



Оказывается, «электротехнические способности» есть у каждого самого обычного кота. Но не каждый годится для опытов. Кот нужен смирный, добродушный и чистый. Кот-неряха не подойдет: его шерсть плохо электризуется. Кстати сказать, и юные физики тоже не все годятся для этих опытов. Если ты не любишь кошек и кошки не любят тебя, кот не станет смиренно сидеть у тебя на руках.

В сухой морозный день дай коту погреться у печки или батареи отопления, чтобы его шубка стала вполне сухой. Вымой руки, вытри их досуха и возьми кота левой рукой под грудку, как показано на рисунке. Правой рукой быстро гладь кота «по шерсти»: от головы к хвосту. Скоро ты почувствуешь в руках легкое покалывание и услышишь тихий треск. Если делать этот опыт в темноте, то, когда глаза привыкнут, ты увидишь, как шерсть кота вспыхивает маленькими искорками. Кота этот опыт не особенно беспокоит. Но все же его терпение может лопнуть в самый ответственный момент. И тогда вместо электрических искр в твою руку вонзятся острые когти!

Знаменитый американский изобретатель Эдисон, тот самый, что изобрел фонограф, сделал много важных изобретений и в области электротехники. Он изобрел лампочку накаливания, патрон к ней, выключатель и создал первую систему электрического освещения. Так вот, еще мальчишкой Томми Эдисон делал опыты с электричеством, добытым из кошки. Можно сказать, что это симпатичное животное мурлыкало у колыбели электротехники!

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ПРИТЯГИВАЕТ

Конечно, притягивает. Иначе не стали бы танцевать бумажные танцоры в нашем театре. Можешь сделать еще несколько опытов с электрическим притяжением.

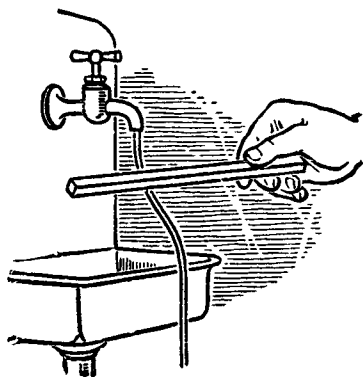
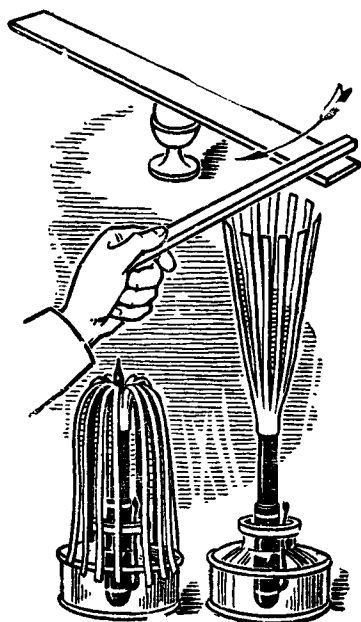
Источник электричества для этих опытов — палочка из сургуча, эбонита, а лучше всего из плексигласа, натертая сухой шерстяной тряпкой. Кстати сказать, из прозрачного плексигласа (белого или окрашенного в массу) часто делают линейки, угольники, портсигары, ручки (не самопишущие, а простые), даже чернильные приборы. Все эти вещи хорошо подходят для наших опытов.

Опыт первый. Поставь яйцо в рюмку и уравнишь на нем линейку. Подноси к концу линейки натертую палочку. Линейка будет поворачиваться за палочкой, словно стрелка компаса!

Опыт второй. Уравновесь на спинке стула трость или просто палку, только сухую и достаточно длинную, чтобы не сваливалась. Поднеси к ее концу все ту же натертую палочку — и трость повернется!

Опыт третий. Листок папиросной бумаги нарежь полосками, только не до конца, а как гребенку и оберни целой стороной вокруг авто ручки. Получится как бы кисточка. Вставь ручку другим концом в какую-нибудь подставку — кисточка обвиснет. Поднеси натертую палочку — полоски папиросной бумаги зашевелиются и потянутся к ней.

Опыт четвертый. Пусти из крана тоненькую струйку воды. Поднеси к ней наэлектризованную палочку.



Струйка отклонится в сторону палочки! Это будет тем заметнее, чем дальше от тела ты держишь палочку. С хорошим куском оргстекла можно даже заставить воду течь мимо раковины!

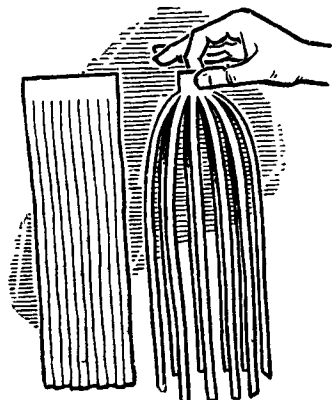
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СПРУТ

Как видишь, наш электрический зверинец продолжает пополняться. Но я не предлагаю тебе ловить живого спрута и пытаться наэлектризовать его при помощи трения. Спрут будет искусственный, из газеты. Отрежь от края газетного листа полосу шириной 8 см и нарежь из нее восемь «щупалец». Только не до конца режь, иначе получится не спрут, а лапша!

Настоящий спрут без воды гибнет. А наш бумажный спрут совершенно не терпит даже малейшей сырости. Хорошенько просуши его: зимой у печки, а летом на солнце. Разложи расправленного сухого спрута на сухом столе и наэлектризуй его, проводя платяной щеткой по ходу щупалец. Разумеется, и щетка должна быть совершенно сухой.

