



Бруно Донат  
**Физика в играх**

«Центрполиграф»

2011

## **Донат Б.**

Физика в играх / Б. Донат — «Центрполиграф», 2011

Немецкий ученый Бруно Донат с помощью своей книги поможет вам открыть для себя все грани физики! Вы познакомитесь с главнейшими физическими законами природы и научитесь мастерить простейшие приборы для проведения экспериментов. Книга будет полезна не только юным любителям физики, но и родителям, которые хотят привить своим детям любовь к естественным наукам, а также школьным учителям и руководителям кружков, желающим разнообразить и обогатить учебный процесс.

# Содержание

Предисловие издательства	5
Глава первая Опыты по механике	6
Глава вторая Опыты со звуком	55
Конец ознакомительного фрагмента.	60

# Бруно Донат

## Физика в играх

### Предисловие издательства

Как легко и увлекательно изучить такую сложную и интересную науку, как физика? Ваше знакомство с ней будет более полноценным и интересным, если вы начнете не со штудирования школьных учебников, а с проведения самостоятельных опытов и исследований. Книга Бруно Доната, немецкого физика, не только поможет вам в этом, но и даст некоторые начальные представления о методах физических исследований, о том, как изучаются физические явления и накапливаются новые знания.

Физика – наука экспериментальная, и все в ней строится на наблюдениях окружающих нас явлений. Именно поэтому автор книги знакомит юных читателей с главнейшими физическими законами природы путем занимательных игр и интересных опытов, а все необходимые приборы без особых усилий и затрат легко могут быть изготовлены самими читателями.

Пытливый от природы детский ум должен грамотно развиваться, детская любознательность и вдумчивое отношение к окружающим явлениям всячески поддерживаться. Особенно это важно в наш век, когда мы окружены чудесами не только природы, но и техники, развитие которой идет поистине семимильными шагами. Чем больше будут дети, играя, знакомиться с сущностью явлений природы, тем больше научных истин они усвоят, а последующее знакомство с наукой уже не покажется им трудным и скучным.

Со времени первого выхода книги на русском языке прошло более ста лет. Каждое издание дополняется новыми комментариями и пояснениями, призванными адаптировать текст книги к пониманию человека нашего века, для которого время творчества Б. Доната давно стало историей...

\* \* \*

Увлекательные задания, предложенные автором, направлены на то, чтобы читатель сумел проникнуться духом науки, развить логическое мышление и заполнить пробелы в знании школьной физики.

## Глава первая Опыты по механике

**Рубль на листке бумаги.** Положите на край стола открытку так, чтобы две трети ее выступали, а на открытку у самого края поставьте на ребро серебряный рубль или пятак (рис. 1). Конечно, это место стола не должно быть покрыто скатертью, и стол должен быть ровный, а то монета будет падать или скатываться. Возьмите затем линейку или какую-нибудь палочку и быстро ударьте по свешивающемуся концу открытки. Если удар будет сильный и быстрый, рубль не шелохнется, а открытка вылетит из-под него и упадет на пол.

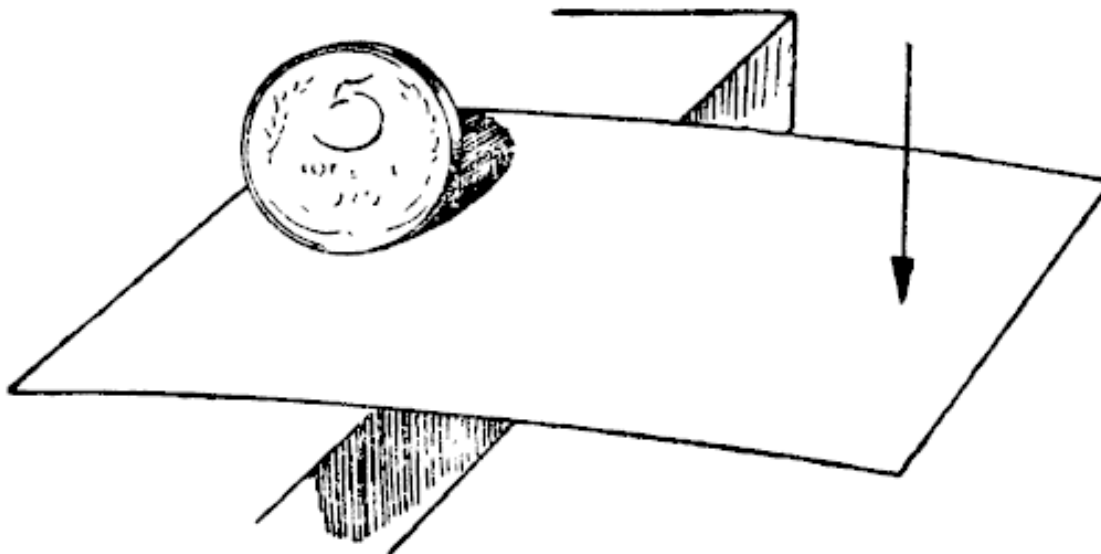
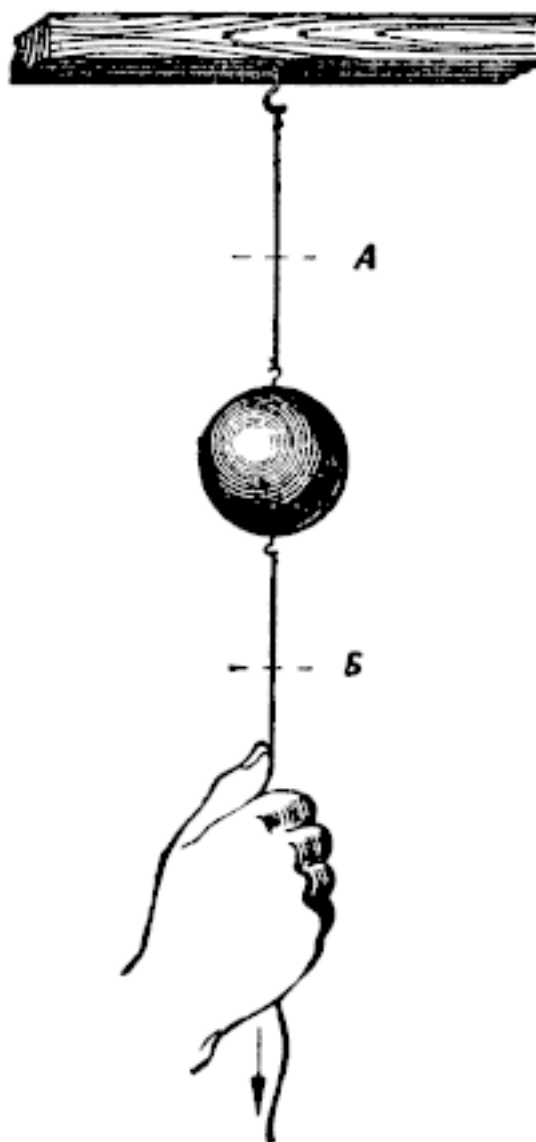


Рис. 1

В этом опыте проявляется действие инерции. Всякое тело, находящееся в покое, само по себе не может прийти в движение: оно могло бы вечно лежать или висеть неподвижно. Поэтому говорят, что всякое покоящееся тело стремится вечно сохранять состояние покоя. Это свойство тел и называют инерцией.

В нашем опыте монета находится в покое. Удар по открытке приводит открытку в быстрое движение. Но связь между открыткой и монетой (в виде трения) так незначительна, что за короткое время удара движение открытки не может передаваться монете, которая стремится сохранять состояние покоя.

**Шар на шнурке.** Если повесить (рис. 2) шар или гирю на очень тонком шнурке *A*, а снизу укрепить другой такой же шнурок *B* и медленно потянуть его вниз, то оборвется верхний шнурок, на котором висит шар. Это понятно: к верхнему шнурку приложены и тяга руки, и вес шара. Но можно при желании разорвать не верхний шнурок, а нижний. Если, немного приподняв конец нижнего шнурка, затем быстро и сильно дернуть его вниз, то оборвется именно он, а не верхний. Почему это произойдет? Чтобы сообщить шару большую скорость в короткое время, нужна сила больше той, какую способен выдержать нижний шнурок. Шар вследствие инерции не успевает сдвинуться с места или сдвигается на такое маленькое расстояние, что верхний шнурок только чуть вытягивается и не успевает порваться. Итак, быстро дергая или медленно натягивая, мы можем по желанию обрывать верхний или нижний шнурки.



*Рис. 2*

**Как сломать палку, висящую на петлях из папиросной бумаги.** Еще интереснее следующий опыт.

Достаньте тонкую сухую палочку длиной примерно 1 метр. Склейте две петли из полосок папиросной бумаги и попросите двух товарищей подержать по столовому ножу лезвиями вверх, так чтобы на них можно было повесить бумажные петли. В эти петли вложите концы палки (рис. 3).

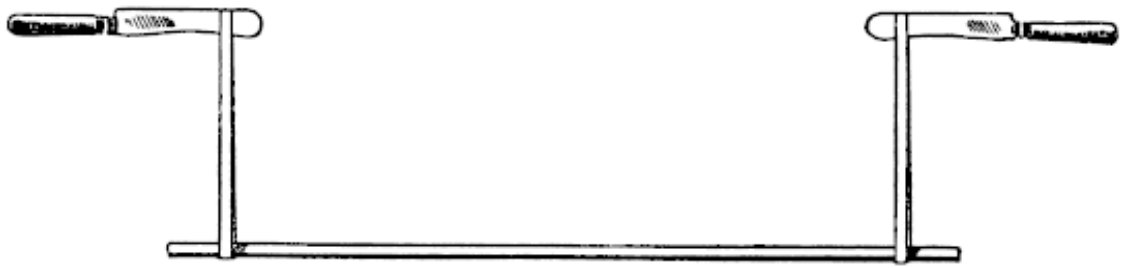


Рис. 3

Теперь возьмите тяжелую палку и как можно сильнее ударьте по середине висящей палки. Действие получится удивительное: папиросная бумага останется цела, несмотря на то что она непрочна и висит на лезвиях ножей, а крепкая палка будет сломана. Можно так напрактиковаться, что этот опыт будет удаваться даже с петлями из волоса.

Перелом палки – тоже проявление инерции покоящегося тела. На свойстве инерции основан и следующий старинный цирковой номер. Между двумя стульями, опираясь на их спинки только ногами и затылком, лежит человек. На груди его помещается большой кусок железа, который служит наковальней. На наковальне сильными ударами молота разбивают камни. Людям, незнакомым с инерцией, этот номер кажется удивительным.

Каким образом человек без всякого вреда для себя может переносить такие удары? На самом же деле все объясняется очень просто. Наковальня при сильных (но обязательно коротких) ударах молота не успевает прийти в движение и остается в покое. Кроме того, корпус висящего человека пружинит, подстилка под наковальней мягкая, да и камень, положенный на наковальню, тоже ослабляет силу удара. Оказывается, в этом поразительном явлении нет ничего таинственного.

**Об инерции движущегося тела.** Привяжите к шнурку камень и начните вращать его. Чем быстрее вы будете вращать камень, тем сильнее натянется шнурок. Выпустите шнурок из рук, и камень улетит далеко в сторону.

В этом явлении обнаруживается инерция движущегося тела. Если ударом ноги мы покатим по земле футбольный мяч, то, пробежав десяток-другой метров, он остановится. Более сильный удар заставит его пробежать большее расстояние. Но шар все же остановится. Если поле будет ровнее, шар пробежит еще дальше. По асфальту шар покатится совсем далеко. Но рано или поздно все же остановится. Почему? Потому что катиться шару мешают разные препятствия – шероховатости почвы или асфальта, сопротивление воздуха.

В идеальном случае – при полном отсутствии всяких сопротивлений – шар двигался бы без конца по прямой линии с одной и той же скоростью.

Так двигалось бы и всякое иное тело, не встречая сопротивлений и не подвергаясь влиянию других тел. Изменению скорости или направления движения движущееся тело всегда оказывает сопротивление, и тем большее, чем больше эти изменения. В этом проявляется инерция движущихся тел.

Когда мы вращаем камень, привязанный к шнурку, то в каждой точке своего кругового пути он по инерции стремится двигаться по прямой линии, касательной к кругу (рис. 4). Но этому мешает шнурок, постоянно изменяющий направление движения камня. В результате камень через шнурок начинает тянуть нашу руку в сторону. Это действие вращающегося тела называется центробежной силой.

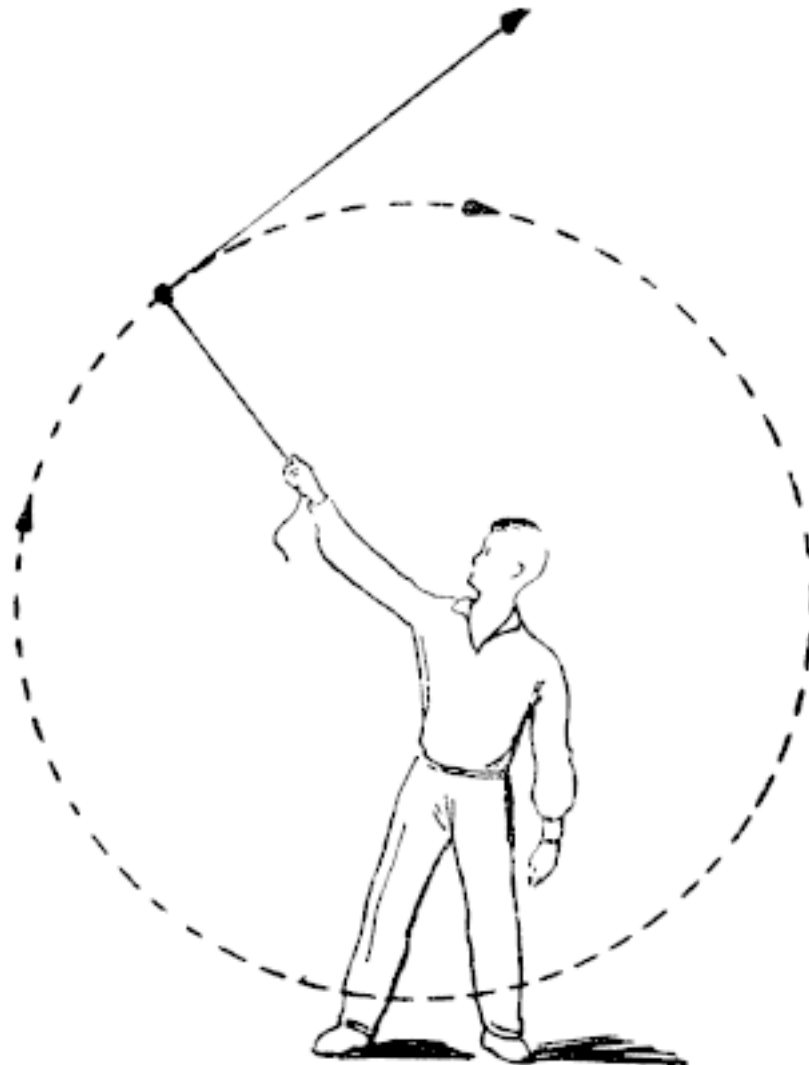


Рис. 4

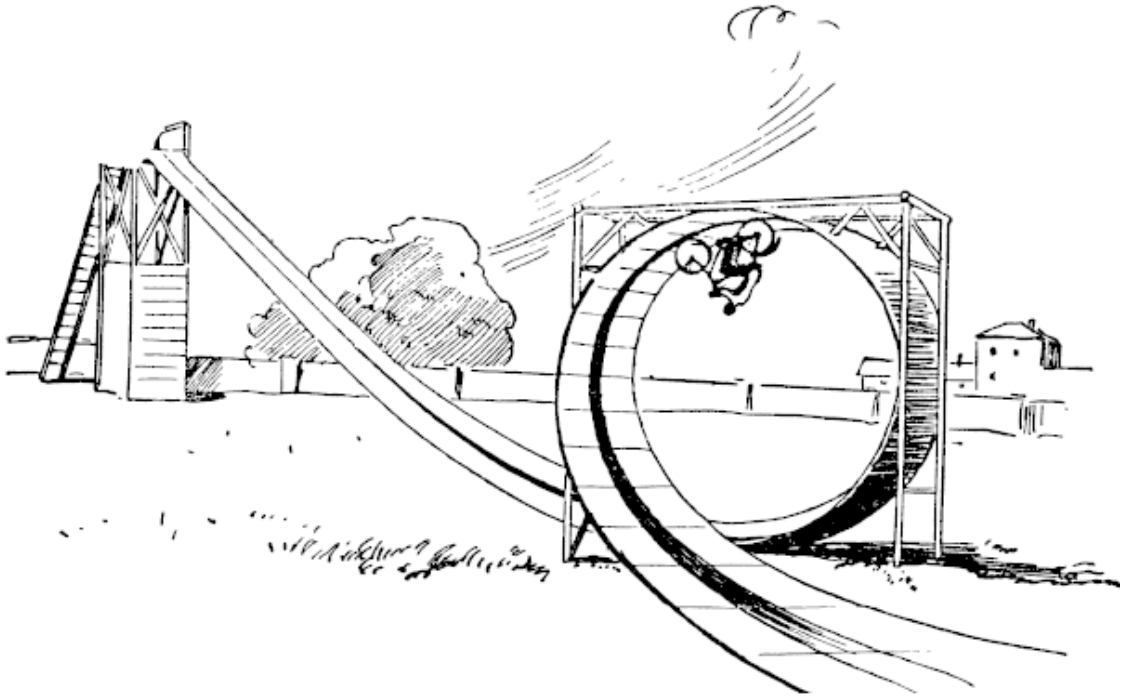
Основываясь на инерции вращающихся тел, мы можем проделать ряд интересных опытов.

**Вода не выливается из опрокинутой банки.** Сделайте себе маленькое ведро из пустой консервной банки, пробив у ее верхнего края гвоздем две дырки и продев в них ручку из проволоки. К середине ручки привяжите бечевку. Налейте в банку воды на  $\frac{2}{3}$  высоты. Взявшись за бечевку и раскачав банку, заставьте ее быстро описывать одну окружность за другой. При каждом обороте банка на одно мгновение, находясь в самой высокой точке своего пути, будет оказываться вверх дном, но ни капли воды из нее в это время не выльется.

Вода в банке, по инерции стремясь уйти от центра вращения, прижимается ко дну и потому не выливается. В том, что вода давит на дно даже тогда, когда банка бывает опрокинутой, нетрудно убедиться, пробив в дне маленькую дырочку. При вращении из нее будет непрерывно бить струя воды, даже тогда, когда банка будет вверх дном.

**«Чертова петля».** Иногда в цирке показывают такой интересный номер. На арене устраивают из досок дорожку в виде вертикальной петли. По ней сверху вниз спускается велосипе-

дист. Разогнавшись, он проезжает по петле и на мгновение оказывается перевернутым вниз головой (рис. 5).



*Рис. 5*

Это кажется очень страшным. На самом деле за велосипедиста можно не опасаться. Его, как и воду во вращающемся ведре, надежно прижимает к дорожке действие инерции. Такую петлю ее изобретатель, цирковой артист Нуазет, назвал «чертовой».

Вы можете легко сделать себе игрушечную «чертову петлю». Готовая петля показана на рис. 6, а размеры ее на рис. 7.