Наэлектризованного спрута подними левой рукой, свернув неразрезанную сторону листа в колечко. Щупальца будут висеть книзу... Пстой-ка, что это с ними? Смотри, они растопырились колоколом, словно готовясь захватить добычу!

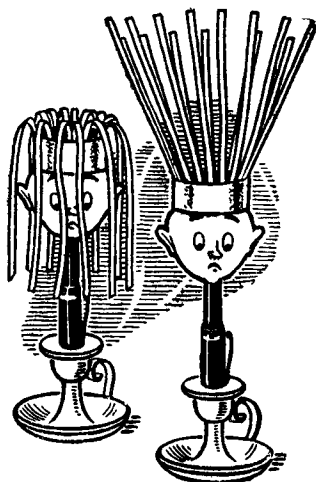
А ну-ка, смелее! Засунь правую руку снизу внутрь этого колокола! Конечно же, щупальца спрута немедленно ее схватят, облепят. Хорошо еще, что у бумажного чудища нет присосок!



Этот веселый опыт заставляет кое о чем задуматься. Наэлектризованные щупальца схватили руку? Правильно, они к ней притянулись: ведь электричество притягивает. Но вот почему они с самого начала колоколом растопырились? Они же ведь должны бы были один к другому притянуться, слипнуться?

ЭЛЕКТРОТРУСИШКА

В магазине электротоваров тебе предложат электроутюг, электрочайник, электрополотер. Электротрусишку придется изготовить самому. Вылепи из пластилина голову с самой испуганной рожицей, какую только сумеешь, и насади эту голову на авторучку (разумеется, закрытую). Ручку укрепи в какой-нибудь подставке. Из станиолевой обертки от плавяного сырка, чая, шоколада сделай трусишке шапочку и приклей ее к пластилиновой голове. «Волосы» нарежь из папиросной бумаги полосками по 2—3 мм шириной и сантиметров по 10 длиной и приклей к шапочке. Эти бумажные космы будут свисать в беспорядке.

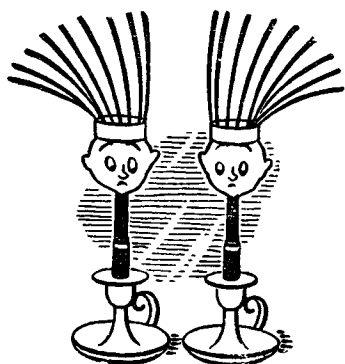
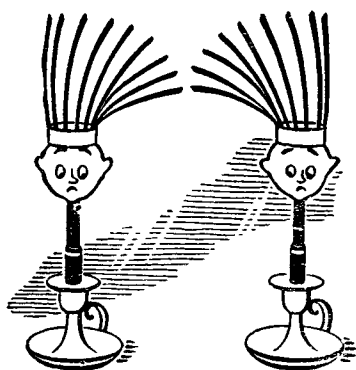


А теперь хорошенько наэлектризуй палочку и поднеси ее к трусишке. Он страшно боится электричества: волосы на голове у него зашевелились. Коснись палочкой станиолевой шапочки. Даже проведи боком палочки по свободному участку станиоля. Ужас электротрусишки дойдет до предела: волосы его поднимутся дыбом!

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ОТТАЛКИВАЕТ

Опыты со спрутом и трусишкой показали, что электричество может не только притягивать. Иногда оно отталкивает. Отталкиваются одно от другого шупальца спрута. И волосы трусишки встали дыбом потому, что они тоже отталкиваются.

Почему же электричество ведет себя так странно, так непоследовательно? Оказалось, что существует не один, а два вида электричества. Один вид тот, с которым мы делали большинство наших опытов. Он получается, если потереть шерстью пластмассу, эбонит, сургуч. А есть и



другой вид электричества. Чтобы его получить, надо натереть шелковой тканью стеклянную палочку или пластинку. Только из настоящего стекла, не из органического!

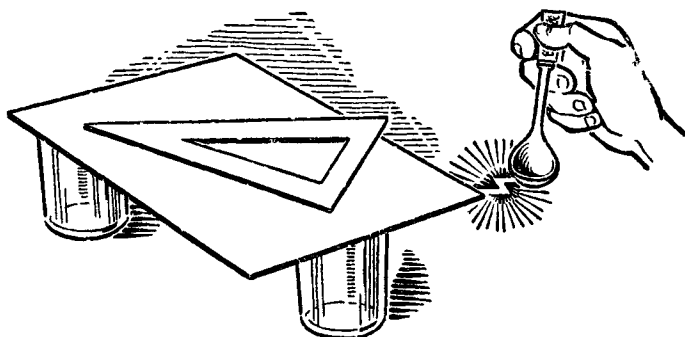
Этот опыт в домашних условиях получается плохо. Нужно, чтобы и стеклянная палочка и шелковая ткань были очень чистыми и очень сухими. Если ты этого добьешься, то увидишь, что «стеклянное» электричество (его называли положительным) действует так же, как отрицательное, с которым ты уже знаком. Оно притягивает клочки бумаги, поворачивает за собой линейку на яйце, поднимает дыбом волосы трусишки. Вспомни, что электротئاتр получается и с обычным стеклом, хоть и не так хорошо, как с органическим.

В чем же разница между положительным и отрицательным электричеством? Легче всего это понять, если сделать двух «электротрусишек». Поставь их на столе недалеко друг от друга и заряди одного, скажем, от сургучной палочки. Он «испугается», но волосы зашевелиются и у другого, которого ты не зарядил. Они будут тянуться к волосам первого трусишки.