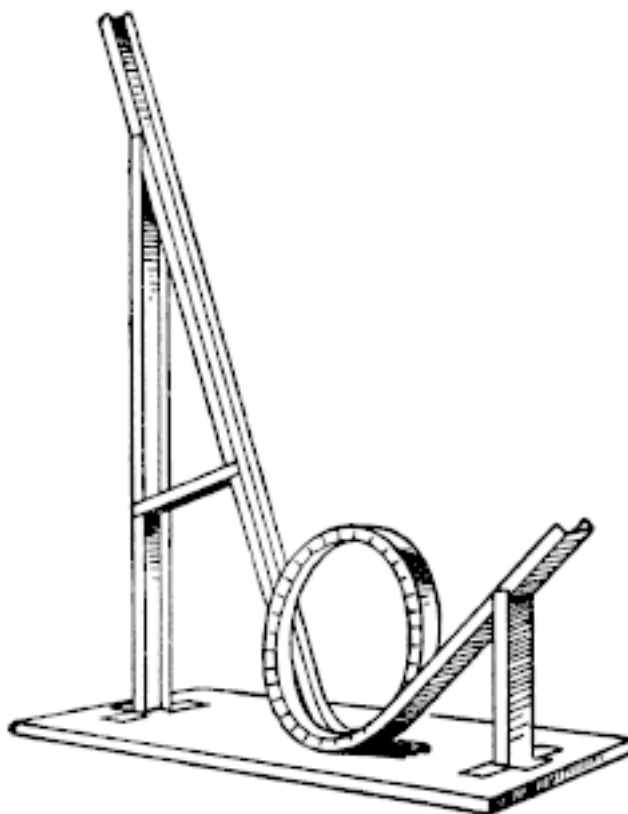


Рис. 6

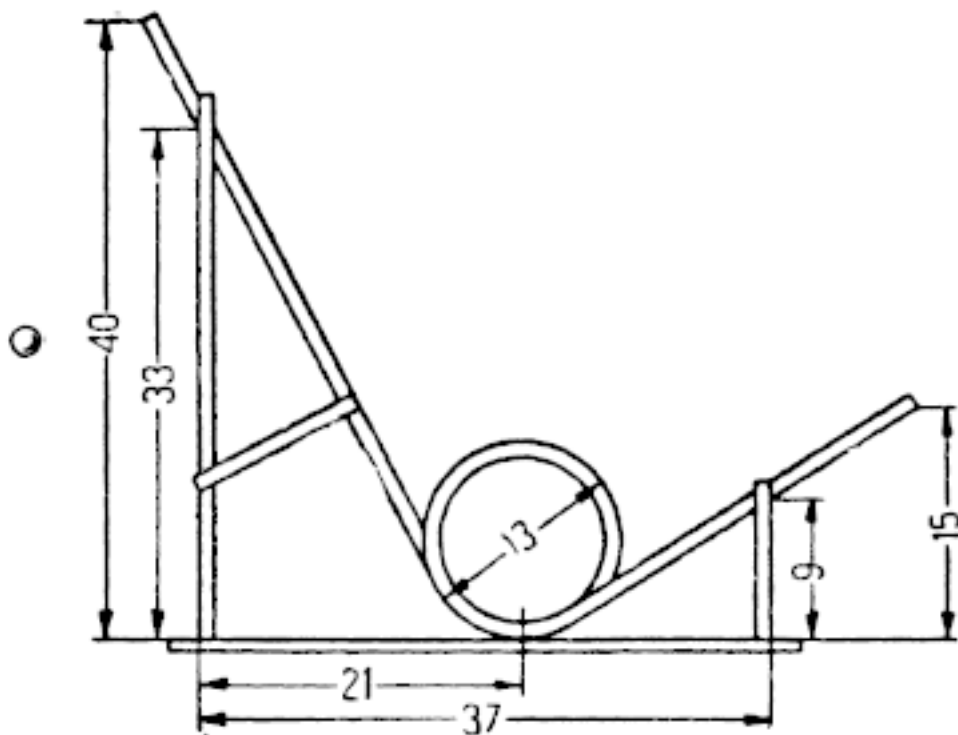
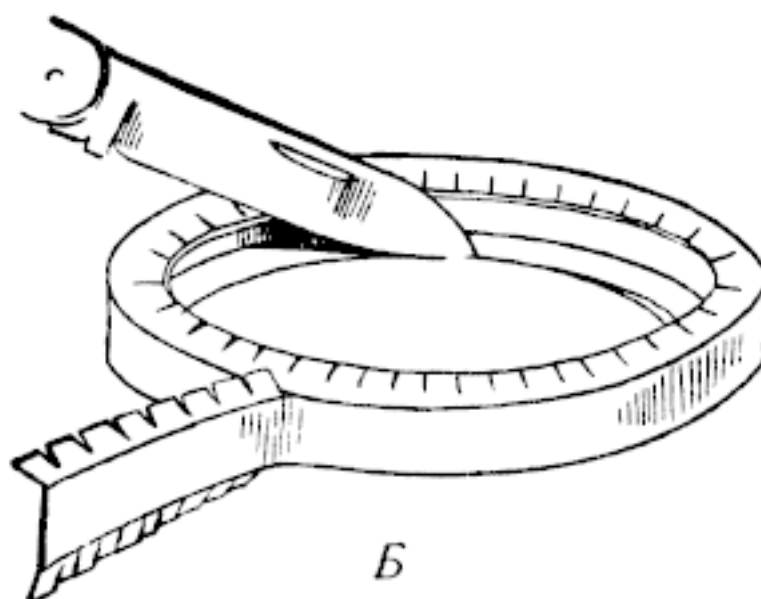
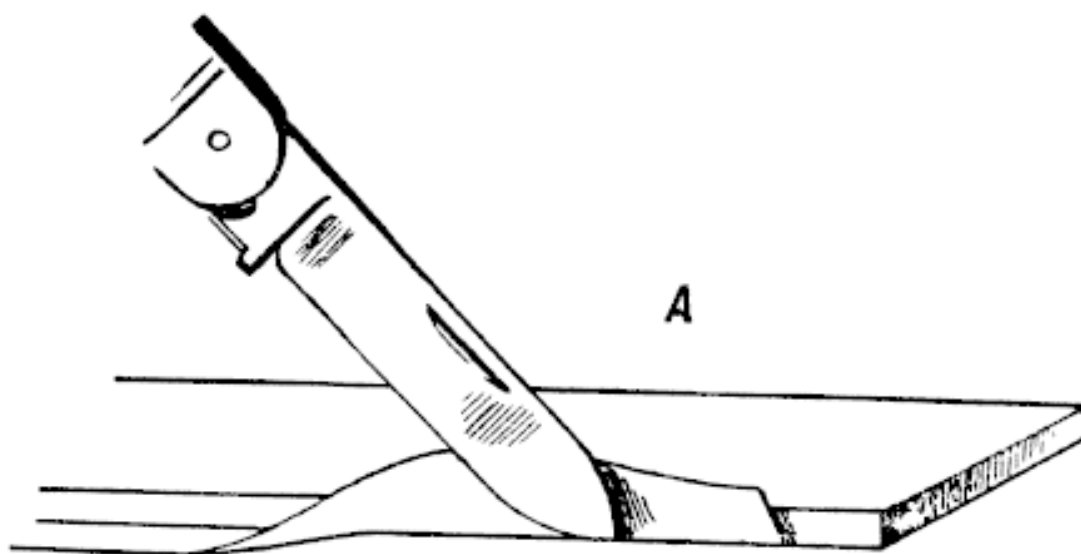


Рис. 7

Вырежьте из плотной бумаги полосу шириной 3,5 сантиметра и длиной 50 сантиметров и два кружка диаметром 13 сантиметров. На полосе проведите карандашом две прямые линии на расстоянии 1 сантиметра от краев. По этим прямым полосу нужно аккуратно загнуть. Сделать это легче всего так. Наложите на полосу линейку точно по одной из прямых и подложенным под выступающий край бумаги ножом проведите вдоль линейки, пригибая край бумаги к ребру линейки. Этот прием показан на рис. 8, А. Так же сделайте и второй сгиб. Загнутые сантиметровые края полосы надрежьте ножницами приблизительно через каждые полсантиметра. Теперь смажьте края одного кружка клеем и, накладывая один за другим зубцы бумажной полосы, хорошенько приклейте ее к кружку. Клеить надо так, чтобы кружок оказался внутри петли.



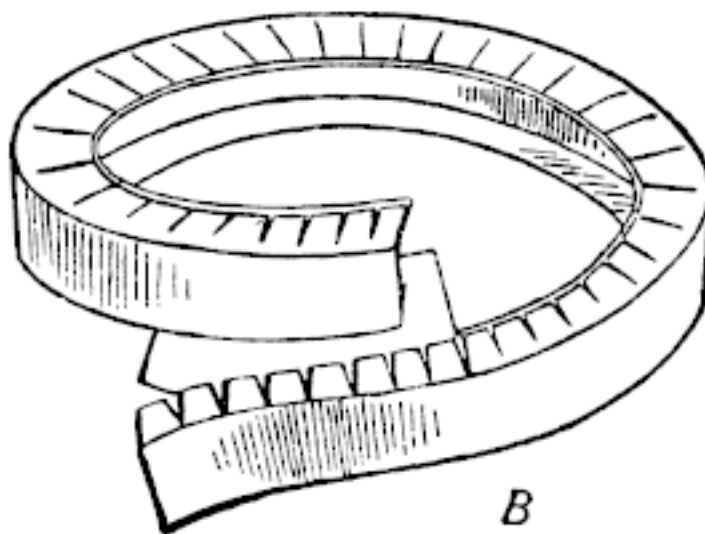


Рис. 8

Когда клей подсохнет, вырежьте середину кружка, как раз по концам зубцов (рис. 8, *Б*). Таким же способом приклейте ко второму кружку другую сторону полоски и также вырежьте его середину. В том месте, где приклеено начало полоски, петлю нужно разрезать. Теперь ее можно так раздвинуть, чтобы она пошла по винтовой линии. Изготовленная полоска бумаги оказалась длиннее окружности кружка примерно на 10 сантиметров. Эту часть полоски нужно тоже закруглить. Вырежьте из бумаги еще один круг, такого же диаметра, как и первые два, разрежьте его на четыре части и вклейте четвертушки в готовую часть петли изнутри. К этой вклеенной части приклейте остаток полоски (рис. 8, *В*) и срежьте все лишнее.

Остается только к концу петли подклеить желобы. С одной стороны нужно подклеить желоб длиной 42 сантиметра, а с другой – 25 сантиметров. В том месте петли, где получились два желоба рядом, хорошо склейте их.

Теперь нужно испытать петлю до установки на подставку. Лучше всего катить в этой петле шарик. Шарик можно подобрать от старого шарикоподшипника. Можно скатать его из черного хлеба или из глины, только поточнее. Поставьте петлю на стол в том положении, в котором она будет закреплена, и попробуйте пустить шарик с конца более высокого желоба. Он должен быстро пробежать по всей петле и выскочить с короткого конца. Бывает, что шар доходит только до верха петли и оттуда срывается вниз.

Тут может быть несколько причин. Может быть, нужно повернуть петлю, чтобы конец желоба стал выше; хлебный шарик не пробегает петлю, если он высох и стал очень легким. Конечно, если шарик похож скорее на сливу или на грушу, не ждите хороших результатов. Но если вы сделали все правильно, петля должна заработать сразу. Испытав петлю, приклейте ее к фанерке и укрепите на бумажных стойках. Стойки не нужно делать деревянными; бумага, согнутая в виде буквы «П», отлично держит. Сделайте еще один кусочек желоба для подкоса, который дополнительно поддерживает длинный желоб петли.

**Опыты с волчком.** Кого в детстве не занимал волчок? Это забавная игрушка и в то же время очень интересный физический прибор.

В игрушечных магазинах можно купить тяжелый металлический волчок, укрепленный в металлическом кольце. Он запускается тонким и прочным шнурком. При быстром вращении

волчок сохраняет вертикальное положение, если его поставить на один из шариков кольца, и даже оказывает сопротивление, когда его хотят повалить. При замедлении вращения волчок постепенно ложится на бок и наконец падает.

Быстро вращающийся тяжелый диск волчка заставляет его ось всегда оставаться параллельной первоначальному ее направлению. Поэтому волчок, не падая, передвигается по гладкой поверхности, например по стеклу, если нажимают палочкой на нижний шарик. Можно придать волчку такое положение, которое как будто противоречит всем законам тяжести. Волчок может вращаться в наклонном положении, он вертится на конце швейной иглы или, как канатный плясун, удерживается на тонкой нитке. Воткните швейную иглу в пробку бутылки острием вверх и поставьте приведенный во вращение волчок осторожно и точно на острие. Хорошо, если на шарике волчка имеется маленькое углубление, – оно мешает волчку соскочить с иглы. Если наклонить немного волчок, он опишет круг свободным концом.

Для второго опыта нужно, чтобы в одном из шариков волчка был прорез. Если его нет, сделайте сами тонким напильником. Привяжите нитку к ручке двери или к другому неподвижному предмету, возьмите другой конец в руки и поставьте вращающийся волчок прорезом на нитку. Он будет стоять неподвижно или скользить от одного конца к другому, если вы будете поднимать или опускать нитку (рис. 9, А). Если волчок очень быстро вращается, то нитку можно протянуть на довольно большом расстоянии, – волчок будет ходить через всю комнату.

Запущенный волчок можно спрятать в склеенный из бумаги кубик, тогда зрители не поймут, отчего жужжащий кубик стоит острием на конце пальца (рис. 9, Б).

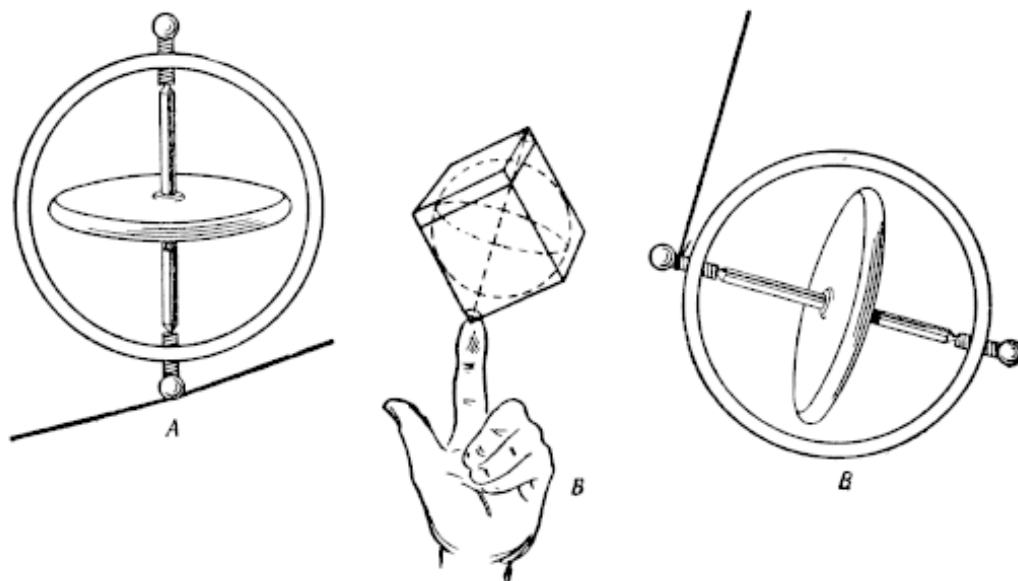


Рис. 9

Замечательный опыт с волчком можно проделать и иначе.

К одному из шариков кольца привяжите прочную нитку. Незапущенный волчок будет, конечно, висеть вертикально, но, как только вы его запустите, он сможет вертеться в том положении, какое вы ему дадите, например как показано на рис. 9, В. Такая устойчивость направления оси вращения применяется во многих случаях. Например, в стволе ружей делают винтовые нарезки, чтобы заставить пулю быстро вращаться вокруг своей оси. Пуля во время полета сохраняет свою ось параллельной тому направлению, которое было у оси при вращении пули в стволе. Поэтому пуля летит всегда острым концом вперед.

В настоящее время волчками в особой подвеске пользуются как компасами. Запущенный волчок сам собою устанавливается так, что один конец его оси направляется на север, а другой – на юг. Конечно, такой волчок-компас нельзя запускать шнурком, а приходится непрерывно вращать электродвигателем.

**О центре тяжести тела.** Есть замечательная точка во всех телах: центр тяжести.

Центр тяжести находится у разных предметов в разных местах. Например, в шаре центр тяжести совпадает с геометрическим центром шара. Если шар лежит на горизонтальной плоскости (рис. 10, слева), то центр тяжести его находится как раз над точкой опоры шара на одной вертикали с нею. Шар при этом сам по себе никогда не может покатиться. Иначе обстоит дело, когда плоскость, на которой лежит шар, наклонна (рис. 10, справа). Центр тяжести не находится уже на одной вертикали с точкой опоры, и шар скатывается.

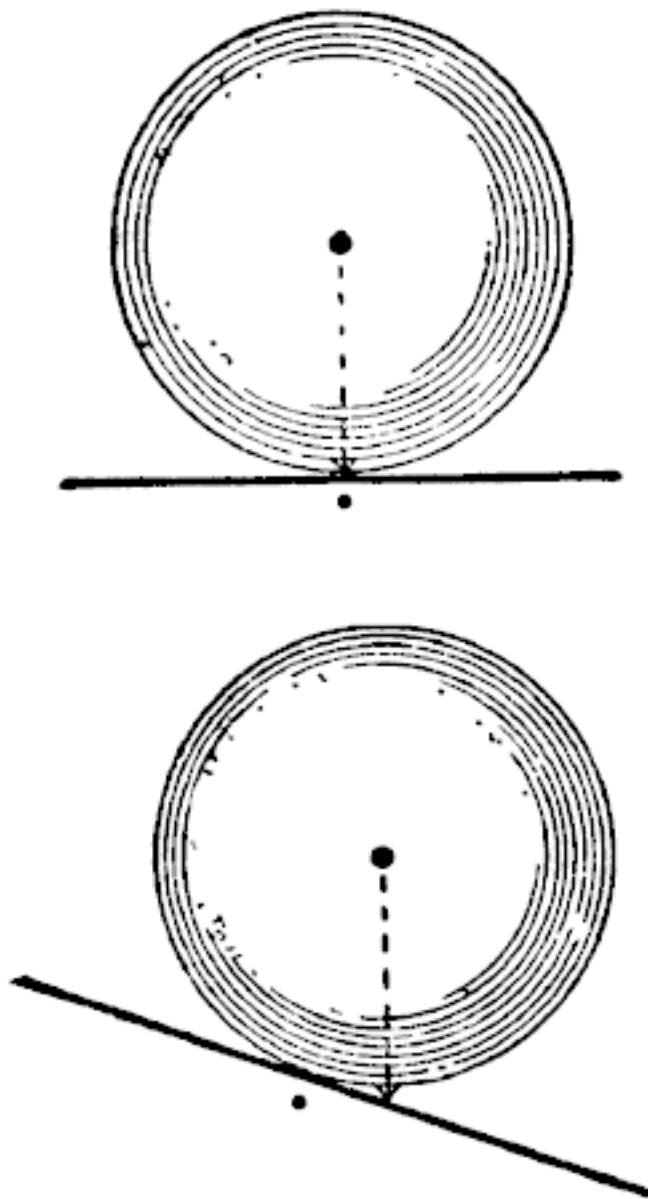


Рис. 10

**Ванька-встанька.** Ванька-встанька – старая и очень интересная игрушка. Сделать ее просто. Она может быть различной формы. Мы привыкли угадывать центр тяжести всякого тела и знаем, как поставить тело, чтобы оно не падало. Мы знаем, например, что нельзя поставить бутылку наклонно. «Секрет» ваньки-встаньки в том, что центр тяжести его всегда находится не там, где мы предполагаем. Поэтому ванька-встанька может принимать самые, казалось бы, неестественные положения, всегда возвращаясь к своему положению равновесия.

Маленького ваньку-встаньку можно сделать из кусочка бузины. Вырежьте бузину в форме маленькой бутылочки высотой сантиметра четыре (рис. 11, слева). Под дно бутылочки приклейте кусочек свинца, опиленный в виде полушария.

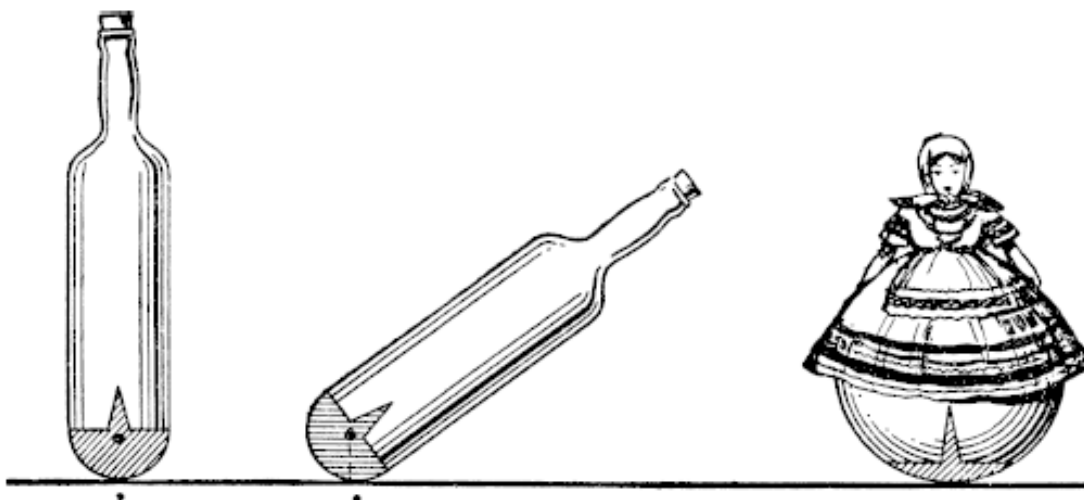


Рис. 11

Свинец можно сначала отрезать ножом, а затем обровнять напильником. Вместо свинца можно взять короткий гвоздь с большой полукруглой шляпкой (такими гвоздями часто прибивают обивку к мебели). Если бузинную бутылочку с тяжелым свинцовым дном окрасить, чтобы свинец, приклеенный снизу, был незаметен, – никому и в голову не придет, что центр тяжести ее расположен очень низко. Наша бутылочка, как бы мы ее ни положили, сейчас же примет вертикальное положение. Такое равновесие называется устойчивым.

Очень забавно, если вместо бутылочки сделать маленького человечка и раскрасить его яркими красками. Как бы вы ни наклоняли этого человечка, он, покачившись из стороны в сторону, в конце концов станет вертикально.

Можно сделать легкий шар и с одной стороны его незаметно вставить грузик, не испортив наружного вида. Тогда центр тяжести окажется уже не в центре шара, и шар будет всегда стремиться лечь на тот бок, в котором заложен груз. Прикрепите к шару легкую куклу (рис. 11, справа), наполовину закрыв шар ее платьем. Получится надежный ванька-встанька.

**Опыт с двойным конусом.** Аккуратно сделайте из плотной бумаги два конуса с диаметром основания 6 сантиметров и высотой 7 сантиметров (рис. 12, А). Потом склейте их основаниями и дайте хорошенько высохнуть. Еще лучше выточить такой двойной конус из дерева. Затем выпилите из фанеры две дощечки длиной по 30 сантиметров и высотой с одной стороны 2 сантиметра, а с другой – 4,5 сантиметра (рис. 12, В). Наклонные ребра дощечек должны быть совершенно ровными и гладкими (их нужно хорошо протереть стеклянной бумагой).

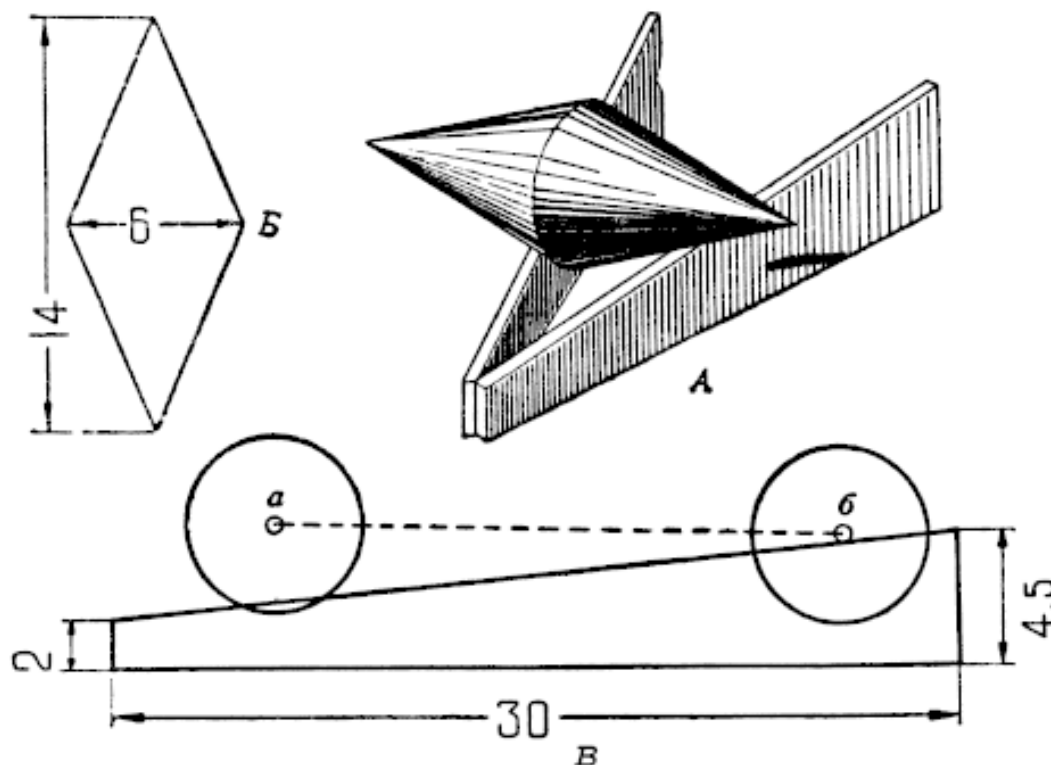


Рис. 12

Можно сделать дощечки любых других размеров, например длиннее, но разность высот коротких сторон должна быть обязательно меньше радиуса оснований конусов. У нас радиус основания конусов 3 сантиметра, а разность высот дощечек  $4,5 - 2 = 2,5$  сантиметра (меньше радиуса).