Если ты еще раз потрешь палочку и зарядишь также и второго трусишку, он тоже «испугается». Сближай двух одинаково заряженных трусишек. Их волосы отталкиваются! Точно то же самое получается и со стеклянной палочкой. Но вот если одного трусишку зарядить от сургучной палочки, а другого — от стеклянной, их волосы будут притягиваться.

МОЛНИЯ НА СТОЛЕ

Три стакана хорошо просуши над огнем или возле печки и поставь их на стол. Сверху на них положи мегаллический поднос или просто лист металла, тоже хорошо просушенный. Кусок плексигласа побольше (угольник, линейку) наэлектризуй сухой тряпкой и положи на поднос. Возьми чайную ложку и потянись ею к краю подноса. Щелк! Что такое? Ложечка ведь и коснуться подноса еще не успела.



Погаси свет и, когда глаза привыкнут к темноте, повтори этот опыт. Теперь ты увидишь «молнию» — яркую, беловато-синюю искру в полспички длиной! Значит, треск, который ты слышишь, это «гром»? Так и есть. Во время грозы он обычно приходит с запозданием. Только если молния вспыхивает близко, над самой головой, гром гремит почти сразу. Дело в том, что свет от молнии распространяется очень быстро, почти мгновенно. А звук идет медленнее, примерно один километр за три секунды. Потому он и отстает. А в нашем опыте, конечно, свет и звук доходят оба в тот же миг.

Если протянуть к подносу не чайную ложечку, а просто руку, «молния» ударит в нее. Это безопасно, но чувствительно. Укол в палец заставит тебя отдернуть руку.

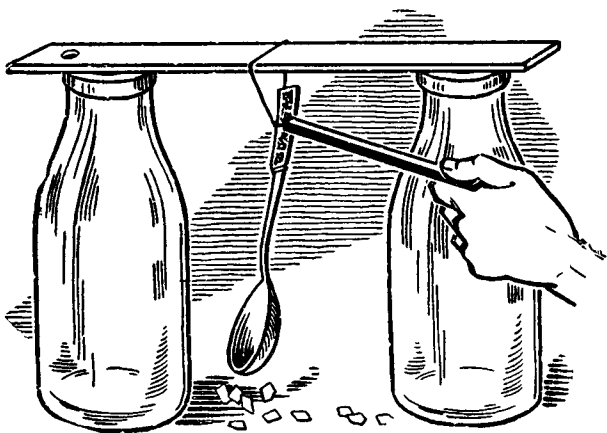
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЛОЖКА

Поставь на стол две чистые и сухие бутылки. Лучше молочные: у них горлышки пошире. А тебе ведь нужно будет положить на эти горлышки линейку. К линейке подвесь на шелковой ниточке авторучку так, чтобы ее нижний конец был на высоте 1 см от стола. Под ручкой положи на стол мелкие клочки бумаги.

Натри шерстью палочку из сургуча или оргстекла и коснись ею верхнего конца ручки. Смотри внимательно: что будет с бумажками? Нет, ничего не происходит. Они лежат спокойно. Видимо, опыт не удался? Но он и во второй раз не удастся, и в третий.

А вот если ты на место ручки подвесишь металлическую чайную ложечку, тогда другое дело. Бумажки придут в сильное беспокойство, как только ты коснешься ложки натертой палочкой. Гляди, гляди, как они запрыгали у нижнего конца! А ты ведь касался палочкой верхнего конца ложки.

Почему такая разница? Да потому, что ложка металлическая, а металлы хорошо проводят электричество. Заряд, попавший с палочки, распространился по всей ложке. А пластмассовая ручка электричества не проводит. Вот заряд и остался на ее верхнем конце, на нижний не попал. Теперь ты понимаешь, почему все прово-



да делают металлическими: медными, алюминиевыми, стальными? По металлу электрический ток идет хорошо. А чтобы он не ушел, куда не следует, провода одевают в оболочку из резины или из пластмассы. Эти материалы электричества не проводят.

ПЕРВАЯ БАТАРЕЯ

Есть у меня одна очень старая книга: учебник физики, изданный в Париже в 1799 году. Книга напечатана на старинной, «тряпичной» бумаге. Делать бумагу из древесины тогда еще не умели. И рисунки в ней раскрашены... кисточкой от руки! Печатать цветные картинки в тогдашних типографиях тоже еще не умели.

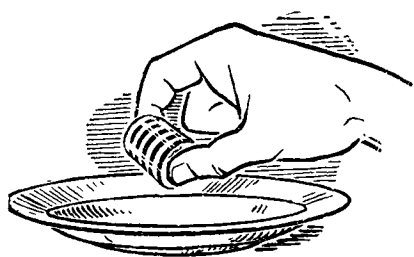
Книга попала ко мне от детского писателя Гершензона. Это он 30 лет назад перевел и обработал «Научные развлечения» Тома Тита — автора многих опытов, которые мы с тобой проделали. Где взял эту книгу Гершензон, я не знаю. И спросить уже не у кого. Когда началась Великая Отечественная война, Михаил Абрамович Гершензон вступил добровольцем в народное ополчение и погиб в боях с фашистами.

Так вот, в этой книге написано и про центр тяжести, и про воздух, и про воду, и про звук. Есть там рассуждения о зеркалах, о микроскопах, подзорных трубах и разноцветных волчках. А вот про электричество сказано примерно то, что мы с тобой узнали в этой главе. И ничего больше.

«Постойте, — скажешь ты, — а как же электрическое освещение? А электродвигатели, электровозы, электроплитки, электросварка?»