Сложите теперь дощечки узкими концами, раздвиньте их другие концы на длину конуса. Положите конус серединой на соединение дощечек, и вы увидите, что он, вращаясь и поднимаясь как бы в гору, докатится до раздвинутых широких концов дощечек. На первый взгляд это кажется чем-то особенным, но эта кажущаяся несообразность объясняется тем, что конус, собственно, не поднимается вверх, а падает, так как центр тяжести его, совпадающий с центром фигуры, при движении к раздвинутым концам дощечек опускается ниже, чем был при начале движения. Это можно рассмотреть на рис. 12, В. Если сдвинуть обе дощечки ближе, чтобы конус не опускался так глубоко, то он и не покатится кверху. Чтобы дощечки не раздвигались, прибейте к ним поперечную деревянную планку

**Поставить кого-нибудь так, чтобы он не мог поднять ногу.**

Этот опыт не требует никаких приспособлений. Поставьте кого-нибудь к ровной стене или к двери так, чтобы пятки касались стены. Центр тяжести прямостоящего человека окажется так далеко впереди, что равновесие сохраняется только благодаря носкам ног. В этом положении никто не может поднять ноги, если не согнет колено.

**Посадить кого-нибудь так, чтобы он не мог встать.** Вам, наверное, приходилось замечать, что при известном положении нашего тела бывает очень трудно или даже совсем невозможно встать со стула. Так, например, если вы положите сидящему на стуле человеку его руки на колени и попросите его вытянуть ноги вперед, то вы увидите, что человек, принявший

такое положение, не может встать потому, что центр тяжести в данном случае лежит далеко позади и равновесие сохраняется только стулом. Когда же сидящий подтянет ноги и наклонит туловище вперед, то есть приблизит центр тяжести к ступням ног, то он легко встанет.

**О центробежной силе.** Привяжите к шнуру камень и начните его вращать. Вы сейчас же заметите, что чем быстрее вы будете вращать камень, тем сильнее будет натягиваться шнурок – это происходит оттого, что при вращении камня развивается сила, которая стремится отбросить его от центра вращения, то есть от руки. Физики называют эту силу центробежной. Уже молодой Давид имел понятие об этой силе, выпуская смертоносный камень из пращи в голову Голиафа. Вообще все тела, вращающиеся вокруг одной точки, имеют стремление удалиться от этой точки. Действительно ли это так? – спросит любознательный читатель. Ведь мы знаем, что планеты вращаются вокруг Солнца, а Луна вокруг Земли, почему же они не улетают в пространство? Действительно, это бы и случилось, если бы в природе не существовало силы противоположной центробежной, а именно силы центростремительной, которая притягивает тела друг к другу. И как мудро это устроено; если бы действовала только центростремительная сила, то Луна упала бы на Землю, но от этого ее удерживает равная ей центробежная сила!.. Эти две силы действовали всегда и будут действовать вечно как на нашей Земле, так и во всем необъятном мировом пространстве.

**О давлении воздуха.** Окружающий нас воздух, по-видимому столь легкий, прозрачный и невещественный, в действительности обладает тяжестью, или весом, и, как мы увидим ниже, весьма значительным, благодаря чему он и облегает плотно земной шар. Воздух можно взвесить так же, как куль муки или литр молока. Для этого прикрепляют к чувствительным весам стеклянный сосуд, вместимостью, например, 1 литр, и взвешивают его, а затем выкачивают воздух воздушным насосом, насколько это возможно, и снова взвешивают. Весы покажут, что сосуд стал легче на 1 грамм<sup>1</sup>. Значит, 1 литр воздуха весит приблизительно 1 грамм. Сколько же весит весь воздух или как велико давление воздуха на один квадратный сантиметр поверхности земли? Опыты показали, что давление это равняется 1 килограмму<sup>2</sup>, отсюда нетрудно вывести чрезвычайно любопытное заключение, что поверхность человеческого тела, представляющая при среднем росте 15 000 квадратных сантиметров, выносит давление в 15 495 килограммов. Вот какой страшный груз несет на себе каждый из нас! Его было бы слишком достаточно, чтобы совершенно раздавить нас, и если этого не происходит, то только благодаря тому, что давит он нас не только сверху. Воздух окружает нас со всех сторон, и давление его передается нашему телу во всех направлениях, вследствие чего уничтожается и его губительное действие. Воздух, со всей силой своего давления, свободно проникает в самые глубокие внутренние полости нашего организма, вследствие чего мы испытываем изнутри то же самое давление, как и снаружи, и таким образом давления эти взаимно уравниваются.

Теперь поговорим о воздушном океане, на дне которого человек живет как рыба в воде. С незапамятных времен люди старались подняться и плавать в этом воздушном океане. Из древней истории мы знаем о полете на крыльях Дедала с сыном Икаром. Эта и другие подобные легенды доказывают, что мысль о не достигнутом пока еще свободном полете явилась у человека в глубокой древности. Идея об устройстве воздушного шара принадлежит иезуиту Франциску Лану (1670). Затем в Португалии в 1709 году был действительно сооружен воздушный шар; в 1783 году братья Монгольфье, владельцы бумажной фабрики во Франции, выпустили шар, наполненный нагретым воздухом. Их шар представлял собой продолговатый мешок, открытый снизу для наполнения нагретым воздухом. Впоследствии была прикреплена

---

<sup>1</sup> 1 грамм равен 0,23 золотника.

<sup>2</sup> 1 килограмм равен 2,44 фунта.

к этому шару плетеная корзина, а первыми воздухоплателями в ней были баран, петух да утка. В октябре того же года впервые поднялся и завоевал царство эфира человек; это был Пилатр де Розье. Корзина была придумана физиком Шарлем, который затем применил в качестве подъемной силы, вместо нагретого воздуха, водород, а потом придумал разные приспособления, употребляемые и теперь, как, например, сетка, клапан для выпуска газа, балласт, якорь и т. п. В декабре 1783 года Шарль полетел в первый раз сам на шаре, наполненном водородом (который в 14 раз легче воздуха), и поднялся гораздо выше Розье. Эти два типа шаров и до настоящего времени носят названия их изобретателей – шары, наполняемые нагретым воздухом, называются монгольфьерами, наполняемые же газом – шарлиерами. Идя далее по пути усовершенствований, люди пришли к заключению, что самый главный недостаток шаров как летательных аппаратов – это то, что воздушные течения несут их произвольно и что спуститься в любой момент на землю можно, только выпустив газ, то есть шаром управлять невозможно. Современные шары содержат по несколько тысяч кубических метров газа; их делают из непроницаемой шелковой или бумажной ткани, снизу они снабжены особым рукавом для наполнения газом. Наполняются водородом или обыкновенным светильным газом – в зависимости от того, для какой цели и где снаряжается шар: газ дешевле и менее подвержен атмосферным влияниям, зато его подъемная сила почти в 7 раз менее водорода. При полетах для военных целей шары обыкновенно наполняются водородом, ибо подъемная сила шара должна быть настолько велика, чтобы могла поднять не только пассажиров в корзине, привязанной к веревочной сетке, в которой помещается шар, но и все необходимое для воздухоплателей: продукты, оптические и метеорологические инструменты, балласт и др. Балласт – это мешки с песком; он необходим для того, чтобы регулировать подъем шара, так же как и воздушный клапан. Высыпая песок из мешка, аэронавт облегчает шар и поднимается выше, а выпуская газ через клапан, уменьшает подъемную силу шара и начинает спускаться.

Шарлиеры из резины, наполненные водородом, продаются на улицах в больших городах за несколько копеек, но интересно его сделать и самому. Способ приготовления водорода изложен в последней главе этой книги. Лучше всего приготовить шар из коллодия, который, как известно, быстро испаряется и образует пленку. Для этого нужен не очень густой коллодий, бутылка емкостью 1–2 литра с широким горлом и совершенно чистая и гладкая внутри. Нужны еще две стеклянные трубки длиной по 30 сантиметров. Конец одной из трубок надо запаковать. Колбу и трубки можно приобрести в магазине наглядных школьных пособий.

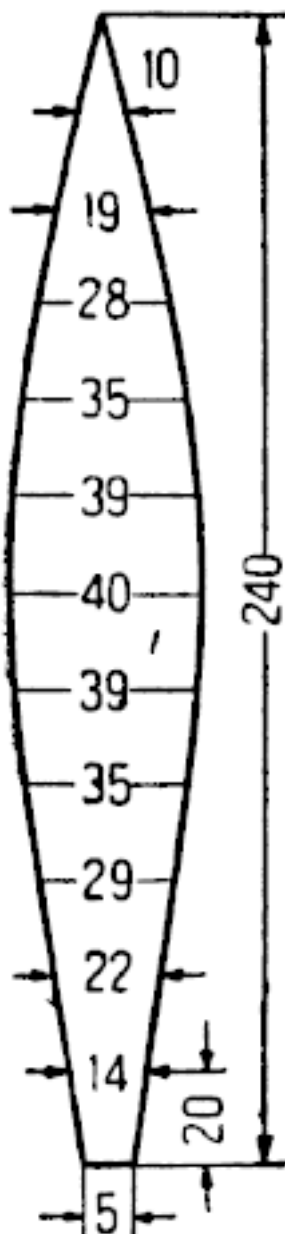
Налейте полрюмки коллодия в чистую сухую колбу и поворачивайте ее так, чтобы стенки и горлышко колбы покрылись тонким слоем коллодия, а излишек вылейте. Затем через открытую стеклянную трубку дуйте в колбу. Так вы просушите коллодий на стенках. Пленка образуется очень быстро, и ее надо снять, прежде чем она совершенно высохнет. Отделите коллодий у конца горлышка бутылки. Затем осторожно отделите пленку коллодия по всей длине горлышка колбы. Далее наденьте ее на стеклянную трубку и привяжите к ней мягким шнурком. Высасывая теперь воздух из этой трубки, можно мало-помалу отделить всю пленку от стенок колбы. При этом трубка с запаянным концом может помогать отделению пленки от стенок.

Сморщенный шар, вытасенный из колбы, надуйте и окончательно просушите. Края отверстия шара обыкновенно получают покрытыми толстым слоем коллодия. Чтобы шар был легче, подрежьте их ножницами. Наполнить шар газом очень легко. Положите его на стол, выдавите руками весь воздух и наденьте шар на отверстие газовой горелки. Затем привяжите шар мягкими нитками и откройте газ. Когда шар наполнится газом, снимите его, потуже затяните нитку, которой он был привязан к горелке. Вот и все. Большой легкий шар очень легко поднимается.

**Монгольфьер.** Нетрудно построить самому и монгольфьер из папиросной бумаги. Шар-монгольфьер склеивается из полосок папиросной бумаги, заостренных с обеих сторон. На рис. 13 показана выкройка одной части шара-монгольфьера, диаметром 1,5 метра.

Прежде всего пропорционально увеличьте все размеры нашего рисунка до желательной величины и вырежьте из тонкого картона или плотной бумаги шаблон. Чтобы шаблон был правильным, лучше всего сложить его вдвое вдоль по длине и проверить, получились ли одинаковыми обе стороны его. Теперь заготовьте полоски папиросной бумаги. Полоски должны быть длиной 2 метра 40 сантиметров, но бумаги такой длины достать нельзя; поэтому придется склеивать полоски из нескольких листов. Чтобы шар получился красивым, можно взять бумагу разных цветов.

Для нашего шара нужно 12 полосок бумаги. Вырежьте все полоски точно по шаблону и тогда беритесь за их склейку. Склеивать шар одному неудобно, придется обратиться к товарищам за помощью. Когда будете вырезать полоски из папиросной бумаги, не забудьте оставить со всех сторон добавочные кромки шириной по полсантиметра. Эти кромки уйдут на швы при склеивании полосок. Швы надо склеивать постепенно, пользуясь крахмальным клейстером.



*Рис. 13*

Сначала склейте полоски по две: получится нечто вроде шести лодочек. Затем лодочки склеиваются по две, и наконец остается сделать только один последний шов. Это самое трудное дело. Когда справитесь и с этой работой, оклейте шар снизу кольцом из бумаги шириной 4–5 сантиметров. Папиросная бумага для кольца должна быть сложена вдвое по длине так, чтобы конец шара из папиросной бумаги оказался оклеенным кольцом с обеих сторон. Это кольцо нужно для устойчивости монгольфьера в полете, и, кроме того, оно делает монгольфьер более прочным.

Сверху монгольфьера наклейте шляпку из папиросной бумаги – кружок – диаметром 10–13 сантиметров. При склейке шара, как бы аккуратно вы ни старались это сделать, на макушке его все же останутся несколько щелей, которые нужно покрыть шляпкой.

Готовый шар просушите на примусе и во время просушки заклейте маленькими заплатками мелкие дырочки, которые могли получиться при склейке. Просушку надо обязательно проводить в помещении, так как порыв ветра может испортить всю работу.

Пускать шар нужно в тихую погоду, иначе его трудно наполнить горячим воздухом, а небольшой порыв ветра может раздуть пламя и поджечь монгольфьер.

Разведите во дворе небольшой костер из бумаги и стружек, облитых керосином. Костер лучше всего разводить в старом ведре, а над ведром поместить большую опрокинутую воронку. Воронка направит горячий воздух в отверстие. Два-три человека пусть держат шар за нижнее кольцо над костром, а двое во время наполнения должны поддерживать его с боков.

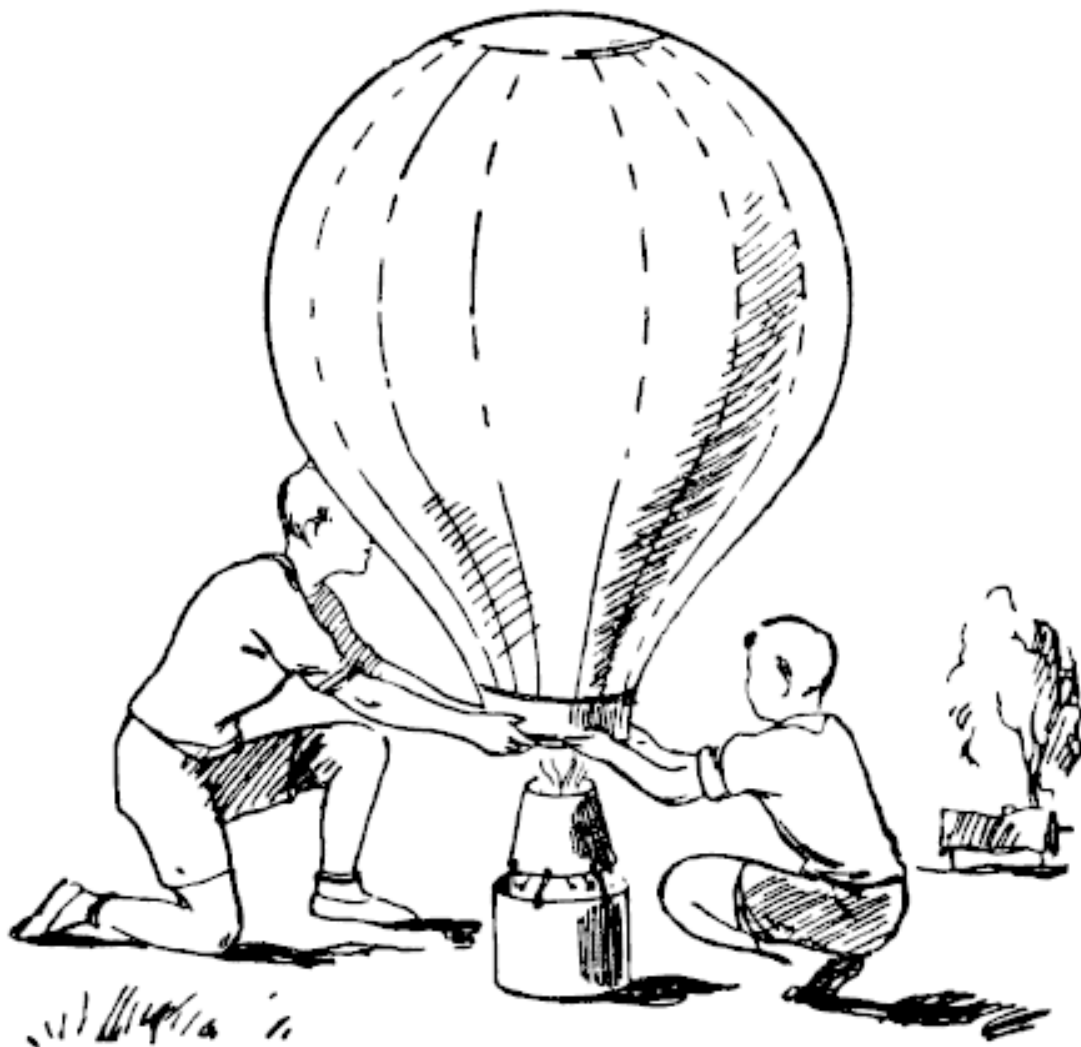


Рис. 14

Когда шар наполнится горячим воздухом, его нужно держать только за кольцо (рис. 14). В тот момент, когда почувствуется легкая тяга шара вверх, его можно отпустить всем сразу по команде; если кто-нибудь замешкается, шар может пойти боком и потерять при этом горячий воздух.

Если сделать шар из цветной папиросной бумаги и расписать его яркими красками, – это будет очень красивое зрелище. Такие шары можно пускать на различных авиационных праздниках.

**Опыты с барометром.** Как бы сильно облака ни закрывали от воздухоплавателя землю, он может в любой момент довольно точно определить, на какой высоте он находится над поверхностью земли. Вы спросите, каким образом это возможно?

Определение высоты производится при помощи прибора, называемого барометром. Простейший барометр – это запаянная с одного конца и открытая с другого стеклянная трубка, длиной около метра, наполненная ртутью и опрокинутая в чашечку с ртутью. В трубке ртуть опускается, и над ней образуется пустота. Ртуть, конечно, не выливается из трубки, потому что ее удерживает давление воздуха на ртуть в чашечке, и от величины этого давления зависит высота ртутного столба.

Давление в каком-либо месте зависит от высоты находящегося над ним столба воздуха. Когда воздухоплаватель поднимается в верхние слои атмосферы, то давление там становится меньше, чем было внизу, и поэтому ртуть в барометре будет опускаться, и тем ниже, чем выше поднимется воздухоплаватель. Если нанести на трубку ртутного барометра деления, соответствующие высоте, то по положению уровня ртути можно измерять высоту подъема. Однако ртутные барометры неудобны для полетов. Вместо них применяются обычно металлические, так называемые барометры-анероиды. Если вам удастся достать барометр-анероид, то с ним можно будет проделать интересный опыт.

Прибор этот так чувствителен, что не нужно непременно высоко подниматься, чтобы заметить изменения его показаний. Выйдите во двор, держа его прямо перед собой, слегка ударьте по нему пальцем, чтобы облегчить перемещение стрелки, и, заметив показание стрелки, взойдите на второй этаж дома. Здесь опять слегка стукните пальцем по анероиду, и вы сразу заметите, что стрелка отойдет назад. Когда вы подниметесь на четвертый или пятый этаж, положение стрелки переменится уже довольно значительно. Но сколько бы вы ни ходили по комнатам одного какого-нибудь этажа, не изменяя высоту, – стрелка будет оставаться неподвижной.

**Воздушный змей.** Все вы знакомы с обыкновенным воздушным змеем и, может быть, даже сами запускали его.

Змей всегда запускается против ветра. Вы быстро бежите, и змей поднимается в воздух. Чем сильнее ветер, тем медленнее можно бежать. При сильном ветре змея можно запустить стоя на одном месте. Время от времени слегка отпуская нитку, можно добиться того, что змей будет подниматься еще выше. Змей летает потому, что его плоскость имеет наклон, и ветер, напирая снизу, поднимает его вверх. Чем сильнее дует ветер, тем сильнее он нажимает на змея и тем лучше поднимает его. При слабом ветре давление недостаточно, и запускающему приходится бежать, чтобы увеличить давление.

Самый простой змей – это квадратный кусок тонкой бумаги, натянутый на легкий каркас из дранок. С одной стороны к квадрату привязан длинный хвост, чтобы удерживать змея всегда в наклонном положении. Хвост змея, кроме того, поддерживает устойчивость его в полете, не дает ему кувыркаться. Снизу к раме привязываются нитки, на которых запускается змей.

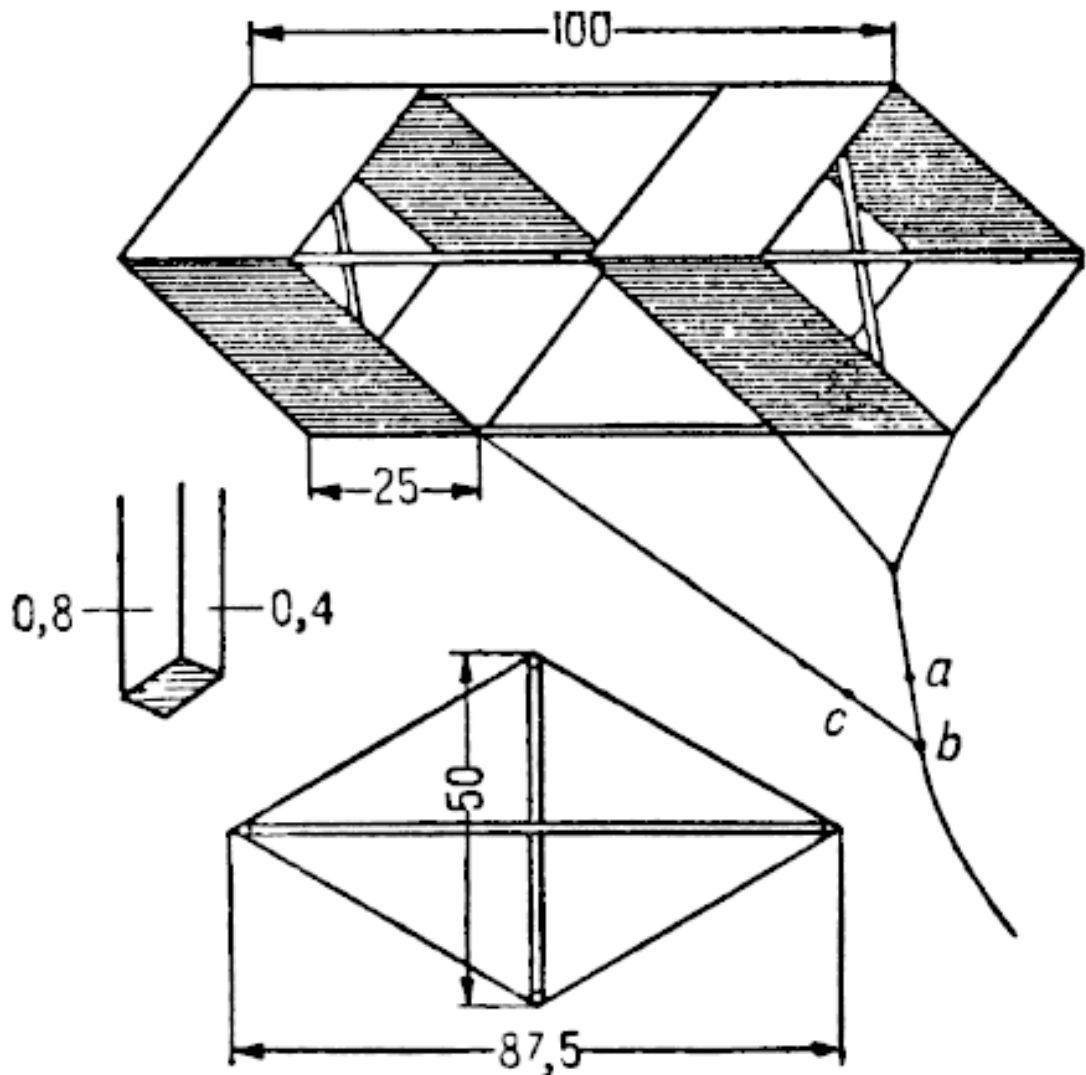


Рис. 15

Существуют конструкции змеев и совсем иного типа.

Хорошо поднимается, например, коробчатый змей системы Поттера (рис. 15).

Две коробки, имеющие в сечении вид ромба, соединены продольными рейками. К тупым углам ромба привязаны нитки; на них запускается змей. Этот змей очень хорошо летает даже при тихой погоде и очень устойчив в воздухе.

Для изготовления его приготовьте 4 сосновые рейки длиной 1 метр, сечением 8 х 4 миллиметра, две рейки длиной по 87,5 сантиметра такого же сечения и две рейки длиной по 50 сантиметров такого же сечения. Рейки длиной по 87,5 и 50 сантиметров свяжите в два креста и к концам их привяжите концы длинных реек. Рейки должны быть из очень сухой и прямолинейной сосны, без сучков.

Теперь обтяните каркас полосками материи шириной 25 сантиметров, как показано на рис. 15. Материя нужна легкая, но плотная; очень хорошо тонкое полотно. Материю приколотите мелкими гвоздиками и слегка натяните.

Только не натягивайте очень сильно, иначе остов перекосится. Концы полосок материи сшейте. Если не найдете материи такой длины, чтобы ее хватило на весь каркас, можно сшить

ее из отдельных кусочков. Но сделайте это так, чтобы швы пришлись как раз на рейки. Если сумеете достать авиационный лак – эмалит, – очень хорошо покрыть им материю.

Затем нужно сделать так называемую путлю – шнурки, к которым привязывается леер – бечевка, служащая для запуска змея. Концы тонкой бечевки длиной 1 метр прикрепите к самому концу рейки, привязанной к тупому углу ромба. Это будет у нас передняя сторона змея. Второй конец этой бечевки привяжите на расстоянии 25 сантиметров от заднего конца змея, как раз там, где кончается обтяжка материи. Еще один конец второй бечевки прикрепите у конца обтяжки передней стороны каркаса. Вторым концом этой бечевки привяжите к середине петли, получившейся из первой бечевки. Теперь можно привязать леер. Место крепления леера зависит от того, при какой силе ветра запускается змей. При сильном ветре леер привязывается ближе к месту соединения двух бечевок, а чем ветер слабее, тем дальше. Буквой *a* показано у нас место крепления леера при сильном ветре, буквой *b* — при среднем и буквой *c* — при слабом.

Для того чтобы сделать змей прочным, можно изготовить еще две рейки длиной по 87,5 и 50 сантиметров, связать их крестом и укрепить внутри каркаса в том месте, где привязан конец первой бечевки.

**Летающий винт.** Когда мы запускаем змея, он стоит на месте, а движется ветер, нажимает на наклонную плоскость змея и поддерживает его.

Но можно заставить аппарат двигаться и летать в неподвижном воздухе. Мы уже видели, что если, например, бежать со змеем в неподвижном воздухе, то, двигаясь, он набирает высоту. Этого же можно достигнуть иным способом.

Пропеллер самолета представляет собой, в сущности, очень короткий винт с весьма глубокой нарезкой. Быстро вращающийся пропеллер ввинчивается в воздух и тянет за собой самолет.

Но можно сделать винт отдельно и заставить его быстро вращаться и летать. Возьмите катушку от ниток и прибейте ее гвоздиком к какой-нибудь рукоятке так, чтобы она легко вертелась на этом гвоздике. Если шляпка гвоздика небольшая и катушка соскакивает с него, подложите под шляпку кусочек жести. Сверху в катушку вбейте два тонких гвоздика, уже без шляпок, как показано на рис. 16, А.

Из полоски жести или латуни длиной сантиметров десять вырежьте фигуру пропеллера, пробейте аккуратно в середине две дырочки (рис. 16, Б) так, чтобы они свободно надевались на штифты, забитые в катушку. Возьмитесь пальцами за концы пропеллера и изогните их винтообразно; концы пропеллера должны получиться почти под прямым углом один к другому.

На катушку плотно намотайте прочную нить длиной примерно в полметра, наденьте пропеллер на штифты катушки и сильно дерните за нитку. Катушка, а с ней и пропеллер быстро завертятся, и вдруг пропеллер соскочит с катушки и взлетит высоко вверх.

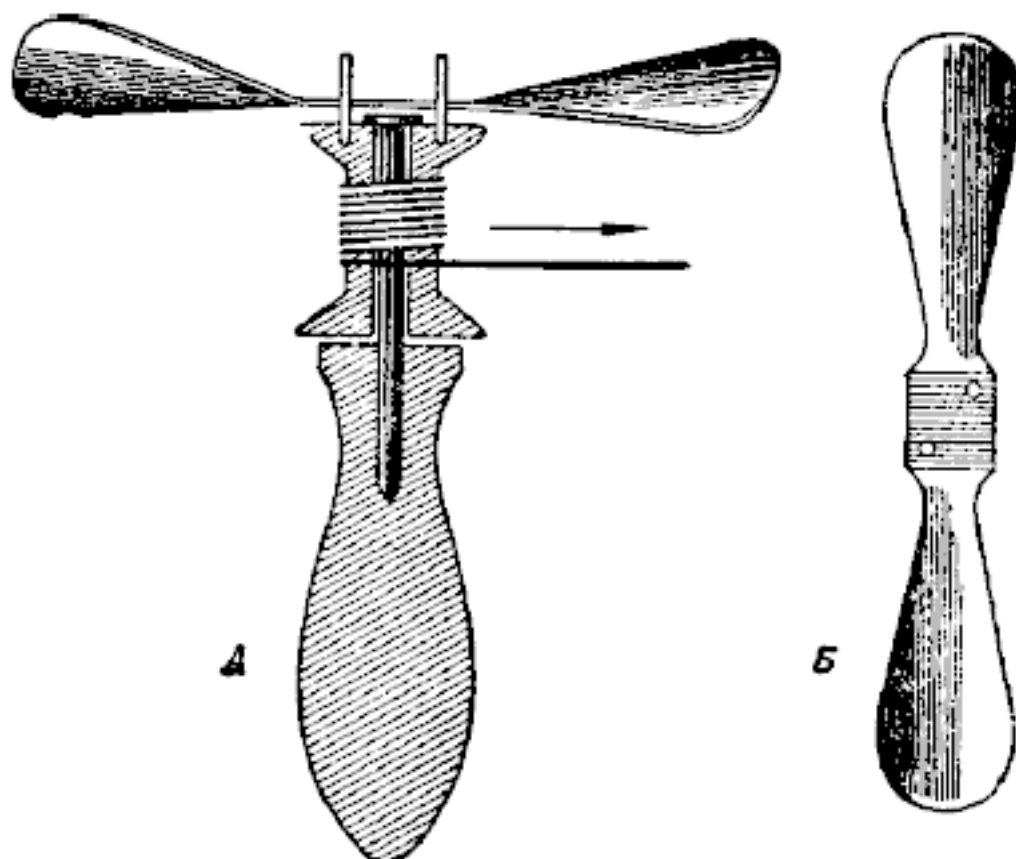


Рис. 16

Попробуйте по-разному изгибать пропеллер и добейтесь того, чтобы он поднимался на 10–12 метров. Только будьте осторожны: быстро вращающийся металлический пропеллер может наделать бед, если налетит на человека или какие-либо хрупкие предметы.

**Бабочка.** Есть очень забавная летающая игрушка, похожая на бабочку. В то время, когда самолеты еще еле отрывались от земли, она приводила всех в восторг полетами к потолку комнаты. И теперь она бывает в продаже, но мы ее можем сделать и сами.

Возьмите две тонкие щепочки *a* и *б* длиной по 14 сантиметров и шириной полсантиметра и вклейте их концы параллельно друг другу в две половинки крепкой и плотной пробки *A* и *B* (рис. 17). Толщина пробки должна быть 4–5 миллиметров. Выстрогайте еще две тонкие лучинки *л* и воткните их в пробку *A* так, как показано на рисунке. Эти лучинки должны быть немного согнуты. Согнуть их легко. Смочите лучинки водой, загните, завяжите в этом положении нитками и подержите над огнем. Когда лучинки высохнут, можно спокойно развязать нитки: изгиб почти не изменится.

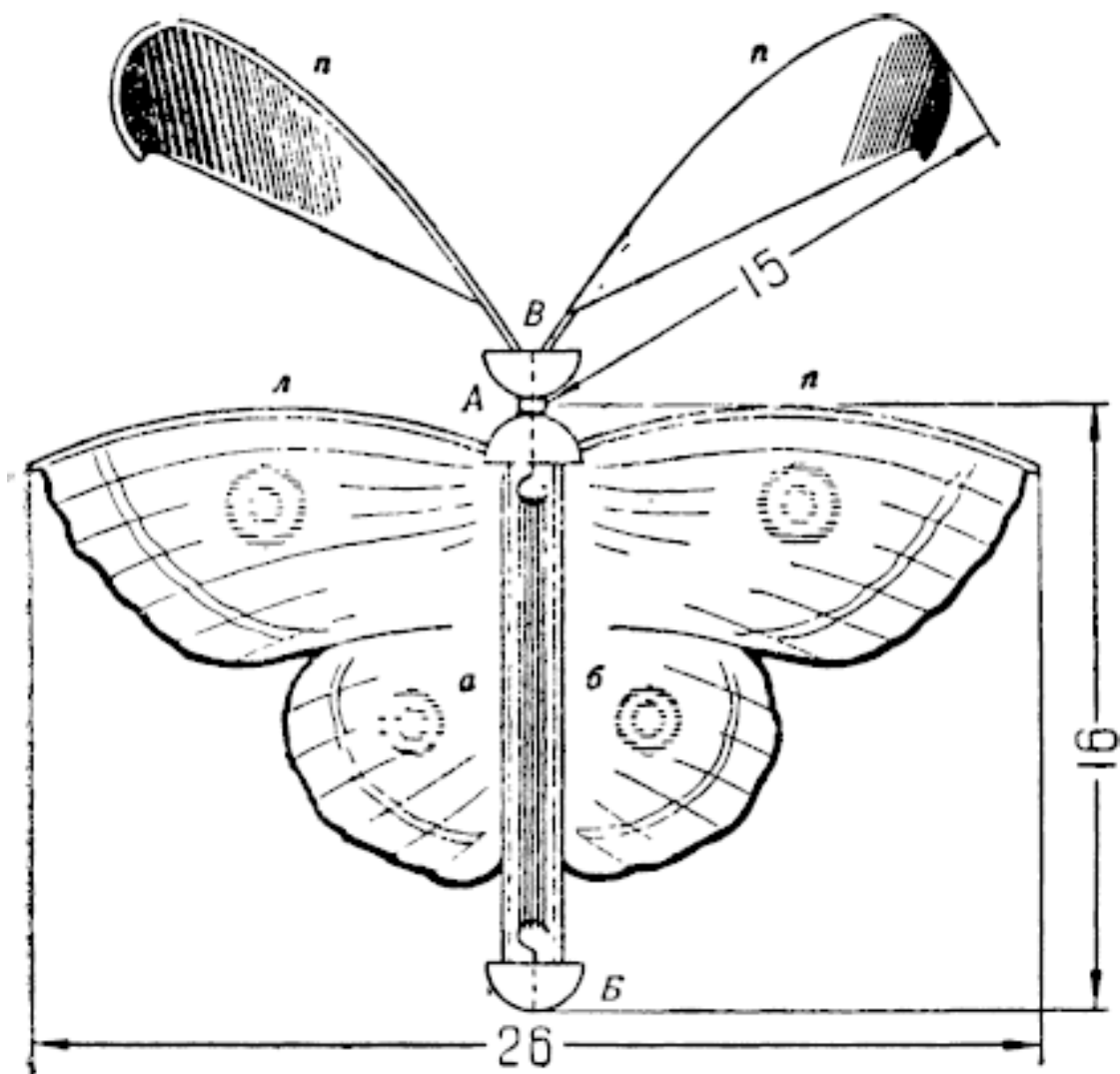


Рис. 17

Прямые лучинки каркаса бабочки и изогнутые – для крыльев – хорошенько вклейте в пробки столярным клеем. Вырежьте из папиросной бумаги крылья бабочки и приклейте их к лучинкам. Крылья можно разрисовать яркими красками. В половинку такой же пробки, как для каркаса, вклейте усики *n* бабочки, также согнутые из тонких лучинок и оклеенные папиросной бумагой. Усики должны быть повернуты один к другому так, как повернуты лопасти пропеллера, потому что они будут вращаться и тянуть бабочку.

Из тонкой крепкой проволоки, например из английской булавки или скрепки для бумаги, сделайте крючок, проткните его сквозь пробку *A*, затем наденьте стеклянную бусинку, пропустите ось крючка сквозь пробку *B* усиков и закрепите в ней, загнув проволоку. Эта ось с крючком должна очень легко вращаться в пробке *A*. Лучше всего, кроме бусинки, проложить еще по обе стороны ее маленькие жестяные кружки.

Между крючками натяните 8—10 тонких резиновых нитей сечением 1x1 миллиметр. Такие резиновые нити употребляют авиамodelисты для летающих моделей самолетов. Резинки не следует сильно натягивать.

Возьмите бабочку двумя пальцами левой руки за пробку *A* а правой закрутите резинки, поворачивая голову бабочки. Когда вы отпустите голову, резинки станут раскручиваться и завертят усики. Тогда выпустите бабочку из левой руки, и она быстро взлетит под потолок. Она

очень смешно трепещет крыльями, летает вправо и влево, кувыркается и наконец, медленно, все так же трепыхаясь, опускается вниз.

Главное при изготовлении бабочки – то, что она должна быть легкой, но прочной. При закручивании резины она не должна ломаться. Чем сильнее накрутите резину, тем лучше полетит бабочка. Только при закручивании усиков нужно обращать внимание на то, как они изогнуты.

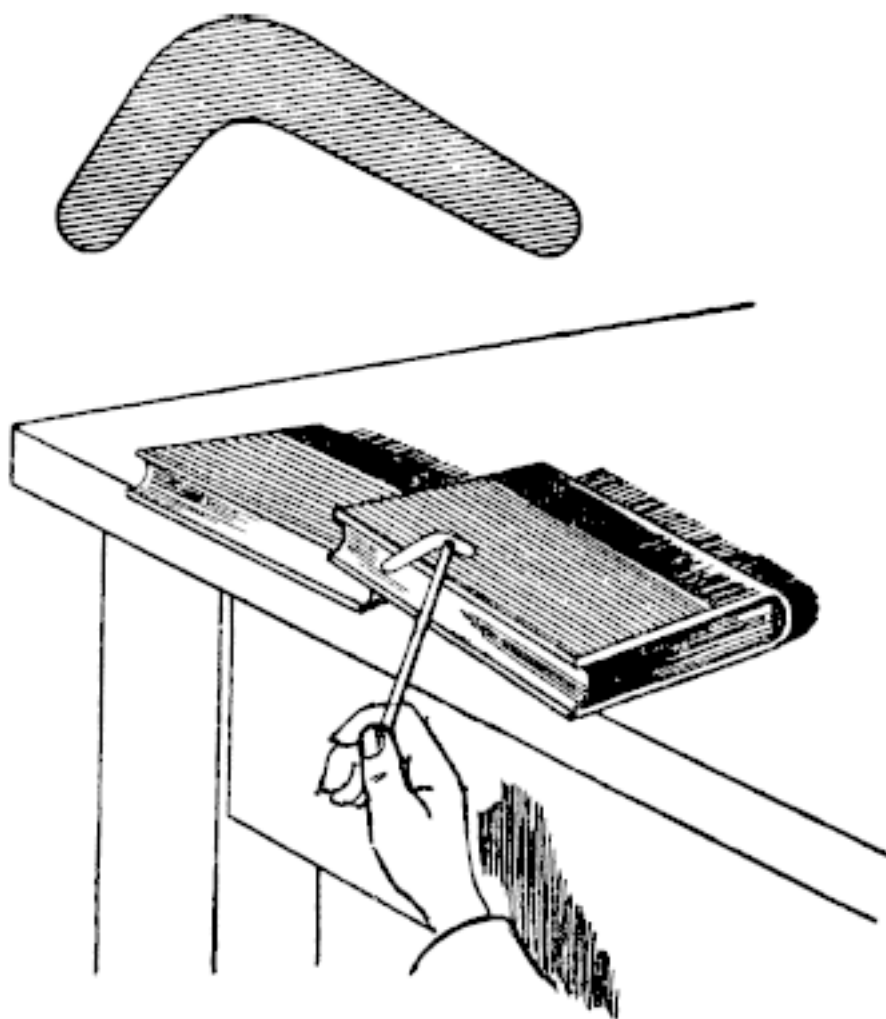
Может получиться так, что бабочка не поднимется вверх, а с силой ударится о пол и сломается.

**Бумеранг.** Бумерангом называется оригинальное метательное оружие австралийцев. Он представляет собой узкую серповидную дощечку; один ее конец немного длиннее другого.

В руках австралийских дикарей бумеранг крайне опасное оружие. Они сбивают им птиц с деревьев на расстоянии 50 и более метров. Когда же смертоносное оружие не достигает цели, оно, описав дугу, возвращается к ногам стрелка.

Можно самому сделать маленький бумеранг и пускать его в комнате.

Возьмите почтовую открытку и вырежьте из нее угольник с тупым углом изгиба. Одна сторона этого угольника, как и в настоящем бумеранге, должна быть немного длиннее, а значит, и тяжелее другой. На рис. 18 видна фигура маленького бумеранга. Размер ее большого значения не имеет. Если такой бумеранг поместить на край наклонно положенной книги и ударить палочкой по выступающему более длинному концу, то он, быстро вращаясь, полетит вперед и, описав дугу, возвратится к вам.



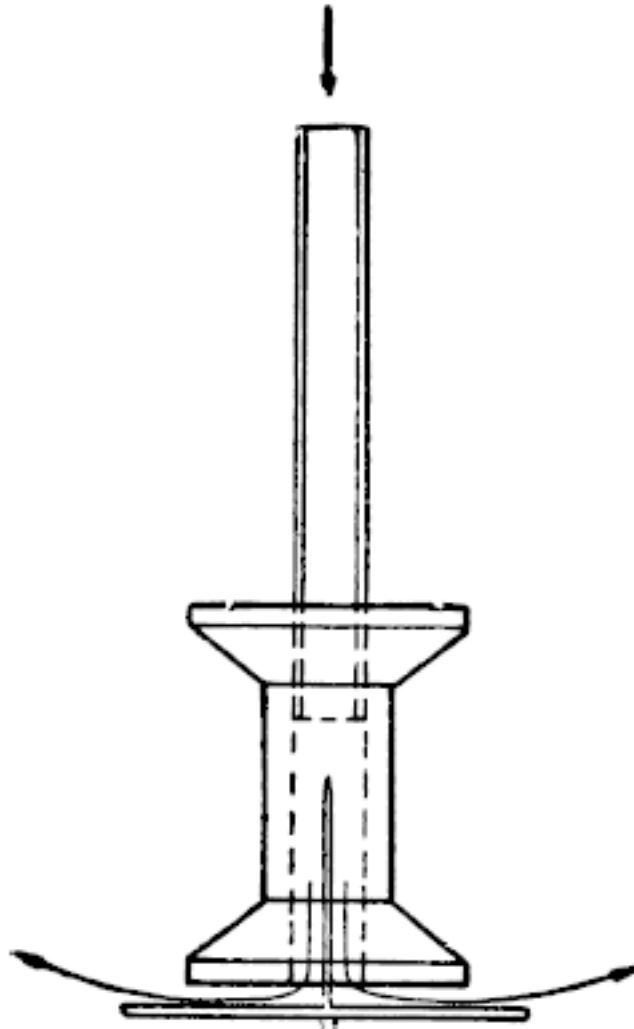
*Рис. 18*

Этот опыт не всегда удастся сразу, но, вырезав несколько бумерангов, можно найти такую форму, при которой бумеранг обязательно будет возвращаться обратно.

**Опыт с катушкой.** Для этого интересного опыта нужно иметь только старую катушку от ниток, кусок гладкого плотного картона, булавку и трубку. Вставьте трубку в катушку. Из картона вырежьте кружок диаметром 3 сантиметра и в центре его воткните булавку (рис. 19). Трубку с катушкой на конце возьмите в рот, снизу в катушку вставьте кружок с булавкой так, чтобы булавка вошла внутрь катушки, и сильно подуйте.

Вы думаете, что кружок моментально отлетит от катушки? Получается как раз наоборот: пока вы дуете, кружок держится у катушки и не падает, но, как только вы перестанете дуть, он сейчас же упадет.

Это происходит потому, что воздух, выходящий из катушки, быстро растекается в стороны параллельно кружку, причем понижается давление на картон с той стороны, которая обращена к катушке. В это же время давление окружающего воздуха поддерживает кружок с другой его стороны.



*Рис. 19*

**Шарик, танцующий в воздухе.** Еще примерно за сто лет до нашей эры александрийский ученый Герон произвел интересный опыт. На открытый конец изогнутой трубки он положил легкий шарик и затем в трубку нагнетал воздух. Шарик, поднявшись над концом трубки, как бы плясал в воздушной струе, не отлетая в сторону.

Этот опыт легко повторить. Наденьте на короткий конец изогнутой под прямым углом стеклянной трубки длиной около 25 сантиметров проволоку, согнутую спиралью (рис. 20, справа). Сделайте из бузиновой мякоти шарик диаметром примерно 1 сантиметр и положите его в эту спираль. Попробуйте подуть в другой конец трубки сначала слабо, а потом все сильнее и сильнее, – и шарик будет плясать в воздушной струе.