Сто семьдесят лет назад ничего этого еще не было. Ученые считали электричество таинственной жидкостью, невидимой и невесомой. Не было не то что радио или телевидения, не то что электродвигателей, не было даже простенькой батарейки для карманного фонаря!

Впрочем, первая электрическая батарея появилась именно в 1799 году. Поэтому в мой старинный учебник попасть она не успела. Ее изобрел итальянский физик Алессандро Вольта. Тот самый, в честь которого единицу напряжения электрического тока называли вольт. Бата-



□ МОНЕТА 20 КОП.

▨ МОНЕТА 3 КОП

— ПРОМОКАТЕЛЬНАЯ
БУМАГА

рея Вольта, или Вольтов столб, как тогда говорили, была составлена из медных и цинковых кружков. Они были сложены столбиком: медь — цинк, медь — цинк, медь — цинк, и переложены кружочками сукна, смоченного в растворе серной кислоты.

Похожую батарею ты можешь сделать сам. Подбери пять двугривенных и пять трехкопеечных монет. Они примерно одинаковые по ве-

личине, а сделаны из разных сплавов. (Разумеется, будет лучше, если ты сможешь достать медь и цинк и нарезать из них кружки размером с монету.) Монеты почисть, чтобы удалить с них следы жира. Ясно, что лучше подобрать монеты поновее — их скорее очистишь.

Вместо сукна у нас будет промокательная бумага, вместо кислоты — крепкий раствор поваренной соли. Как складывать столб, показано на рисунке. Возьми его мокрыми пальцами за торцы, и ты почувствуешь слабый, но явственный электрический удар!

ТУРБИНА

Машинист электропоезда поворачивает рукоятку — и запевают свою песнь моторы. Гремят колеса, мелькают за окнами телеграфные столбы. Пусть спит пассажир на верхней полке. И спящий, он мчится быстрее ветра!

Ты щелкаешь выключателем — и в комнате вспыхивает яркий свет. Ночь превратилась в день! Ты включаешь электрический холодильник — и в самый жаркий день в его камере образуются иней и лед. Лето превратилось в зиму! Ты берешь из холодильника кубики льда, кладешь их в электрический чайник... Через несколько минут из чайника бьет струя пара. Лед превратился в кипяток! Ты включаешь радиоприемник... Артист, выступающий, может быть, за тысячу километров от тебя, слы-

пен так, словно он поет в твоей комнате. Расстояние исчезло!

Разве все это не сказочные чудеса?

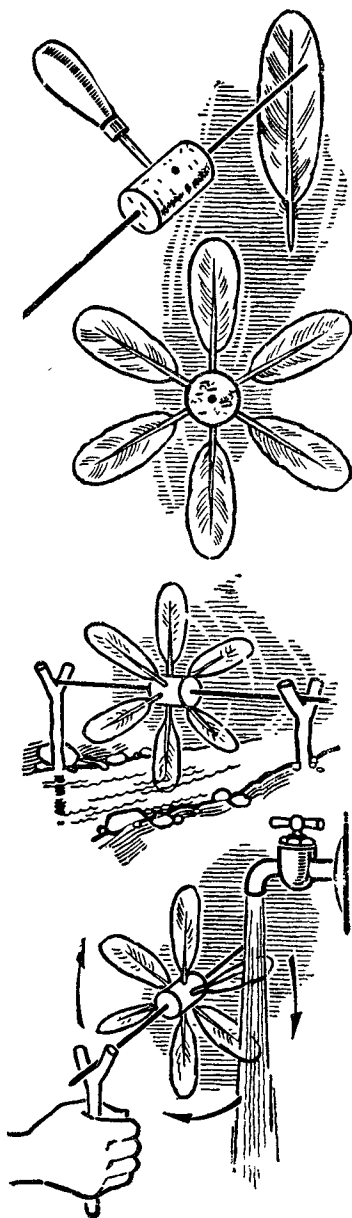
«Конечно, нет! — скажешь ты. — Что же тут сказочного? Самое обычное дело — электричество!»

И действительно, электрическая энергия стала самым обычным делом. Ее вырабатывают для нас особые машины — генераторы. Они работают на электростанциях. Только для того, чтобы генераторы давали электрическую энергию, их нужно крутить. Крутить не останавливаясь, днем и ночью. Крутить с такой силой, чтобы горели все электрические лампочки, мчались все электропоезда, вертелись все станки на заводах. Чтобы жарились все яичницы на электроплитках, замораживались все пельмени в холодильниках, работали все радиоприемники и телевизоры...

Кто же крутит генератор? У какого могучего великана хватает на это силы?

Такая великанская машина называется турбиной. От слова «турбо», что значит «вихрь».

Турбины бывают водяные, паровые и газовые. Струи воды, пара или раскаленного газа с большой си-



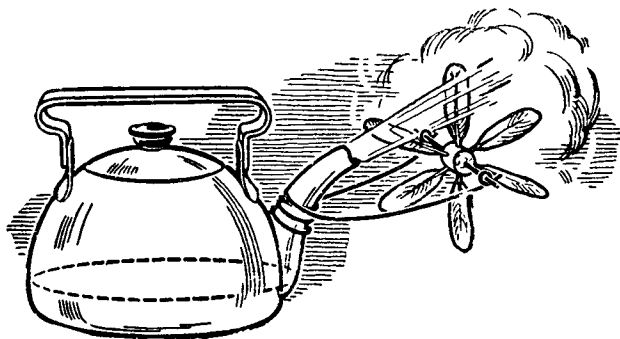
лой ударяют в лопатки колеса турбины и заставляют его вертеться.