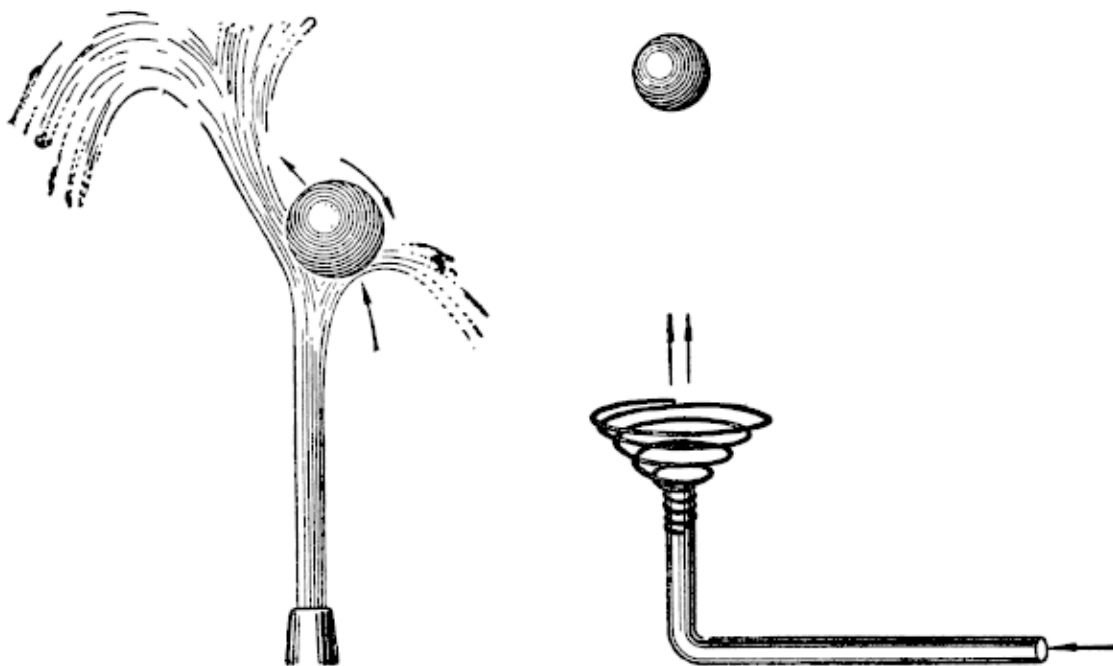


Рис. 20

Объясняется этот опыт довольно просто. Если струя обтекает шарик равномерно, он будет держаться в ней на какой-то высоте. Если же струя чуть отклонится ветром или шарик сойдет с середины струи, сейчас же произойдет вот что: скажем, правая половина шарика вышла из струи, она, значит, потеряла точку опоры, а на левую струя продолжает нажимать, вследствие чего шарик получает вращательное движение. Это хорошо видно на опыте с шариком в струе воды (рис. 20, слева). Он вновь как бы вкатывается в середину струи, не успев окончательно выскочить из нее.

**Как перевернуть стакан, наполненный водой, не пролив ни капли.** Налейте в какой-нибудь небольшой стаканчик со шлифованными краями воды до краев (можно и до половины) и наложите на него листок бумаги. Осторожно, придерживая бумагу ладонью, переверните стакан, а затем спокойно отнимите руку, – вода не выльется: воздух, давящий снизу на бумагу, удерживает воду. Без бумаги вода легко могла бы вылиться с какой-нибудь одной стороны, в свободное место проник бы воздух и вытеснил всю остальную воду.

**Струя, бьющая по приказанию.** Поставьте на деревянную подставку бутылку (рис. 21) с боковым горлышком. Такие бутылки продаются в магазинах школьных наглядных пособий. Вместимость ее должна быть примерно 1 литр. В оба горлышка бутылки с помощью резиновых

пробок вставьте две согнутые стеклянные трубки *А* и *Б*. Рядом с бутылкой на стол поставьте жестяной таз так, чтобы трубка *А* не доходила до дна таза. Этот таз должен иметь кран или трубку с резиновым рукавом для выпуска воды.

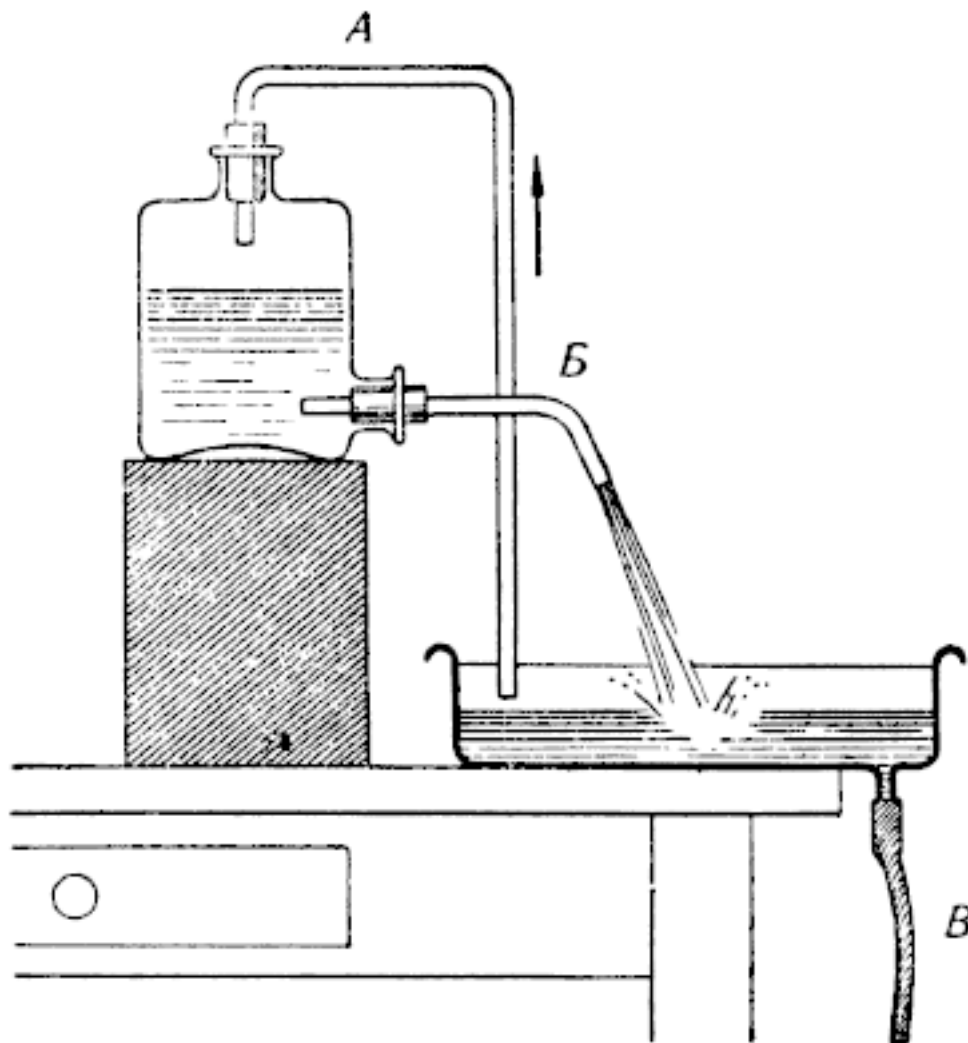


Рис. 21

Закройте отверстие трубки *Б*, выньте пробку из верхнего горлышка бутылки и налейте в нее воду. Затем заткните верхнюю пробку. Из трубки *Б* вода может вытекать только тогда, когда через трубку *А* в бутылку будет попадать воздух. В этом легко убедиться, если заткнуть пальцем отверстие трубки *А* и открыть боковую трубку *Б*. Вода из нее не будет выливаться. Зажав трубку *В*, налейте воду в таз. Если в таз налить столько воды, чтобы она покрыла отверстие трубки *А*, можно смело открыть трубку *Б* – вода из нее не будет выливаться. Когда мы немного разождем трубку, выводящую воду из таза, уровень воды в тазе станет понижаться и наконец откроет отверстие трубки *А*. В этот момент из трубки *Б* начнет бить вода. Если приток воды из трубки *Б* идет быстрее, чем вода вытекает из таза, уровень воды в тазе снова повысится и закроет отверстие трубки *А*. Вода из бутылки опять перестанет вытекать, но вскоре уровень воды в тазе понизится, и все начнется сначала.

Про такую струю можно сказать, что она бьет «по приказанию». Если вы показываете этот прибор людям, незнакомым с его действием, то можете «командовать» струей.

Пустите воду из трубки *Б* и подождите, пока поверхность воды в тазе настолько повысится, что вот-вот закроет отверстие трубки *А*; тогда медленно скажите: «Остановись», и струя, к удивлению зрителей, остановится. Когда же поверхность воды в тазе опустится настолько, что отверстие трубки *А* скоро откроется, повелительно скажите: «Струя, бей», и она через секунду начнет бить. В действительности, конечно, не вы даёте «приказания» струе, а она вам.

**Сифон.** Кто мало знаком с законами физики, тот с трудом поверит, что вода в трубке может перелиться через горку без помощи насоса. Это, однако, возможно, но при двух условиях: 1) ведро для стока должно стоять ниже того сосуда, из которого вытекает вода, и 2) горка должна быть не выше 10 метров.

Чтобы понять действие такого приспособления, рассмотрим очень простой аппарат, носящий название сифон.

Короткий конец согнутой трубки вставляется в сосуд, откуда вытекает вода, а длинный – в пустую банку (рис. 22, *А*). Если предварительно набрать воду в трубку и опустить ее короткий конец в верхний сосуд с водой, то достаточно будет открыть нижнее отверстие для того, чтобы пошла непрерывная струя воды.

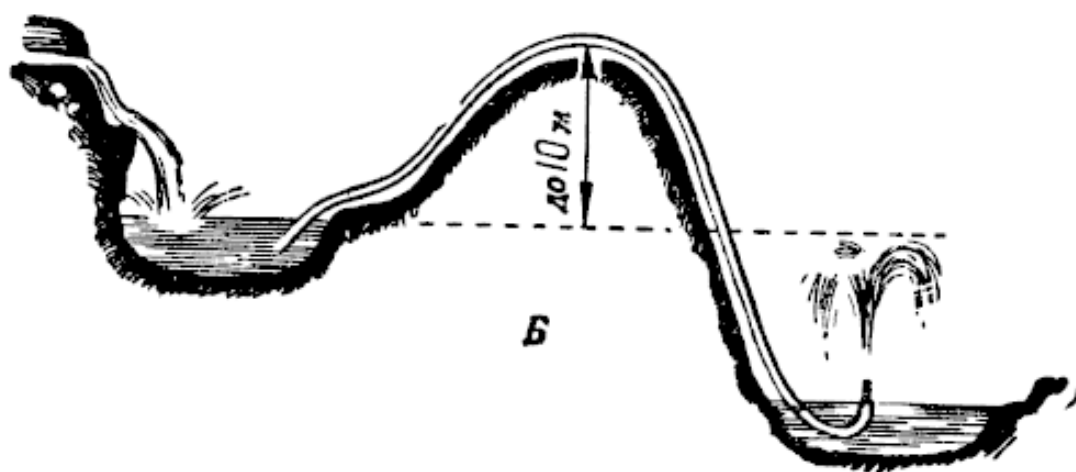
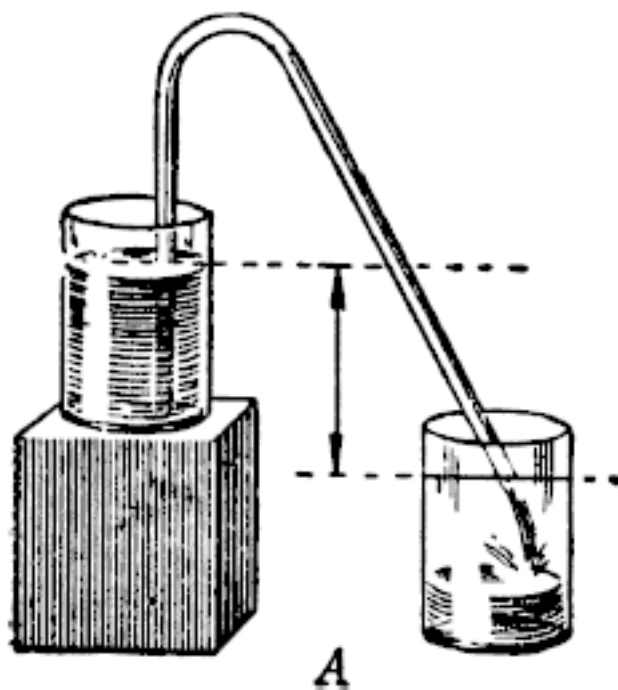
Вода будет литься до тех пор, пока полностью не опорожнится верхний сосуд.

Можно в верхний сосуд опустить конец пустой трубки, а затем втянуть воду ртом через длинный конец, после этого вода станет сама выливаться.

Чем объясняется действие сифона? На оба конца трубки воздух давит с одинаковой силой, и вода в них была бы в равновесии, если бы оба отверстия были на одном уровне. Но так как один конец сифона ниже другого, столб жидкости в нем тяжелее, чем в коротком колене. Поэтому вода выливается из этого более длинного конца, а атмосферное давление вгоняет воду в отверстие короткого конца. Таким образом, вода как бы непрерывно втягивается в короткий конец. На самом деле это давление наружного воздуха вгоняет воду в короткую трубку.

Опыт с сифоном очень хорошо произвести, воспользовавшись резиновой трубкой. Тогда можно наблюдать, что чем ниже опускать свободный конец трубки, тем быстрее будет выливаться вода, а если поднять конец трубки до уровня более короткой части сифона, вода совсем перестанет выливаться. Если же этот подвижной конец поднять вместе со вторым сосудом выше поверхности жидкости в верхнем сосуде, то вся вода из сифона выльется в верхний сосуд обратно. На рис. 22, *Б* показано, как можно провести воду из озера через горку и вывести ее в долину фонтаном.

При вытягивании из сифона воздуха ртом жидкость может попасть в рот, а так как сифоном часто переливаются вредные жидкости, например кислоты, то, чтобы обезопасить себя, придумали очень простое приспособление.



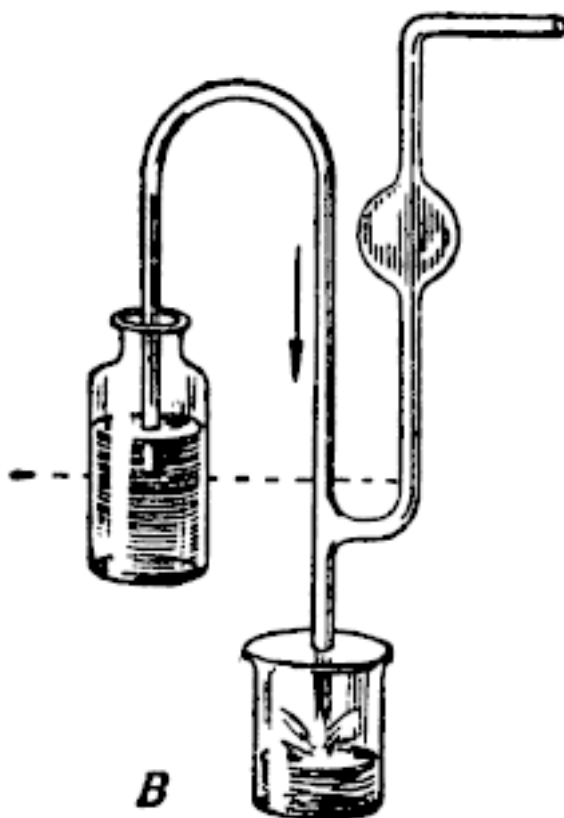


Рис. 22

Сбоку длинной трубки сифона приделали еще одну трубку так, чтобы она вошла в сифон нижним концом. Верхний конец этой добавочной трубки изгибается, и, кроме того, на ней делается небольшой шар (рис. 22, *B*).

Пользуются этим сифоном так. Сначала затыкают длинный конец сифона, то есть выходное отверстие, затем всасывают жидкость в боковую трубку Шар не дает жидкости попасть в рот, потому что, дойдя до шара, жидкость поднимается очень медленно, и втягивание ее можно прекратить. Теперь стоит только открыть нижнее отверстие сифона, и жидкость потечет из него.

**Шар Герона.** Атмосферный воздух обладает способностью сжиматься. В цилиндре с плотно вставленным в него поршнем можно, например, легко сжать 2 литра воздуха до объема 1 литра или еще меньше. Когда воздух сжимается, увеличивается, конечно, давление, которое он оказывает на стенки сосуда. Соразмерно с этим должна быть увеличена и прочность сосуда.

Физики Бойль и Мариотт открыли такой закон: если на данное количество всякого газа будет оказано вдвое, втрое и т. д. большее давление, то объем его уменьшится вдвое, втрое и т. д. раз. С другой стороны, если в один и тот же сосуд определенного объема нагнетать вдвое, втрое и т. д. большее количество воздуха, то во столько же раз возрастет и его давление. Это последнее свойство газа можно обнаружить при помощи простого прибора, называемого героновым шаром. Изобретение его приписывают знаменитому древнему математику и физику Герону Александрийскому.

Для этого опыта нужны только аптекарская склянка, пробка и заостренная стеклянная трубка.

Заполните водой примерно  $\frac{1}{5}$  часть склянки и пропустите трубку сквозь пробку почти до самого дна (рис. 23). Воздух в бутылке давит на воду с такой же силой, как и наружный воздух через трубку. Оба этих давления уравниваются, и вода остается в покое.



*Рис. 23*

Теперь возьмите в рот конец трубки и дуйте в бутылку насколько хватит сил. Воздух будет входить в бутылку сквозь воду в виде пузырьков. Как только вы вынете трубку изо рта, внутренний воздух, обладающий сейчас уже большим давлением, чем внешний, немедленно вытеснит воду через трубку, и из нее вылетит высокая струя. Фонтан будет бить до тех пор, пока есть вода в бутылке или пока давление воздуха в бутылке не сравняется с наружным.

**Геронов фонтан.** Геронов фонтан примерно то же самое, что и шар Герона. Разница только в способах сжатия воздуха.

Возьмите две бутылки с широким горлышком, чтобы можно было вставить в них пробки с двумя стеклянными трубками (рис. 24, А). Одну из бутылок поставьте на стол и налейте в нее почти до полна воды. В пробку этой бутылки вставьте суженную наверху стеклянную трубку,

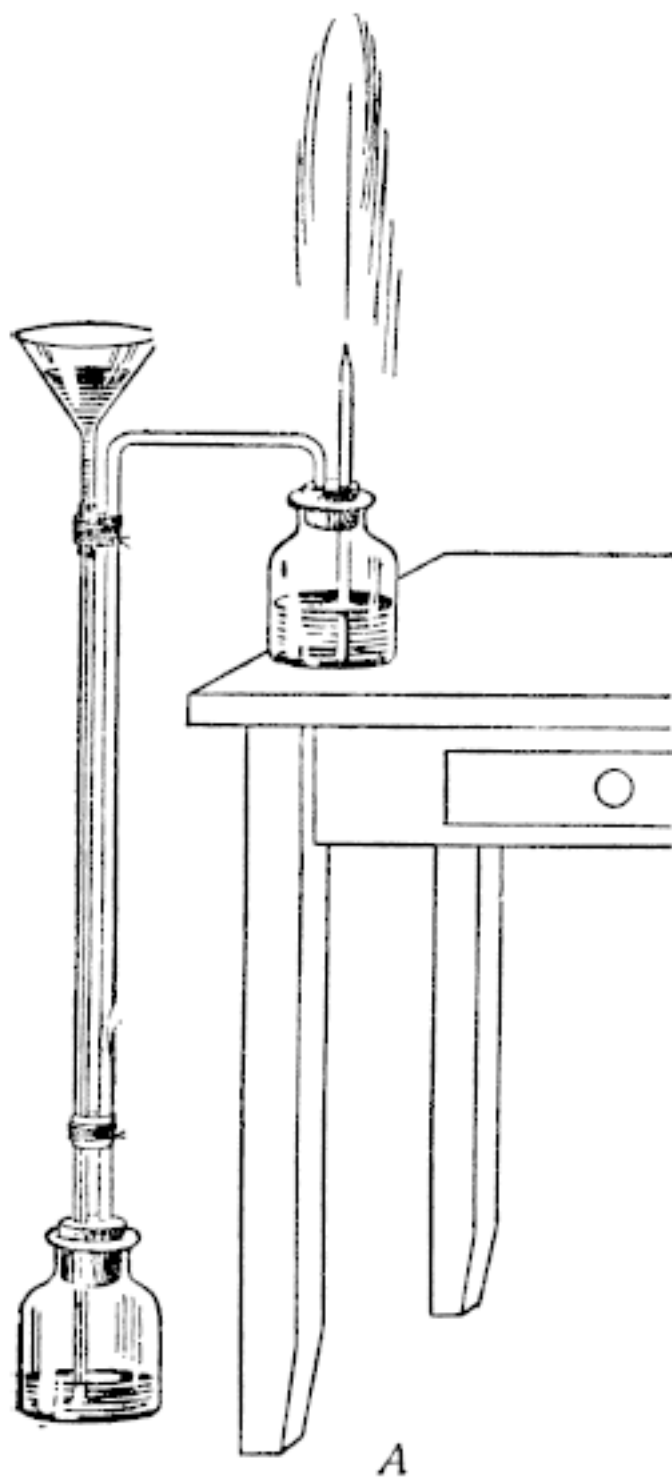
нижний конец которой должен доходить почти до дна сосуда. Вторую трубку изогните в двух местах. Эта трубка должна быть такой длины, чтобы она доставала до второй бутылки.

Вторую бутылку поставьте на пол или на стул. Конец второй трубки вставьте в пробку нижней бутылки, а рядом с ней вставьте в нижнюю бутылку еще одну длинную прямую трубку с воронкой на верхнем конце. Нижний конец этой трубки должен доходить почти до дна нижней бутылки. Изготовление фонтана закончено.

Если подуть в воронку, в нижней бутылке сожмется воздух, давление его передастся через изогнутую трубку в верхнюю бутылку, и из заостренной трубки станет бить фонтан.

То же самое получится, если лить в воронку воду. Наливая воду, заткните пальцем трубку фонтана. Вы увидите, что вода скоро перестанет выливаться из трубки с воронкой и наконец наполнит ее всю. В этот момент воздух в бутылке испытывает давление, равное атмосферному давлению, сложенному с весом водяного столба от уровня воды в воронке до нижнего конца трубки. Как только вы откроете трубку фонтана, из нее сейчас же брызнет вода, так как хотя и с этой стороны имеется атмосферное давление, но давление изнутри будет больше. Наш фонтан будет бить до тех пор, пока не наполнится нижняя бутылка или из верхней бутылки не вытечет вся вода.

Но можно устроить фонтан, действующий гораздо дольше. Такой фонтан можно сделать для аквариума с рыбками. Возьмите две большие жестяные банки *Д* и *Г* (рис. 24, *Б*), поставьте их одну на другую и соедините металлическими трубками. Банки должны быть не очень маленькими, емкостью литра по два или больше. Трубка *а* начинается почти от самого дна банки *Г*, проходит сквозь ее крышку, потом сквозь дно банки *Д* и выходит через ее крышку в бассейн *В*. Трубка *б* выходит из крышки банки *Г* и оканчивается под крышкой банки *Д*. Трубка *а* водонапорная, а *б* — сжимающая воздух. В центре бассейна *В* пропустите трубку *в*, доходящую почти до самого дна верхней банки. Все соединения ясно показаны на рис. 24, *Б*.



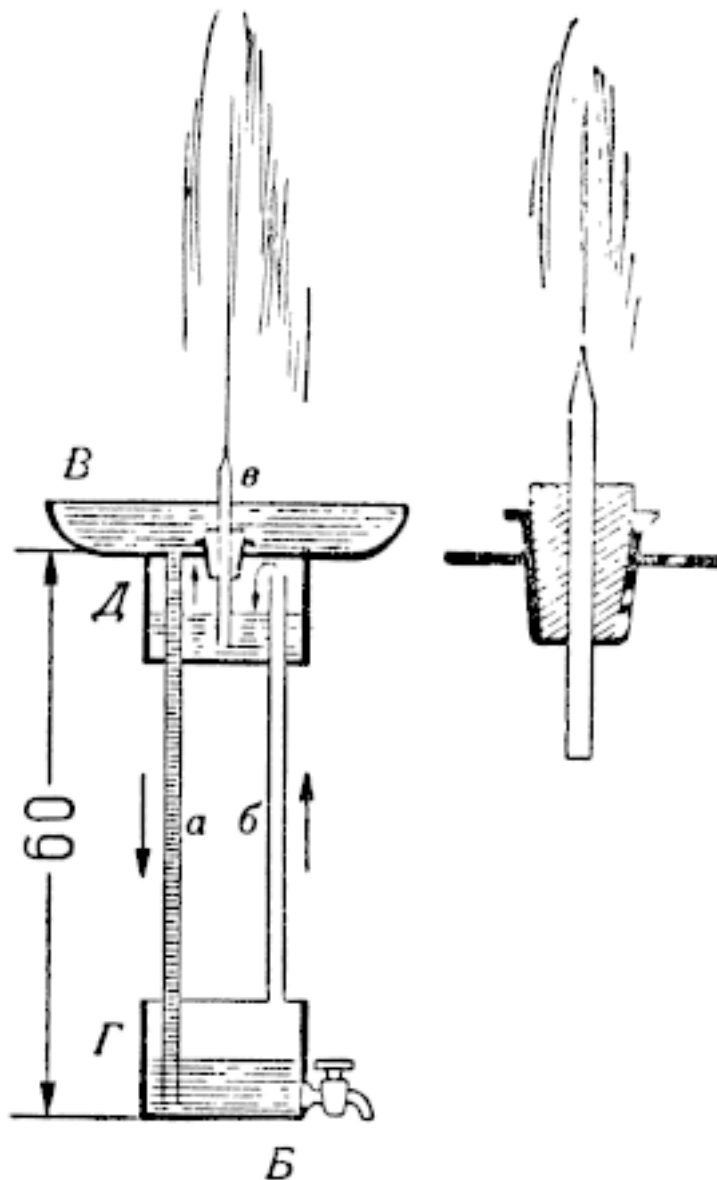


Рис. 24

Остается только привести фонтан в действие.

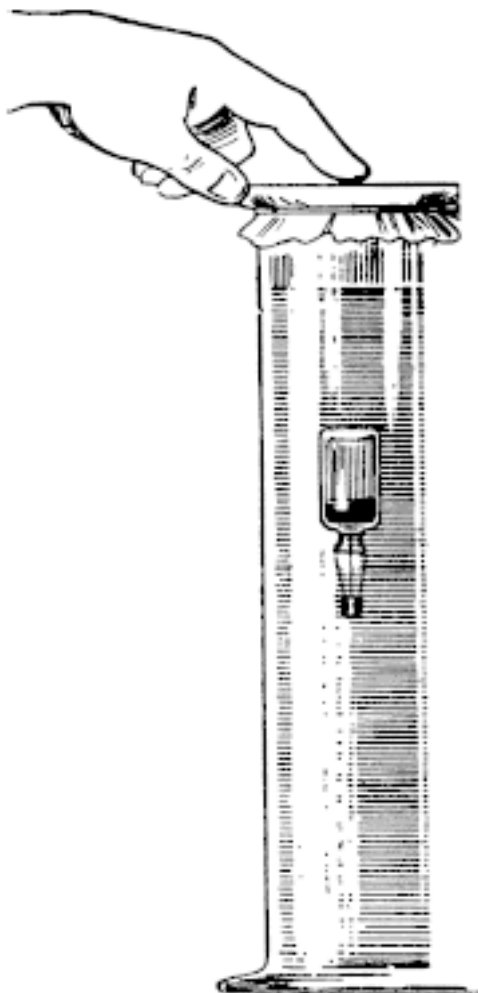
Выньте трубку *в* и налейте в верхнюю банку воду приблизительно до уровня трубки *б*. Затем вставьте трубку *в* на место и налейте воду в бассейн. Фонтан немедленно заработает. Действие воды и воздуха в этом фонтане такое же, как и в предыдущем опыте.

Так как вода, прибывающая в бассейн, стекает в нижнюю банку, понятно, что фонтан перестанет бить тогда, когда вся вода из бассейна выльется в нижнюю банку. Если емкость банок по 2 литра и отверстие трубки фонтана не более полумиллиметра, – фонтан бьет около получаса. Чем выше помещены банки одна над другой, тем сильнее бьет струя.

**Картезианский водолаз.** Это очень забавная игрушка. Ее легко сделать самому. Материалы нужны простые.

Купите в магазине наглядных пособий широкую цилиндрическую мензурку и достаньте кусок тонкой резины такого размера, чтобы она покрыла отверстие мензурки. Налейте в мен-

зурку воды почти доверху. К маленькой легкой бутылочке привяжите на трех-четырех нитках или проволочках маленькую чашечку или наперсток, как показано на рис. 25. В чашечку положите несколько дробинок. Это приспособление и есть водолаз. Опустите его осторожно в воду, чашечкой вниз. Бутылочка-водолаз будет плавать, так как вода не может войти внутрь его – не пускает воздух. Наклоняя бутылочку под водой, выпустите из нее немного воздуха или прибавьте в чашечку столько дробинок, чтобы водолаз еле плавал и от малейшего толчка опускался под воду.



*Рис. 25*

Когда отрегулируете плавучесть водолаза, накройте мензурку резиной, натяните ее и крепко привяжите. Теперь, как только вы нажмете пальцем на резину, водолаз пойдет ко дну. Отпустите палец – и он сейчас же всплывет.

Водолаз ныряет вот почему. Когда вы нажимаете на резину, воздух под ней сжимается и передает свое давление на воду. Через воду давление передается на воздух, оставшийся в маленькой бутылочке водолаза. Воздух в бутылочке сжимается, в нее входит вода, пузырек становится тяжелее и идет ко дну. Как только давление прекращается, воздух в бутылочке выгоняет воду, и водолаз всплывает.

Эту игрушку придумал лет триста назад великий французский ученый и философ Декарт, по-латыни – Картезиус. Поэтому игрушка Декарта была названа картезианским водолазом.

**Насосы и их устройство.** Кто внимательно прочтет это описание и проделает все опыты, тот сможет сам конструировать различные модели водоподъемных сооружений.

С давних пор было известно, что жидкость можно поднять в трубе при помощи поршня, плотно прилегающего к стенкам трубы. Для этого необходимо сначала передвинуть поршень до нижнего конца, затем опустить этот конец в жидкость и наконец поднимать поршень в трубе. При этом жидкость будет следовать за поршнем. В прежнее время это явление объясняли тем, что природа будто бы «не терпит пустоты» и поэтому якобы жидкость заполняет трубу, как только в ней образуется пустота при поднятии поршня. На самом деле воду поднимает только давление атмосферы.

Если поршень в трубе опустить до поверхности воды, воздух будет давить на поверхность поршня, как и на воду. Но как только мы потянем поршень вверх, под ним атмосфера уже не будет давить на воду и наружное давление погонит воду в трубу вслед за поднимающимся поршнем.

Чем выше столб воды, поднятой с помощью поршня в трубе, тем он тяжелее и его труднее поднимать вверх. Но как бы ни была длинна труба насоса, поршнем можно поднять воду не выше чем на 10,33 метра. Выше этого вода не пойдет, как бы мы ни поднимали поршень. Почему? Потому, что столб воды такой высоты весит столько же, сколько и столб воздуха, давящего на поверхность воды, равную площади поршня. Эти два веса уравнивают друг друга и ограничивают возможность дальнейшего подъема воды.

Теперь вы понимаете, почему в описании сифона было сказано, что колено сифона не должно быть выше чем на 10 метров от поверхности воды. При большей высоте столб воды в сифоне должен разорваться в колене и образовать пустоту – безвоздушное пространство.

Конечно, подъем воды поршнем на высоту 10 метров практически невозможен потому, что под поршнем всегда имеется некоторое количество воздуха. Очень хорошо, если таким насосом удастся поднять воду на высоту 8 метров.

Маленький насос нетрудно сделать самому. Для этого нужны только небольшие обрезки стеклянных трубок диаметром сантиметра два и круглые деревяшки, просверленные посредине. Посмотрите на рис. 26, А. На нем показан продольный разрез простого насоса из стеклянных трубок и деревяшек.

В нижнюю деревяшку вставляется снизу всасывающая трубка, а верхняя деревяшка нужна для того, чтобы правильно двигалась штанга поршня. Точно по внутреннему диаметру стеклянной трубки подыщите круглую деревянную палку. От этой палки отрежьте деревянные части для насоса. Стеклянные трубки нужны одна длиной 4 сантиметра, другая – 10 сантиметров. Кусок палки сантиметра три длиной просверлите посредине и сбоку. В боковое отверстие вставьте водоотливную трубку, а на оба конца наденьте заготовленные стеклянные трубки: короткую сверху и длинную снизу. Стекло с деревом соединяется сургучом.

Сначала обмажьте сургучом деревяшку, потом разогрейте над огнем трубку и сургуч на деревяшке, вставьте ее в трубку, слегка поворачивая из стороны в сторону. В нижний конец длинной трубки вставьте тоже просверленный в середине кусок палки длиной примерно 2 сантиметра. Сквозь это отверстие проходит всасывающая трубка. Третий кусок палки, длиной примерно 1 сантиметр, будет поршнем. Чтобы поршень легко двигался в трубке и не пропускал воздух, сделайте на нем кольцеобразный вырез и обмотайте шерстяной ниткой. Нитки надо намотать столько, чтобы она плотно прилегала к стеклу. Для облегчения движения смажьте ее маслом. В поршень вделайте проволочную ручку с кольцом на конце. Если бы поршень был сплошным, он при движении вверх поднимал бы воду за собой, а при движении книзу опять выталкивал ее обратно. Но нам нужно поднять воду в отливную трубку. Поэтому поршень устраивают так, чтобы вода могла сквозь него пройти вверх, а обратно уйти не могла. Для этого служат клапаны. Клапаны можно сделать разными способами. Простейший применен в нашем насосе. Он сделан вроде западни, которая собственной тяжестью закрывает отверстие.

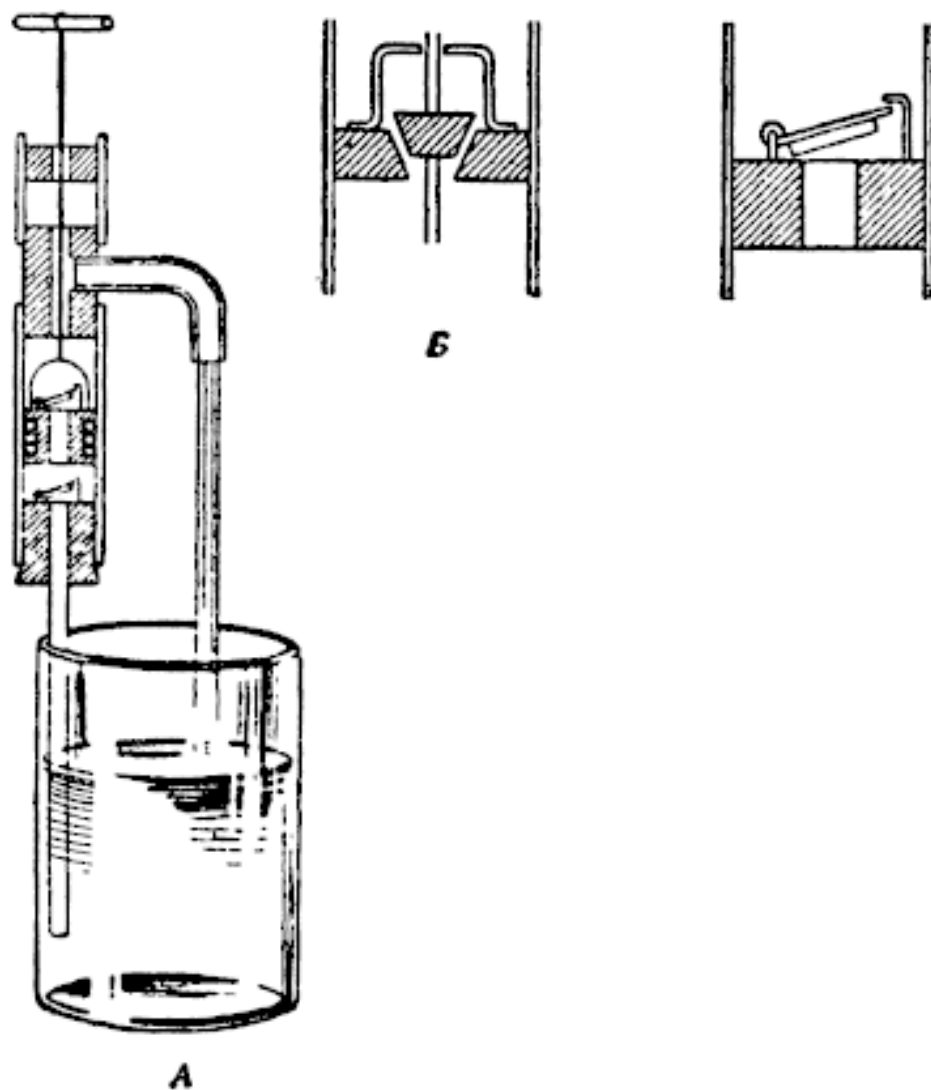
При напоре воды снизу он поднимается и пропускает воду. На этом основано устройство всех клапанов.

Маленький кусочек жести, изогнутый на одном конце в трубочку, прикрепляется проволоочной скобкой над отверстием поршня. Чтобы он плотно прикрывал отверстие, к нему снизу приклеивается сургучом кусочек кожи. Чтобы открытый клапан не мог откинуться в обратную сторону, напротив шарнира вбейте в поршень маленький кусочек проволоки: она будет удерживать край клапана. У нас на рис. 26, *Б* показана еще одна конструкция клапана; устройство и действие его понятны без описания.

В нашем насосе нужно поставить два клапана: один в поршне, другой у входного отверстия.

Насос действует так: когда поршень идет кверху, давление воздуха закрывает клапан поршня, а нижний клапан, уступая напору воды, стремящейся за поршнем, открывается. Как только вы перестанете тянуть поршень, нижний клапан своей тяжестью закроется, и вода из насоса не сможет вылиться обратно. Когда поршень пойдет вниз, она откроет клапан поршня и пройдет сквозь него вверх. Когда вы перестанете опускать поршень, клапан его закроется, и вода останется над ним. Следующим движением поршня кверху вы поднимете воду к отливному отверстию, а клапаны насоса будут действовать точно так же, как и в первом случае. Клапан поршня останется закрытым, а нижний, впускной, клапан откроется и впустит воду.

У нас получится обыкновенный всасывающий насос, который употребляется для поднятия воды с небольшой глубины.



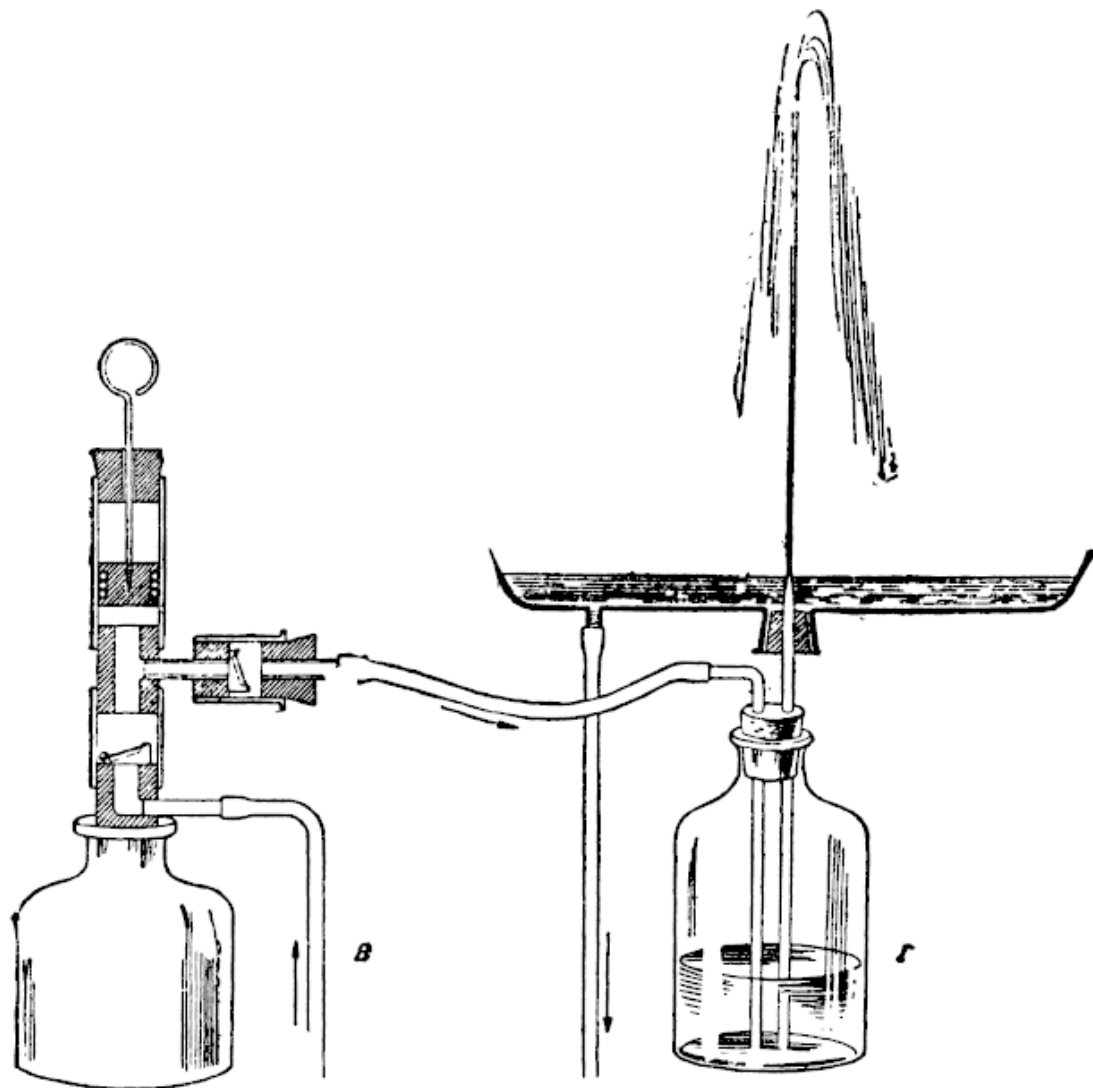


Рис. 26

Для того чтобы поднять воду повыше, лучше всего пользоваться нагнетательным насосом. Устройство этого насоса показано на рис. 26, *В*. Разница в устройстве поршней только в том, что верхний клапан нагнетательного насоса сделан не в поршне, а в отливной трубке.

Действие нагнетательного насоса также просто. Когда поршень поднимается кверху, воздух захлопывает клапан отливной трубы, а вода открывает нижний клапан, закрывающий всасывающую трубу. При обратном движении поршня закрывается нижний клапан и напором воды открывается клапан отливной трубы. Когда эта труба повернута концом кверху, нажимая поршнем на воду, можно поднимать ее на значительную высоту.

Если бы нам надо было поднять воду на высоту, скажем, 100 метров, то было бы очень неудобно применить всасывающий насос. Один насос не справился бы, их надо было бы поставить штук десять один над другим и последовательно перекачивать воду. Применение всасывающих насосов заставило бы нас воздвигнуть огромную постройку и тратить большую мощность для выкачивания воды.

Нагнетательный же насос можно поместить у самой воды. Так помещают всегда пожарные насосы.

Установка нагнетательного насоса не требует больших сооружений. Все дело в том, чтобы провести трубу от выходного отверстия насоса на нужную высоту. Сам же насос и машина,

приводящая его в движение, могут быть значительно выше. Когда поршень нагнетательного насоса поднимается кверху, выводящая трубка насоса закрыта. Значит, этот насос работает с перерывом при каждом подъеме поршня вверх.

Чтобы получить равномерную струю воды, к насосу пристраивается воздушный резервуар. На нашем рисунке это бутылка Г. Отливная трубка продолжена почти до дна ее. Другая такая же трубка проходит сквозь горлышко этой бутылки наружу. Через отливную трубку насоса вода поступает в бутылку, а через вторую трубку вытекает из нее.

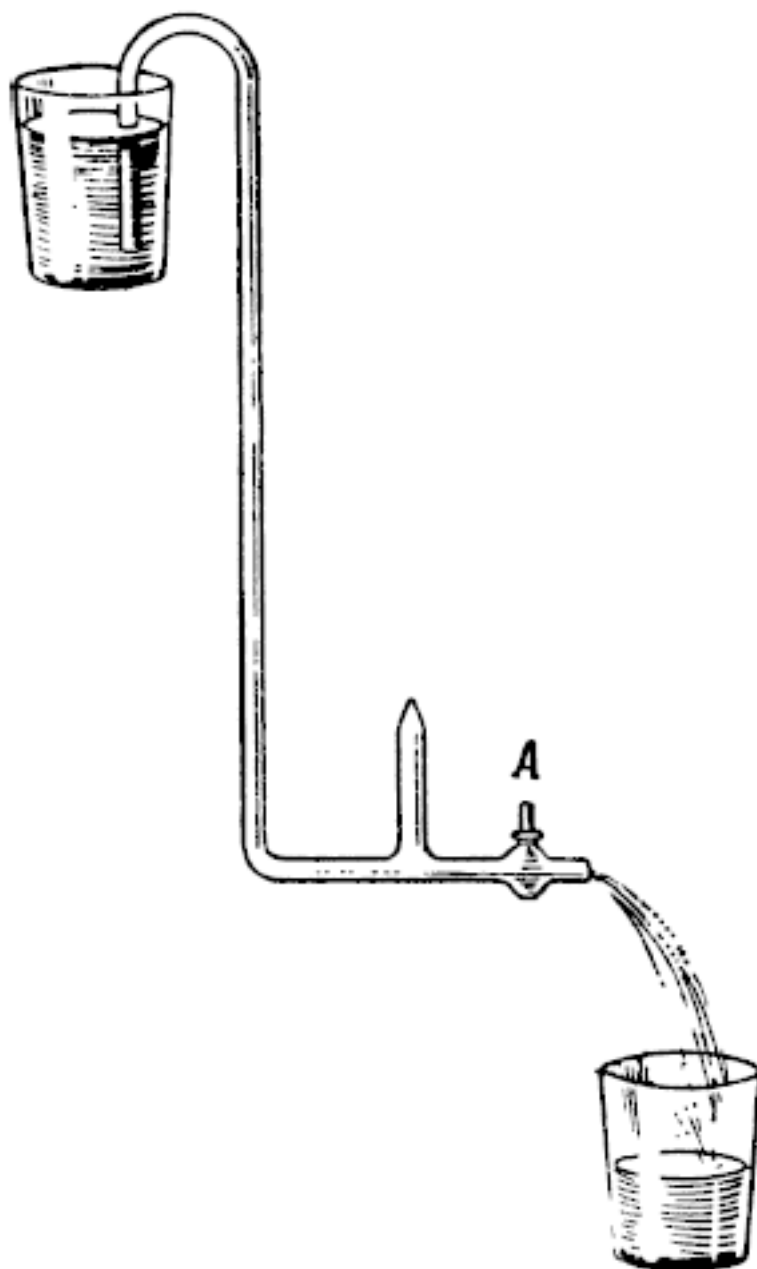
Конечно, как только вода закроет конец прямой трубки, воздух в бутылке начнет сжиматься, а через трубку насоса вода будет все время прибывать. Сжатый воздух заставит воду из бутылки подниматься по прямой трубке и выливаться наверху. Получается то же самое, что и в героновом шаре. В начале работы насоса вода не сразу пойдет из прямой трубки – внутри бутылки создается давление воздуха. Это давление будет регулировать выход воды из бутылки. Когда насос будет подавать воду, воздух будет сжиматься, а во время перерывов в подаче расширяться и продолжать выгонять воду.