Большая турбина — ростом с дом. А самую маленькую ты можешь сделать сам. Возьми пробку и насади ее на вязальную спицу. По окружности пробки наколи шесть дырочек шилом или острым концом ножниц. В дырочки воткни птичьи перья. Лучше всего подойдут перья гусиные или утиные. Они совсем не боятся воды. Хуже всего куриные: они легко намокают.

Получилось колесо с шестью лопастями. Подбери два сучка с развилками и воткни их по берегам ручейка. Положи в развилки концы спицы. Струя воды ударит в лопасти колеса. Турбина завертится! Если ты живешь в городе, можешь сучки с развилками просто взять в руки и подставить лопасти турбинки под струю воды из крана.

Ну, а как сделать маленькую паровую турбинку? Это тоже несложно. Колесо с лопастями у тебя уже есть. Не хватает только струи пара. Где ее найти? Да вот она, бьет из кипящего чайника! Вокруг носика чайника оберни несколько раз голую или эмалированную медную проволоку. Конечно, чайник в это время должен быть холодным. Настоящую турбину ведь тоже сперва построят, а потом уже разжигают огонь под котлом.

Концы проволоки оберни по одному разу вокруг спицы, торчащей по обе стороны пробки. Проверь, свободно ли вертится колесо турбины перед носиком чайника. Если цепляет с боков, подгибай проволоку. Если цепляют концы перьев, можешь подстричь их ножницами.



Когда колесо завертится без помехи, турбину можно пускать в ход. Налей в чайник воды. Только немного, чтобы отверстие носика изнутри было свободно. Поставь чайник на огонь. Когда он закипит, из носика забьет струя пара. И твоя паровая турбинка завертится!

Можешь любоваться этим зрелищем минуту или две. Больше не стоит: ведь воды в чайник ты налил немного. Она скоро выкипит. И еще одно условие. Держи свои руки и нос подальше от чайника, чтобы не обжечь их паром!

Глава двадцать третья.

ОЖИВШИЕ ЖЕЛЕЗКИ

МАГНИТНАЯ БРИГАНТИНА

В старину рассказывали, будто есть на краю света гора Магнит. Она стоит у самого моря. Беда кораблю, который подплывает слишком близко. Гора притягивает железо, да так сильно, что вырывает все гвозди из досок! Корабль разваливается и тонет.

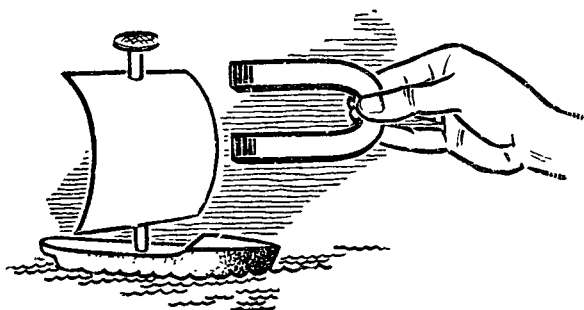
На свете и в самом деле есть горы из магнитной руды. Одна из самых больших была у нас на Урале, возле города Магнитогорска. Была, потому что теперь на ее месте зияет глубокая пропасть. Гору по частям взрывали, а обломки загребали экскаваторы и грузили в вагоны. И ни один из стальных экскаваторов, ни один из стальных вагонов не прилип к горе! Так она и перекочевала понемногу в доменные печи «Магнитки» — Магнитогорского металлургического комбината. Комбинат «притянул» к себе гору и уничтожил ее!

Магнитная руда притягивает не так уж сильно. Гораздо сильнее действует искусственный магнит. Он отлит из специального сплава и намагничен на заводе. Постарайся достать такой магнит, с ним можно проделать много интересных опытов. И первым делом, конечно, мы проверим, вытягивает ли магнит гвозди из кораблей.

Сделай бригантину из куска пробки или сосновой коры и воткни в нее гвоздик. Один-единственный, да и то небольшой, иначе бригантина перевернется или даже пой-

дет ко дну безо всякого магнита. Гвоздик будет служить и мачтой. Насади на него парус из листочка бумаги. Пусть и наша магнитная бригантина поднимает паруса!

Ну, а теперь спускай бригантину на воду, налитую в тарелку или тазик, и бери в руки магнит. Пристрой его



сбоку тарелки, только над водой. Мочить магнит не стоит: он заржавеет. Подуй на парус бригантины, чтобы подошла близко к магниту. Смотри: бригантину заворачивает! Магнит свернул ее с прямого пути и притянул к себе. Щелк! Гвоздик прилип к магниту. Но он не выдернулся. Если ты потянешь за корпус бригантины, гвоздик легко отстанет от магнита.

ИГОЛКИ ДЫБОМ

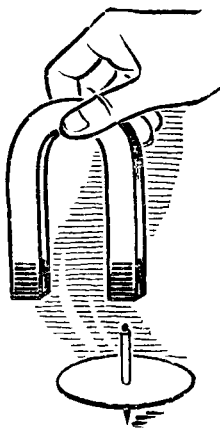
Магнит прекрасно притягивает иголки и булавки. Их очень удобно подбирать магнитом с полу, если случайно рассыплешь. Можно подвесить к магниту целую цепочку из иголок, «примагничивая» их одну за другой. Держаться будет и четвертая иголка, и пятая. Но стоит оторвать первую от магнита — и вся цепочка рассыплется! А можно заставить иголки «встать дыбом». Положи несколько штук на стол и сверху осторожно подноси к ним магнит, Иголки придут в беспокойство, зашевелият-

ся, а потом подскочат. Но если вовремя магнит немного отодвинуть, иголки не успеют к нему пристать. Они будут стоять на остриях, слегка покачиваясь.