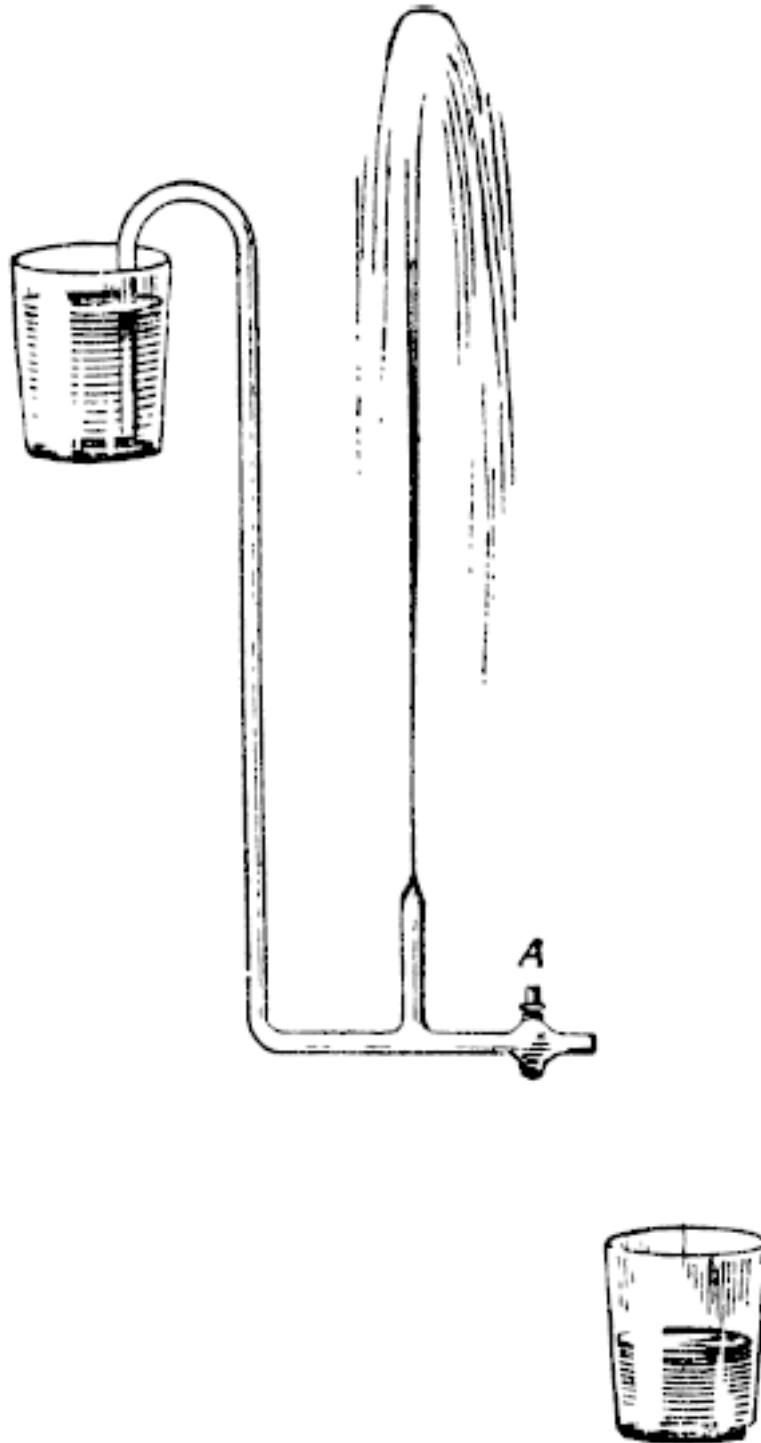
На этом принципе устроены пожарные насосы, в которых обычно два цилиндра и два поршня работают попеременно, а воздушный клапан дает равномерную струю.

**Самый простой комнатный фонтан.** Простой комнатный фонтан без всякого насоса или геронова шара можно устроить таким образом. Возьмите довольно большой сосуд, вместимостью несколько литров, налейте в него воды и поставьте повыше, например на шкаф. Через край сосуда перекиньте стеклянную трубку, согнутую дугой. Один конец ее должен доходить почти до дна сосуда, а на другой наденьте резиновую трубку. У нас получится сифон. Трубку протяните к тому месту, где должен быть фонтан. В конец резиновой трубки вставьте обрезок заостренной стеклянной трубки, направленной маленьким отверстием вверх.

Потяните ртом воздух из трубки, и вода брызнет вверх. Конечно, надо заранее установить бассейн для стока воды, а также устроить зажим из согнутой проволоки. Этим зажимом закроете трубку, когда почти вся вода вытечет из верхнего сосуда, иначе вам придется каждый раз снова высасывать из нее воздух.

Сифонный фонтан не может быть выше уровня сосуда, подающего воду. Струя даже не достигнет этой высоты. Но подогнать струю выше уровня сосуда можно другим способом. Если вы соберете трубки так, как показано на рис. 27, то эта конструкция, оказывается, сможет на короткое время выкидывать воду даже значительно выше верхнего сосуда.



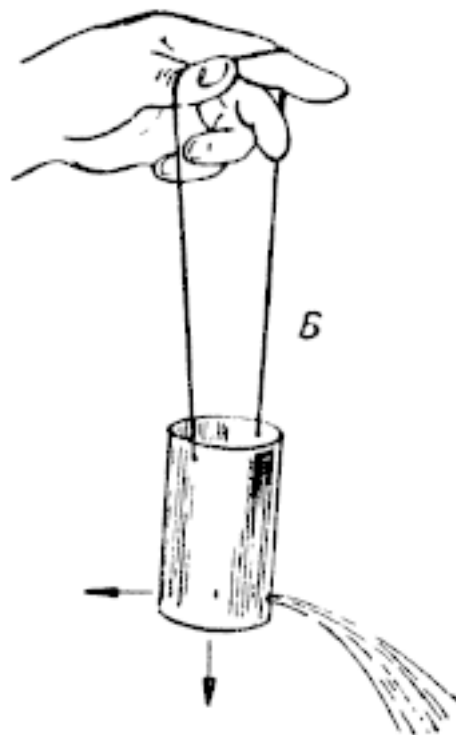
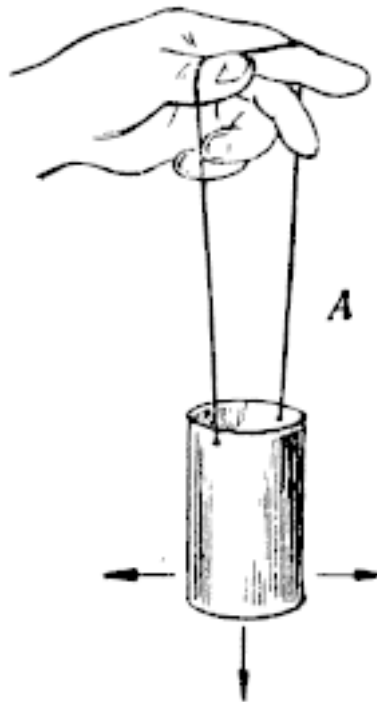


*Рис. 27*

Попробуйте во время работы фонтана на секунду открыть кран *A*, а потом очень быстро закрыть его. Струя фонтана мгновенно брызнет выше верхнего сосуда, потом она опять опустится до своей обычной высоты, и, сколько бы раз вы ни открывали и закрывали кран, каждый раз при закрытии крана струя будет резко усиливаться.

**Обратное давление.** Вода, налитая в сосуд, оказывает давление не только на дно сосуда, но и на все его стенки.

Повесьте на двух нитках высокую жестянку от консервов. Если концы нити привязаны точно по диаметру банки, то банка повиснет точно по отвесу (рис. 28, А). Вода не выводит ее из этого положения, потому что она равномерно давит на все стенки изнутри. Но если вы пробьете сбоку около дна маленькое отверстие и вода начнет выливаться, банка отклонится от вертикальной линии в сторону обратную струе воды (рис. 28, Б). Это происходит потому, что со стороны отверстия давление воды на стенку банки будет меньше, а на противоположной стороне оно останется прежним.



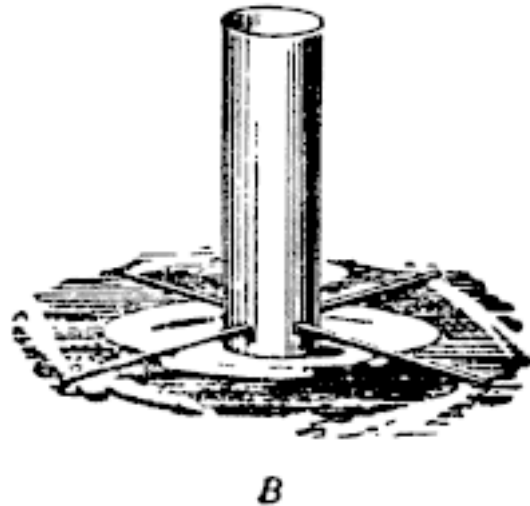


Рис. 28

На этом принципе построено так называемое сегнерово колесо, представляющее собою вертушку, показанную на рис. 28, В. Вода выливается из четырех трубок, в которых с одной и той же боковой стороны пробиты отверстия, и обратное давление вращает всю вертушку.

**Простейшая паровая турбина.** Герон Александрийский, о котором мы уже не раз говорили, предложил проект довольно интересной машины, действующей обратным давлением. Она представляла собой шар с выходящими из него двумя изогнутыми трубками, наподобие трубок сегнерова колеса. Этот шар мог вращаться на оси, и, когда под ним разводили костер, вода закипала, пар вырывался из отверстия трубок и вращал эолипил – как его называли тогда.

Маленький эолипил Герона можно сделать самому из обрезка латунной проволоки длиной 5 сантиметров и диаметром 2–3 сантиметра и двух тоненьких стеклянных трубочек.

Из пятисантиметровой трубки, двух пробок, двух тоненьких трубочек и железной проволоки соберите конструкцию, показанную на рис. 29.

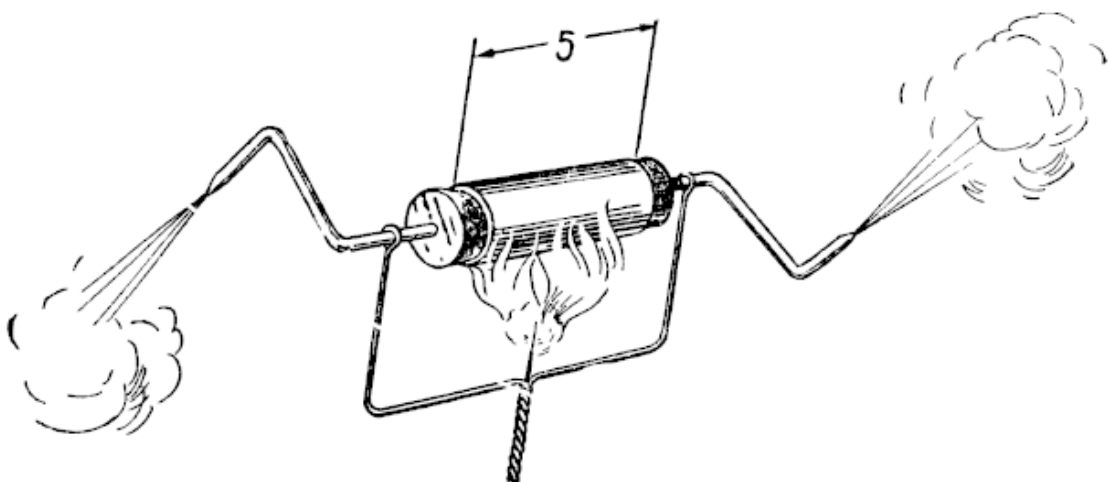


Рис. 29

Когда будете вставлять тоненькие трубочки, обратите внимание на то, чтобы их отверстия были направлены в противоположные стороны. Концы этих трубочек должны быть сужены.

В толстую трубку налейте немного воды. На конец проволоки, выступающей в месте соединения П-образной рамки, поддерживающей эолипил, насадите кусочек ваты, смоченной спиртом. Зажгите спирт. Как только вода закипит, пар вырвется из отверстий трубок, и эолипил быстро завертится.

Лет пятьдесят назад по принципу действия эолипила Герона инженер Лаваль строил настоящие паровые турбины. Но они расходовали очень много пара. Более совершенный тип турбины создал английский инженер Парсонс. Турбины Парсонса получили широкое распространение.

**Простой парходик.** Если вы умеете немного паять, можете сделать очень простой парходик, который будет хорошо плавать на пруду. Этот парходик тоже будет действовать отдачей струи пара.

Достаньте жестяную коробочку от зубного порошка – она будет котлом вашего пархода. Припаяйте к ней ее крышку, сверху проделайте отверстие и припаяйте к нему гайку от штепсельного гнезда. Это будет отверстие для наливания воды. Его нужно закрывать пробкой. Пробку сделайте из штепсельного гнезда с запаянным отверстием.

Чтобы удобнее было завинчивать гнездо, припаяйте небольшое колечко из проволоки и на гнездо наденьте кружок, вырезанный из резины от велосипедной камеры. Теперь можно быть спокойным, что отверстие будет завинчиваться очень плотно. На одной из боковых стенок коробки, у самой крышки проделайте отверстие, вставьте в него капсулю от примуса и припаяйте. Отверстие капсуля немного расширьте снаружи, поворачивая в нем иглоку (рис. 30).

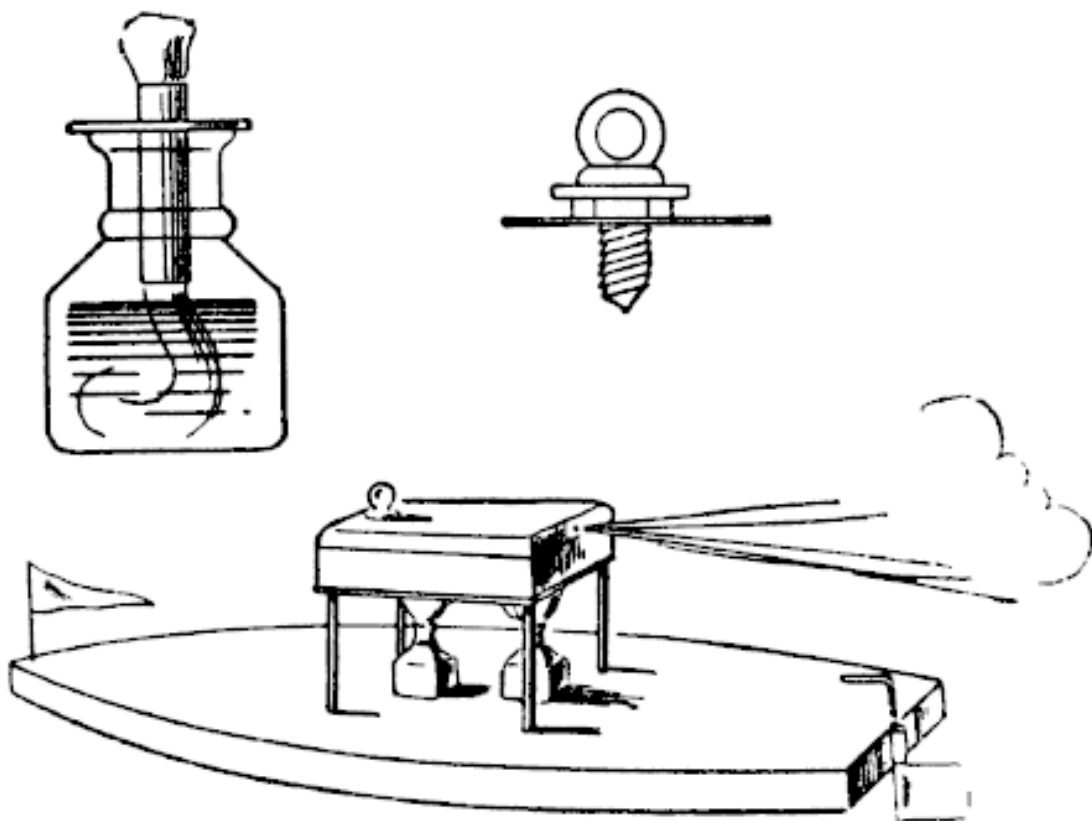


Рис. 30

Котел готов. Ко дну его припаяйте две проволочки, изогнутые в виде буквы «П». Длина проволочных ножек – 4–5 сантиметров.

Спиртовки к этому котлу можно сделать из двух склянок от туши. Вырежьте два жестяных кружка немного большего диаметра, чем горлышки склянок. В этих кружках сделайте отверстия и вставьте жестяные трубочки диаметром примерно 5–6 миллиметров. Пропустите в трубки фитили, свернутые из ваты, – и все готово. Можете ставить котел на пароход.

Если у вас нет подходящего корпуса парохода, можно для первого опыта сделать его просто из куска доски. Достаньте обрезок доски длиной 40 сантиметров и шириной 10–12 сантиметров; заострите один конец – это будет нос, а на другом конце укрепите жестяной руль. Посредине доски проткните шилом отверстия для проволочек и поставьте котел. Его нужно установить на такой высоте, чтобы от концов трубок спиртовок до дна котла было расстояние 2 сантиметра.

Налейте в котел на  $\frac{2}{3}$  воды, в склянки спирту и, когда фитили хорошо пропитаются спиртом, зажгите их. Как только вода в котле закипит, пар шипя станет вырываться из капсюля, и пароходик, важно пыхтя, поплывет вперед.

**Как убедиться, какая из двух жидкостей тяжелее, не взвешивая их и даже не прикасаясь к ним?** Вы скажете, что это невозможно. Сейчас увидите, что это вполне осуществимо.

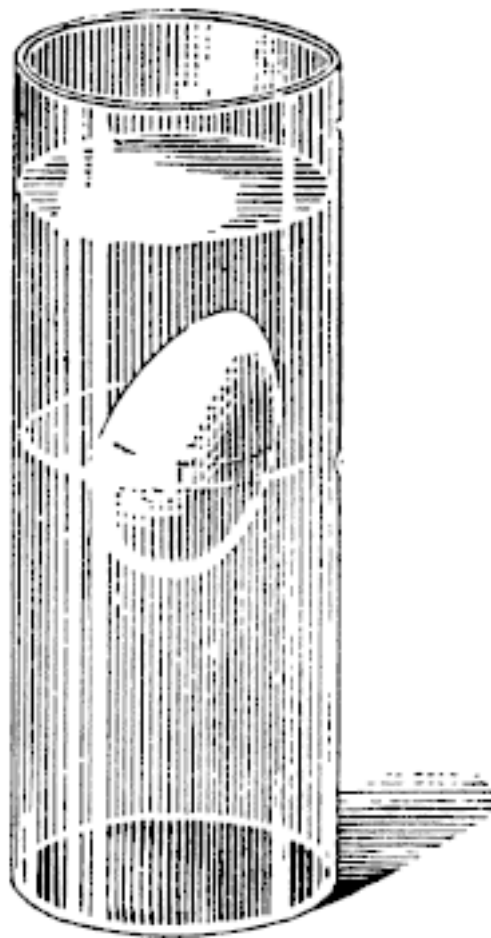
Согласно закону Архимеда, всякое тело, погруженное в жидкость, теряет в весе столько, сколько весит вытесненная им вода. Если тело тяжелее вытесненной воды, как, например, железо, – оно тонет. Если оно легче, как, например, дерево, – оно всплывает. Наконец, если вес погруженного тела равен весу вытесненного им объема воды, то оно не всплывает и не тонет.

Возьмите две банки из-под варенья и уравновесьте их на весах, подсыпав к более легкой банке песку или дробин. Затем растворите примерно в литре воды горсть соли и налейте точно 1 литр этого раствора в одну из банок, а в другую налейте литр несоленой воды. Если вы будете рассматривать эти две прозрачные жидкости, вряд ли кто-либо из вас сумеет по наружному виду отличить, в какой банке вода соленая, а в какой – пресная, то есть в какой банке жидкость тяжелее и в какой легче.

Возьмите свежее яйцо, прилепите к нему сургучом нитку и опустите его осторожно сначала в одну банку, а потом в другую. Вы увидите, что в одной банке яйцо будет плавать, а в другой тонуть. Зная закон Архимеда, мы можем уверенно сказать, что в первой жидкости оно теряет в своем весе больше, чем во второй, или, иначе говоря, литр воды в первой банке тяжелее воды во второй банке. Значит, вода в первой банке наверняка соленая, а во второй – пресная. Поставьте обе банки на весы, и вы убедитесь в этом: банка с соленой водой перетянет. Теперь вам должно быть ясно, почему морские суда имеют в открытом море меньшую осадку, чем в устьях рек, куда они заходят иногда грузиться.

**Яйцо, плавающее внутри жидкости.** Для того чтобы заставить яйцо плавать внутри жидкости, на какой-то высоте, нам придется составить эту жидкость, так сказать, из двух этажей. Возьмите высокую банку и налейте в нее до половины насыщенный раствор соли.

Потом, осторожно сливая по стенкам, долейте банку чистой водой. Теперь, если очень осторожно опустить в банку яйцо, оно потонет в верхней части и задержится во второй. Правда, сначала падающее яйцо по инерции опустится несколько ниже уровня соленой воды, но потом, немного поколебавшись вверх и вниз, оно остановится неподвижно на границе между двумя жидкостями (рис. 31).