ВИСЯ НА ГОЛОВЕ

Сделай легонький волчок из кружка картона, насаженного на тонкую палочку. Нижний конец палочки заостри, а в верхний вбей булавку, да поглубже, так, чтобы только головка была видна.

Пусти волчок вертеться на столе, а сверху поднеси к нему магнит. Ближе, еще ближе. Оп-ля! Волчок подпрыгнет, и булавочная головка пристанет к магниту. Но вот что удивительно: волчок не остановится. Он будет вращаться по-прежнему, «вися на голове»!

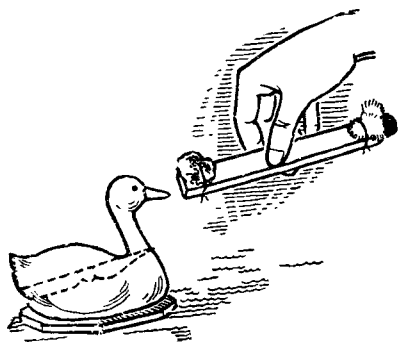


МАГНИТНАЯ «ИНФЕКЦИЯ»

Не бойся, тебе ничто не угрожает. Можешь смело взять магнит в руку и приложить к его концу иголку. Она, конечно, прилипнет. Оторви ее и приложи к другому концу. Тоже прилипнет. Ну, а если к серединке магнита ее приложить? Смотри-ка, падает! Удивительное дело: середина у магнита совсем не «магнитная». А чем ближе к концам, тем действие магнита сильнее. Концы магнита называли полюсами.

Как я уже говорил, для тебя магнит не «заразен». Можешь возиться с ним сколько угодно, никаких магнитных свойств ты не приобретешь. Ну, а иголка? Не «заразилась» ли она? Давай проверим. Иголкой, которая касалась магнита, потрогай другие иголки. Ты уже знаешь, что трогать надо концом: острием или ушком. Если уж где обнаружатся магнитные свойства, то именно там.

Ну как, не притягивает? Скорее всего, что нет. А если



и притягивает, то очень слабо. Может быть, у «здоровой» иголки был, как говорят врачи, недостаточный контакт с «больным», то есть с магнитом? Ничего, контакт мы сейчас устроим. Положи иголку на стол и крепко потри ее одним из полюсов магнита. Три только в одну сторону, скажем, от острия к ушку, а обратно пронеси

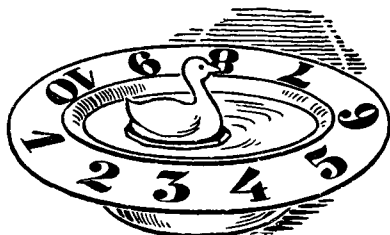
магнит по воздуху. Проведи раз пятнадцать — двадцать. Достаточно! Теперь-то уж иголка наверняка «заразится». Смотри, как она притягивает своих подружек!

РАЗБОРЧИВЫЙ ГУСЬ

Попробуй к намагниченной иголке подносить магнит то одним полюсом, то другим. Удивительное дело: к одному полюсу иголка теперь притягивается только ушком, а к другому — только острием.

Полюса-то, оказывается, неодинаковые! Между ними есть какая-то разница. Она поможет тебе сделать забавную игрушку: разборчивого гуся. Вылепи его из комочка парафина или стеарина от свечки. Можно взять и пластилин, но тогда гусь не будет белым. А главное, он увеличится в весе и будет хуже действовать. Прилепи гуся к дощечке или к куску сосновой коры, чтобы он плавал. В тело гуся спрячь намагниченную иглу так, чтобы ушко выглядывало из клюва, а острие — из хвоста. Значит, длина гуся должна быть равна длине иголки, то есть около 4 см. Можешь сделать его и поменьше, если вместо иголки возьмешь стальное перышко. Разумеется, тоже намагниченное. Ты ведь теперь знаешь, как это делается.

Пусти гуся плавать в



миску с водой и попробуй подносить к его клюву магнит. Ясно, что к одному полюсу магнита клюв будет притягиваться. К этому полюсу привяжи ниткой кусочек хлеба. А к другому привяжи ватку и намажь ее горчицей. Гусь ни за что не потянется клювом к горчице. Он будет упорно от нее отворачиваться.

При некоторой ловкости рук ты сможешь обучить своего гуся различать цифры. Для этого вставь миску в бумажное кольцо, на котором напиши по кругу цифры. От 1 до 10 будет вполне достаточно даже для мудрейшего из гусей. В правой руке спрячь небольшой магнит или кусок намагниченной вязальной спицы. Пусть чуть выступает только один полюс, тот самый, к которому притягивается клюв.

Попросив гуся показать, скажем, четверку, веди над ним руку, как бы ободряя, и направляй его, куда следует.

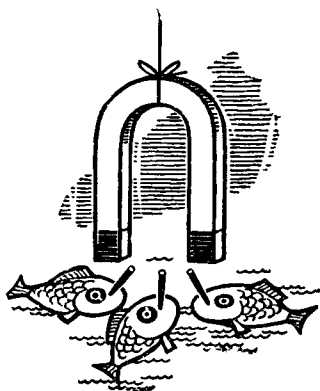
А ГУСЬ-ТО И ВПРЯМЬ НЕ ГЛУПИ!

Ты, может быть, подумал, что твоя ученая птица живет только чужим умом? Ничуть не бывало! Убери магнит подальше и смотри, что будет делать гусь. Он, конечно, замрет на одном месте. Но попробуй-ка повернуть его клювом в другую сторону. Смотри, он поворачивается обратно! Если ты еще не снял с миски кольцо с цифрами, то легко заметишь, что гусь повернется точно в прежнем направлении. Его клюв будет смотреть на ту же цифру, что и раньше. И так три раза, и пять, и десять, и сколько угодно. Клюв будет обращаться все в ту же сторону, «словно намагниченный».

Положим, мы-то с тобой знаем, что он и в самом деле намагничен. Но где же второй магнит, к полюсу которого обращается клюв? Ты же этот магнит унес? И все-таки такой магнит есть. Он действует и на нашего гуся, и на любой другой магнит на свете. Этот магнит — наша планета, наша родная Земля!

Каждый магнит — это компас. Дай ему возможность свободно повернуться — и он укажет одним полюсом на север. Этот полюс условились называть северным полюсом. А другой полюс укажет на юг. Его назвали южным полюсом магнита.

МАГНИТНЫЙ РЫБОЛОВ



Из пробки, пенопласта, сосновой коры можешь сделать маленьких рыбок. Каждой из них воткни в рот патефонную иглу. Пусти рыбок плавать в тазу, а сам вооружись удочкой с маленьким магнитом вместо крючка. Тебе не придется жаловаться на плохой клев!

Дело пойдет еще успешнее, если иглы во ртах у ры-

бок тоже намагнитить. Но это трудно: очень уж они малы. Сделай лучше так: возьми большую стальную иглу или вязальную спицу, намагнить ее, а потом разломай на кусочки с помощью двух плоскогубцев. Молотком не бей: от удара магниты размагничиваются.

Постой-ка, но ведь у магнита сильнее всего действуют полюса. Значит, даже из длинной спицы выйдут только два хороших магнетика? Все средние окажутся негодными? А вот и нет! Сломай спицу пополам — и оба конца, бывшие только что в середине, станут полноправными полюсами. Они будут притягивать или отталкивать ничуть не хуже тех, что были по краям с самого начала! И на какие бы мелкие кусочки ты ни разломал магнит, тебе никогда не удастся получить один отдельный полюс. Нет, у любого магнетика полюсов всегда будет два!

«ТОЛЬКО ЧТО БЫЛО — ТОЛЬКО ЧТО НЕТ!»

Так приговаривал один фокусник-иностранец, когда разные вещи, разложенные им на столе, исчезали на глазах у изумленных зрителей. Может быть, фокусник действительно плохо говорил по-русски. А может, он делал это нарочно, для потехи. Так или иначе, эту смешную фразу я помню уже много лет.

Сейчас мы с тобой тоже проделаем такой фокус. Только исчезать будут не шарики, не платки, не живые голу-

би, а... магнит. Вернее, он будет оставаться на месте, но... Впрочем, не надо забегать вперед.

Подбери железный болт диаметром 10 мм и длиной не менее 100 мм. Намотай на него 15 м медной изолированной проволоки диаметром 0,2—0,3 мм. Мотай плотно, виток к витку. Намотаешь один ряд длиной 5—6 см, продолжай мотать поверх него второй, потом третий, пока вся проволока не кончится. Должно быть около четырехсот витков. Отступя по 10 см от каждого конца, перевяжи проволоку толстой ниткой и туго обвяжи эти нитки вокруг болта, чтобы обмотка не распалась. Концы обмотки очисть от изоляции.

Приступим к опыту. А ну-ка, попробуй притянуть головкой болта булавки, гвозди—словом, всякую стальную и железную мелочь. Нет, не тянет. В магниты наш болт не годится.

Ну, а теперь присоедини концы обмотки к выводам батарейки от карманного фонаря. Попробуй еще раз — тянет! Да что там булавки — здоровые болты, пассатижи, а то и потяжелее что-нибудь! Болт стал магнитом!

Ты спросишь: при чем здесь фокусник-иностранец? А вот при чем. Произнеси его магическую формулу и отключи батарейку. Бум, трах, тарарах! Все железяки в тот же миг отвалятся от болта. Болт перестал быть магнитом. «Только что было — только что нет!»

Опять включи батарейку — и болт опять станет магнитом. Этот магнит не постоянный, а временный. Он работает только то время, пока по обмотке ток течет. Поэтому его называли электромагнитом, электрическим магнитом.

Электромагнит сильнее и легче постоянного магнита. А главное, очень удобно, что им можно управлять. «Только что было — только что нет!» Поэтому электромагниты очень широко применяются в технике.



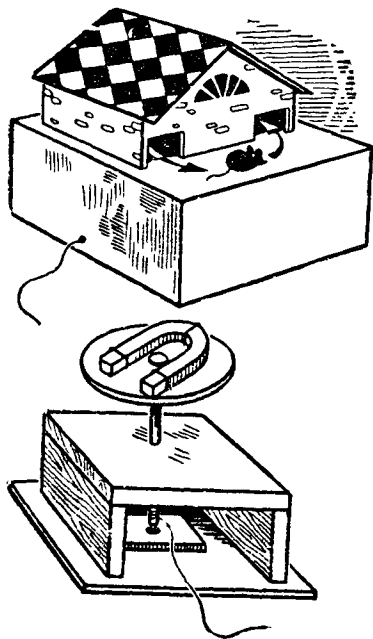
МАЛЕНЬКАЯ МЫШКА С БОЛЬШОЙ РОДНЕЙ

С помощью магнита можно сделать забавную бегающую мышку. Магнит лучше взять в виде подковы. Еще понадобится картонная коробочка из-под торта. В нее вставляется фанерка с прибитой сверху деревянной «скамеечкой». Это хорошо видно на рисунке.

Заготовь части скамеечки: две чурки и «сиденье». Подбери гвоздь длиной на 1,0—1,5 см меньше высоты коробки. Другим гвоздем, потолще, пробей в центре сиденья аккуратную дырку. Пробивать надо на доске. Этим же толстым гвоздем пробей дырку и в небольшой фанерке, которая будет под скамеечкой. Приколоти скамеечку к большой фанерке, а маленькую прибей снизу, посередине. Нужно, чтобы длинный гвоздь, вставленный в отверстие скамеечки, попал нижним концом в отверстие нижней, маленькой фанерки, и при этом стоял прямо.

Под магнит нужна еще одна фанерка потолще. Сначала в эту фанерку забей длинный гвоздь, чтобы вошел по самую шляпку, а потом уже сверху уложи магнит и привяжи его нитками или приклей полосками изоляционной ленты. Вставь на место гвоздь с магнитом и на нижнюю его часть, под скамеечкой, намотай суровую нитку. Потяни за конец. Гвоздь должен вращаться, а с ним и стол с магнитом.

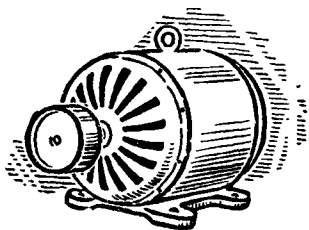
Мышка — просто легкий комочек серой шерсти с хвостиком. Снизу прикрепи к ней стальное перо, канцелярскую скрепку или обрезок жести. Надень на коробку крышку. Магнит должен вращаться под самой крышкой, почти касаясь



ее. В боку крышки сделай дырочку и выпусти через нее конец нитки. Мышку положи на коробку сверху, как раз над полюсами магнита.

Ну, можно начинать. Тихонько потяни за нитку. Столик с магнитом завертится, и мышка побежит по кругу! Снаружи не будет видно, что заставляет ее бегать. Ведь коробочка-то закрыта. Можешь приклеить на коробку домик с двумя дверями — мышка будет в одну дверь входить, а из другой выходить.

Мышка маленькая, а родня у нее очень большая и солидная. Почти все электродвигатели, какие только есть в мире! Точнее — так называемые асинхронные электродвигатели переменного тока. Их изобрел замечательный русский электротехник Михаил Осипович Доливо-Добровольский. В асинхронном электродвигателе не вертят столик с магнитом. Там внутри — электромагнит. Он неподвижен, но его обмотки сделаны так хитро, что когда включишь ток, получается магнитная волна. И эта волна все бежит, бежит по кругу, снова и снова, словно полюс вертящегося магнита в нашей игрушке. Она-то и тащит, ведет за собой ротор двигателя — его вращающуюся часть, — словно мышку, маленькую мышку из серой шерсти!



ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Глава первая.</i> Рельсы в небесах	3
<i>Глава вторая.</i> Сидел на ветке воробей	11
<i>Глава третья.</i> Бегемот и птичка	17
<i>Глава четвертая.</i> Почему не упали шахматы?	21
<i>Глава пятая.</i> Когда сворачивают в сторону	33
<i>Глава шестая.</i> Почему летит ракета?	39
<i>Глава седьмая.</i> Крутится, вертится...	45
<i>Глава восьмая.</i> «Тихо и плавно качаясь»	53
<i>Глава девятая.</i> Враг или друг?	60
<i>Глава десятая.</i> Твердое и мягкое	67
<i>Глава одиннадцатая.</i> О воде и трубах	76
<i>Глава двенадцатая.</i> О плавающих и тонущих	84
<i>Глава тринадцатая.</i> Наука о пузырях	93
<i>Глава четырнадцатая.</i> Похождения невидимки	103
<i>Глава пятнадцатая.</i> Мы живем на дне океана	118
<i>Глава шестнадцатая.</i> Довольно жить на дне!	129
<i>Глава семнадцатая.</i> А что, если нагреть?..	135
<i>Глава восемнадцатая.</i> Поющие волны	149
<i>Глава девятнадцатая.</i> В стране наоборот	156
<i>Глава двадцатая.</i> Пойманные лучи	164
<i>Глава двадцать первая.</i> Лучи с сюрпризами	174
<i>Глава двадцать вторая.</i> Ловим электричество	184
<i>Глава двадцать третья.</i> Ожившие железки	199

Для восьмилетней школы

Гальперштейн Леонид Яковлевич

ЗДРАВСТВУЙ, ФИЗИКА!

Ответственный редактор *М. А. Зубков*. Художественный редактор *Н. З. Левинская*. Технический редактор *Л. В. Кржижановская*. Корректоры *Л. И. Дмитриук и Л. М. Короткина*.

Сдано в набор 6/III 1967 г. Подписано к печати 20/VII 1967 г. Формат 84×108^{1/2}. Печ. л. 6,5. Усл. печ. л. 10,92. (Уч.-изд. л. 10,34).

Тираж 100 000 экз. ТП 1967 № 567. А03902. Цена 42 коп. на бум. № 2. Издательство «Детская литература». Москва, М. Черкасский пер., 1. Фабрика «Детская книга» № 1 Росгавполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров РСФСР. Москва, Сушевский вал, 49. Заказ № 347.