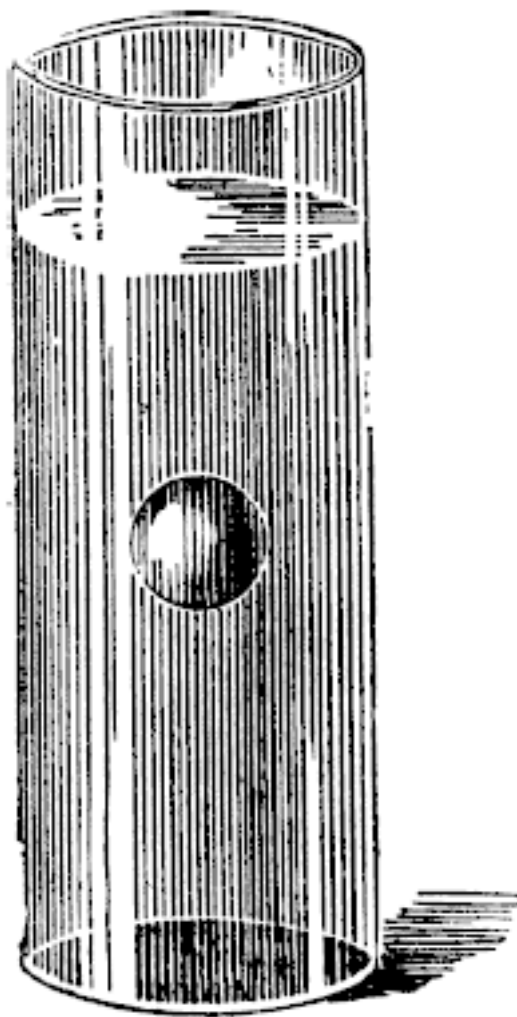
*Рис. 31*

Этот же опыт можно проделать по-другому. Если вы будете его показывать товарищам, то на не знающих вашего секрета он произведет большое впечатление.

Приготовьте сначала банку и налейте ее до половины насыщенным раствором соли. Затем на глазах у товарищей опустите в эту банку яйцо. Оно будет плавать на поверхности. Теперь спросите их, что получится, если вы добавите воды в банку. Они наверняка скажут, что яйцо поднимется вверх, и будут очень удивлены, когда окажется, что яйцо почти не сдвинулось с места, хотя банка налита до самого верха. Потом вы сможете разъяснить им ваш секрет.

**Шар из масла внутри жидкости.** Очень красив и другой опыт, отчасти основанный на том же явлении, что и опыт с яйцом, но значительно труднее его. Если налить на поверхность воды прованского масла, оно растекается по поверхности. В чистом спирте масло тонет, образуя слой на дне. Очевидно, масло легче воды, но тяжелее спирта. Если налить половину стакана водой и осторожно добавить спирта, масло, налитое туда, очевидно, должно плавать на границе воды и спирта, как яйцо в предыдущем опыте.

Но вы ошибаетесь, ожидая, что масло, как и раньше, растечется слоем. Нет, оно обращается в шар, совершенно ровный и гладкий, разве только немного приплюснутый, если вода и спирт на границе их соединения оказались смешанными (рис. 32).



*Рис. 32*

В таком положении полного равновесия на масло как бы не действует сила тяжести, и частицы его под влиянием внутренних сил сцепления собираются в шар.

**Мыльный пузырь.** Кто из вас не пускал в детстве мыльные пузыри? Кто не следил за их полетом, не любовался их чудными красками? Действительно, мыльный пузырь – замечательное явление. На нем можно изучать многие законы физики, о которых мы уже говорили раньше.

Получить прочный и большой мыльный пузырь не так просто. Не всякое мыло годится для мыльных пузырей. Не из всякой трубочки их можно выдуть. Самая плохая мыльная вода получается от самого хорошего туалетного мыла; хорошо подходит для пузырей так называемое зеленое мыло. Но еще лучше – марсельское. Мыло нужно растереть и развести мягкой дождевой или дистиллированной водой, но не нужно разводить очень жидко, от этого пузыри скоро лопаются. Чтобы пузырь был прочнее, прибавьте в мыльный раствор немного глицерина. Такую мыльную воду можно даже сохранять несколько дней в хорошо закупоренной бутылке.

Хорошо выдувать пузыри, пользуясь стеклянной трубочкой с немного расширенным концом и хорошо отполированными краями. Край трубочки нужно предварительно натереть мылом, иначе пузыри лопаются при спускании. Они могут также легко лопнуть, если в трубочку попадет слюна.

**Мыльный пузырь как воздушный шар.** Налейте на блюдечко немного мыльной воды, наберите ее на трубочку и выдуйте шар; на первых пузырях всегда появляется снизу капелька мыльной воды, поэтому они не годятся для опытов. Над первыми пузырями не стоит и стараться. Стряхивайте их поскорее и набирайте снова мыльную воду на трубочку, сначала понемногу, затем все больше и больше, и наконец выдуйте пузырь сантиметров двадцать в диаметре. Легким толчком отделите его от трубочки. Вы увидите, что он сначала поднимется немного кверху, а потом, переливаясь всеми цветами радуги, медленно опустится и, прикоснувшись к полу, лопнет. Он был наполнен вашим горячим дыханием и поэтому, как наполненный горячим воздухом шар-монгольфьер, поднялся кверху, а затем остыл и опустился.

Но этот опыт требует много терпения и удастся только в очень спокойном воздухе.

Гораздо проще наполнить мыльный пузырь светильным газом.

Соедините вашу трубочку резиновым рукавом с газовой горелкой. Обмакните конец трубочки в мыльную воду и, подняв кверху, откройте слегка кран газопровода. Когда надуется порядочный пузырь, закройте кран и стряхните пузырь. Он поднимется прямо кверху, до потолка.

Если под рукой будет зажженная свеча, пузырь можно поджечь в воздухе.

Подъемная сила такого наполненного светильным газом пузыря так велика, что к нему можно прицепить даже небольшую тяжесть, но прикреплять ее надо очень осторожно.

Из тонкой медной проволоки сверните кольцо диаметром 1–1,5 сантиметра. На этом кольце из такой же тонкой проволоки сделайте скобочку. Проволоку можно взять из шнура, который применяется в электропроводке. Шнур этот сплетен из многих тонких медных жилок. Хорошенько смочите кольцо мыльной водой и подверните его под пузырь, повернув трубочку концом книзу. Кольцо прилипнет к пузырю и не разорвет его (рис. 33). Через проволочную скобочку можно перекинуть еще маленькую полоску бумаги или посадить на нее маленького бумажного человечка. Он, как пассажир в корзине воздушного шара, будет носиться по воздуху, пока не лопнет пузырь.

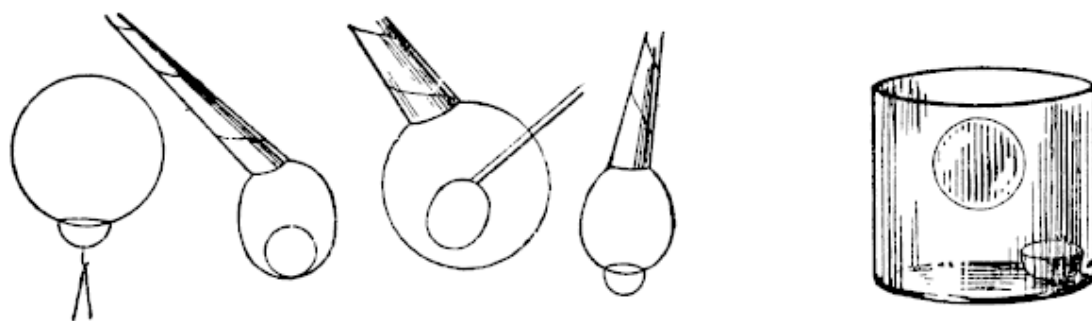


Рис. 33

С мыльным пузырем можно проделать еще один замечательный эффектный опыт. На дно большой банки (рис. 33, справа) поставьте маленькую чашечку с осколками мрамора или мела. Полейте мраморные осколки раствором соляной кислоты (1 часть кислоты на 10 частей воды). В чашечке начнутся довольно сильное кипение и шипение. Надо подождать, пока кипение в чашке окончится. Тогда воздух в банке станет спокойным, и опыт можно начать.

Выдуйте небольшой пузырь и стряхните его осторожно в банку. Этот пузырь будет вести себя в банке совершенно неожиданно. Сначала он упадет почти на дно, потом поднимется кверху, опять упадет вниз и наконец остановится в банке, держась на небольшой высоте. Здесь

он будет принимать различные окраски. Следите за ним. Вот он стал светло-голубым, потом зеленым, желтым, вот он делается красным, пурпурным, вот опять появляется голубоватый оттенок, только гораздо красивее и гуще, чем сначала, но при этом шар опускается книзу и наконец лопается, обычно не достигнув дна.

Чем объясняется это явление?

От обливания мрамора соляной кислотой образуется углекислый газ (двуокись углерода), такой же бесцветный, как и воздух (об этом газе будет подробно сказано в последней главе книги). Углекислый газ тяжелее воздуха, и поэтому он остается в банке. Получается как бы озерко углекислого газа, на поверхности которого плавает мыльный пузырь. Ваш мыльный пузырь наполнен воздухом, и поэтому он легче газа. Оболочка пузыря настолько тонка, настолько мало весит, что пузырь не тонет, но постепенно углекислый газ проходит внутрь пузыря и заставляет его потонуть.

**Два мыльных пузыря один в другом.** Мыльный пузырь не лопнет, если к нему прикоснуться стеклянной трубочкой, смоченной мыльной водой. Но прикосновение сухим предметом сейчас же разрывает пузырь. Смоченную в мыльной воде трубочку можно ввести внутрь пузыря и выдуть в нем другой пузырь. Когда вы вытащите трубочку, второй пузырь упадет на дно большого пузыря и будет лежать в нем, как яблоко в корзине. Маленьким толчком о трубку первого пузыря можно вытолкнуть второй пузырь наружу, и он повиснет вроде корзины воздушного шара (рис. 33).

**Другие опыты с мыльными пленками.** Если вы сделаете из проволоки кольцо, смочите мыльной водой и затянете его мыльной пленкой, то с этим диском из мыльной пленки можно произвести довольно интересный опыт.

Положите на пленку смоченное мыльной водой тонкое проволочное колечко, а затем про ткните какой-нибудь сухой палочкой середину кольца. Мыльная пленка лопнет, но останется ободком между внутренним и наружным кольцами.

Согнутые из проволоки различные геометрические фигуры можно затянуть мыльной пленкой, опустив в мыльный раствор и затем вынув из него, и они будут очень красиво переливаться всеми цветами радуги.

Если опустить пузырь на стеклянную пластинку, смоченную мыльным раствором, пузырь растягивается на ней, как небесный свод. Под этим искусственным небом можно поместить различные бумажные фигурки, домики.

Очень красивыми получаются пузыри, наполненные табачным дымом. В большой обычный пузырь можно поместить второй, молочного цвета, пузырь, выдутый табачным дымом.

Опыты с мыльными пузырями очень увлекательны. Кто попробует повозиться с ними, проведет за этим, казалось бы пустяковым, занятием немало времени.

## Глава вторая Опыты со звуком

**Некоторые сведения о звуке.** Наше ухо – удивительно тонкий инструмент, воспринимающий звуковые явления. Каждое вызванное хотя бы легким толчком воздуха колебание тонкой кожицы, так называемой барабанной перепонки, туго натянутой в ухе, воспринимается нами как звук.

Но каким образом мы слышим, например, выстрел из пушки, произведенный на расстоянии нескольких километров от нас? Как и каким путем он достигает уха? Почему мы слышим звук от выстрела лишь через некоторое время после того, как он произведен? Почему, наконец, выстрел вблизи слышен громче, чем отдаленный?

Все эти вопросы нетрудно разрешить, если мы восстановим в своей памяти все, что говорилось в беседе о воздушных шарах и летательных аппаратах.

Пространство между предметами, находящимися на поверхности земли, не пустое. Оно заполнено смесью прозрачных газов, которую мы называем воздухом. Воздух состоит из бесчисленного множества мельчайших частиц газов, таких крошечных, что их невозможно рассмотреть в самый сильный микроскоп. Значит, это бесчисленное множество частиц газа заполняет пространство между пушкой и нашим ухом. Когда из дула пушки с силой вылетают пороховые газы, они дают толчок ближайшим частицам воздуха, эти частицы толкают следующие и т. д. Эти толчки, постепенно передаваясь от частицы к частице во все стороны, достигают также и барабанной перепонки нашего уха. И как только эти толчки, последовательно переданные мельчайшими частицами газа, достигнут барабанной перепонки, мы тотчас же услышим звук.

Пространство между ухом и телом, издающим звук, можно сравнить с площадью, плотно заполненной людьми. Представьте, что каждый человек – это мельчайшая частица воздуха. Допустим, что через эту толпу необходимо передать какое-либо поручение от человека, находящегося в одном конце площади, к человеку, который стоит на противоположном конце той же площади. Проще всего первому лицу передать это поручение стоящему впереди, тот в свою очередь передает следующему, и таким образом поручение придет по назначению.

Представьте себе, что это поручение состоит всего лишь в передаче маленького толчка. Ведь для передачи этого поручения все могли бы остаться на своих местах и каждому человеку пришлось бы последовательно одному за другим слегка качнуться, и толчок был бы передан толпой значительно скорее, чем гонцом, который был бы послан по тому же пути.

Такое же явление наблюдается в воздухе. Мельчайшие частицы воздуха не летят от звучащего тела к уху, а только передают толчки соседям, эти следующим и т. д.

Сила толчка, передаваемого через толпу людей, может не только не уменьшиться из-за большого расстояния, но даже увеличиться, если кто-нибудь, недовольный беспокойством, передаст его соседу сильнее, чем получил сам. Но с частицами воздуха дело обстоит иначе. Они безжизненны и хорошо передают толчок, но он постепенно все больше и больше ослабевает в пути, хотя бы уже по одному тому, что каждая частица должна толкнуть соседей по всем направлениям, и, следовательно, сила толчка, воспринимаемого каждым соседом, становится все слабее и слабее. Вот почему сила звука постепенно уменьшается по мере нашего удаления от источника звука.

Если бы даже звук распространялся только в одном направлении, прямо к нашему уху, то и тогда бы он был значительно слышнее вблизи пушки, чем вдали от нее. Но звук распространяется во все стороны, и вследствие этого еще больше ослабляется сила толчков по мере увеличения расстояния от пушки. Если отойти от пушки на расстояние в 2 раза большее, мы услышим звук выстрела в четыре раза слабее, если отойти на расстояние втрое большее, звук выстрела будет слабее в 9 раз, если вчетверо, то в 16 раз слабее и т. д.

**О скорости распространения звука.** Толчок, данный ближайшим частицам воздуха, постепенно передается во все стороны, и как человеку нужно некоторое время для того, чтобы передать поручение соседу, так и на передачу звуковых колебаний от одной частицы воздуха к следующей уходит некоторое время. Найдено, что звук распространяется в воздухе со скоростью приблизительно 333 метров в секунду.

Вам, может быть, интересно, как измеряют скорость звука? Это можно сделать различными способами.

Один из способов состоит в следующем.

Если на каком-нибудь большом расстоянии следить за выстрелом ружья или пушки, можно заметить, что мы значительно раньше видим огонь из дула, чем слышим звук выстрела. Это значит, что свет проходит гораздо большее расстояние в секунду, чем звук. Скорость света во столько раз превосходит скорость звука, во сколько примерно скорость курьерского поезда превосходит скорость движения часовой стрелки по циферблату. Поэтому мы можем считать, что выстрел произошел в то самое мгновение, когда глаз воспринял свет пламени из дула. Звук заставляет себя ждать и будет услышан тем позднее, чем больше расстояние между пушкой и нами. Если расстояние известно, то простое измерение промежутка времени между появлением огня в пушке и звуком выстрела позволит нам вычислить скорость распространения звука.

**Как измерить расстояние, не пользуясь линейкой?** Предположим, что вы гуляете с приятелем и на некотором расстоянии от вас находится железнодорожный мост. Спросите приятеля, может ли он довольно точно определить на глаз, на каком расстоянии находится этот мост. Ваш спутник подумает и скажет, что он может ошибиться, определяя расстояние на глаз, пожалуй, на несколько сот метров. А вы можете уверенно заявить, что беретесь определить это расстояние без всякого инструмента с очень большой точностью.

Как это можно сделать? Очень просто. Заметьте по секундной стрелке часов время, когда первые колеса паровоза войдут на мост; заметьте также, сколько секунд прошло до того времени, когда вы услышали въезд поезда на мост. Далее, зная, что скорость распространения звука в воздухе равна 333 метрам в секунду, вы сейчас же можете высчитать расстояние до моста. Если, скажем, этот промежуток времени был равен 6 секундам, то, помножив 333 на 6, мы сразу узнаем, что расстояние до моста равно 1998 метрам.

Так как скорость распространения звука несколько зависит от температуры и влажности воздуха, нельзя ручаться за совершенную точность результатов. Лучше округлить полученное число до 2000 метров. Но даже эта точность измерения после проверки вызовет удивление вашего приятеля.

Если на ваших часах нет секундной стрелки, приложите часы к уху и считайте секунды. Почти все карманные часы отбивают  $\frac{1}{5}$  долю секунды, и если считать так:  $0^{2,3,4,5}$ ;  $1^{2,3,4,5}$ ;  $2^{2,3,4,5}$ ;  $3^{2,3,4,5}$ ;  $4^{2,3,4,5}$  и т. д., то можно узнать не только секунды, но и пятые доли их. Разумеется, счет надо начинать с нуля. При счете 1 проходит первая секунда, при счете 2 – вторая, при счете 3 – третья и т. д. Не удивляйтесь, что секунда длится дольше, чем это обычно кажется неопытному наблюдателю.

Случаев для определения расстояния по звуку найдется много: например, свисток паровоза (когда виден пар от свистка), играющий оркестр (начало музыки заметно по движению дирижера), плотник, рубящий топором, и т. д. С большой точностью можно определить расстояние до грозовых разрядов, если сосчитать секунды между вспышкой молнии и первым ударом грома.

Не обязательно, чтобы тот или другой предмет сам издавал звук. Если звук, изданный предметом, возвращается, например, в виде эха, вы тоже можете определить расстояние от

предмета. Предположим, что с момента возникновения звука и первым ясным его эхом как раз пройдет 3 секунды. Значит, звук прошел туда и обратно  $333 \times 3 = 999$  метров, или – округленно – 1000 метров, а следовательно, предмет, отразивший голос, находится от нас в 500 метрах.

**Как произвести звук, чтобы услышать его дважды?** Звук распространяется не только через воздух, но и через все газообразные, жидкие и твердые тела. Только скорость распространения и сила звука при этом не одни и те же. Через некоторые газы и через все жидкие и твердые тела звук распространяется скорее, чем через воздух. В самом легком известном нам газе – водороде – звук проходит в секунду 1286 метров, то есть почти вчетверо больше, чем в воздухе. В воде скорость звука равна 1400 метрам, в дереве – 3300 метрам и в железе – 5000 метрам в секунду.

Пользуясь хорошей звукопроводностью воды, определяют наличие подводных лодок в море или, подслушивая через воду шум винтов, обнаруживают ход судна, еще находящегося за горизонтом. На берегах прудов, в которых разводят карпов, часто устанавливают колокол, и карпы приплывают на звон колокола, зная, что в это время их кормят. Значит, звук проходит из воздуха в воду. Если бы колокол был помещен в воде, вода затрудняла бы раскачивание языка колокола, и звук получился бы очень слабым.

Однако мы отклонились от темы. Как же издать звук так, чтобы услышать его дважды? Гуляя, вы заметите где-нибудь длинный железный решетчатый забор. Чем длиннее забор, тем лучше. Оставьте вашего спутника у начала забора, а сами пройдите вдоль него шагов сто двадцать, приложите ухо плотно к железному пруту забора и попросите вашего спутника сделать по решетке сильный и короткий удар. Прежде всего вы увидите, как он ударит, а затем услышите звук двух ударов, быстро следующих один за другим. Может быть, вы решите, что это вам показалось, но при повторном опыте всякое сомнение исчезнет. Вы действительно слышите два звуковых удара.

Так же просто, как и опыт, его объяснение.

От тела, вызвавшего звук, толчки дошли до уха двумя путями: через воздух и железо. Через железо звук распространяется очень быстро (5000 метров в секунду), а через воздух значительно медленнее (333 метра в секунду). Это и вызывает два коротких звуковых раздражения. Если вы отошли от места на 100 метров, первый звук, распространившийся по железу, дойдет до вашего уха через 0,02 секунды, а второй – через 0,3 секунды. Разница в 0,28 секунды явственно ощущается ухом.

Звук передается твердыми телами не только быстро, но и хорошо. Этим свойством пользуются заключенные, ведя стучком переговоры между камерами.

Один англичанин так воспользовался свойством елового дерева очень хорошо передавать звук. Он поставил в подвале рояль и еловым шестом соединил деку рояля с комнатой верхнего этажа. В верхнем этаже шест проходил через пол и передавал звуки рояля, когда к нему прикладывали деку скрипки. Музыка, совершенно не дошедшая прежде из подвала, была так хорошо слышна, будто рояль находился в комнате.

Позднее физик Тиндаль заменил скрипку арфой, тоны которой больше подходят к роялю, и все присутствующие были поражены результатами: струны арфы издавали звуки, как будто под ударами невидимой руки, и многие суеверные люди думали, что это действуют духи.

В маленьком масштабе подобный опыт можете повторить и вы.

Возьмите деревянный шест длиной 2–3 метра и пропустите его через деревянную стену или дверь какого-нибудь сарая. Отверстие должно быть больше толщины шеста. Шест не должен прикасаться к деревянной двери или стене, оберните его ватой или войлоком и тогда вставьте в отверстие. Вдвиньте шест так, чтобы концы его были одинаковой длины с обеих сторон. Если к одному концу шеста вы приложите часы, а к другому концу деку скрипки, гитары или просто тонкую доску, – тиканье часов будет слышно громко и ясно.

**Дешевый телефон.** Зная свойство звука хорошо распространяться по твердым телам, можно устроить очень простой и дешевый телефон. Конечно, сравнить его с электрическим нельзя, но на небольшом расстоянии он будет все же отлично передавать звуки.

Склейте из картона два небольших стакана, доньшки их проткните в центре, проденьте сквозь них тонкий крепкий шнур и закрепите его на дне стаканов деревянной палочкой. Длина шнура может быть более 20 метров. Участники разговора получают по стакану и расходятся, насколько позволяет шнур. Теперь, если один из участников будет говорить в стакан, а другой приставит свой стакан к уху, то даже тихо произносимые слова будут отлично слышны (рис. 34). Звук проводится шнуром хорошо только тогда, когда шнур натянут.

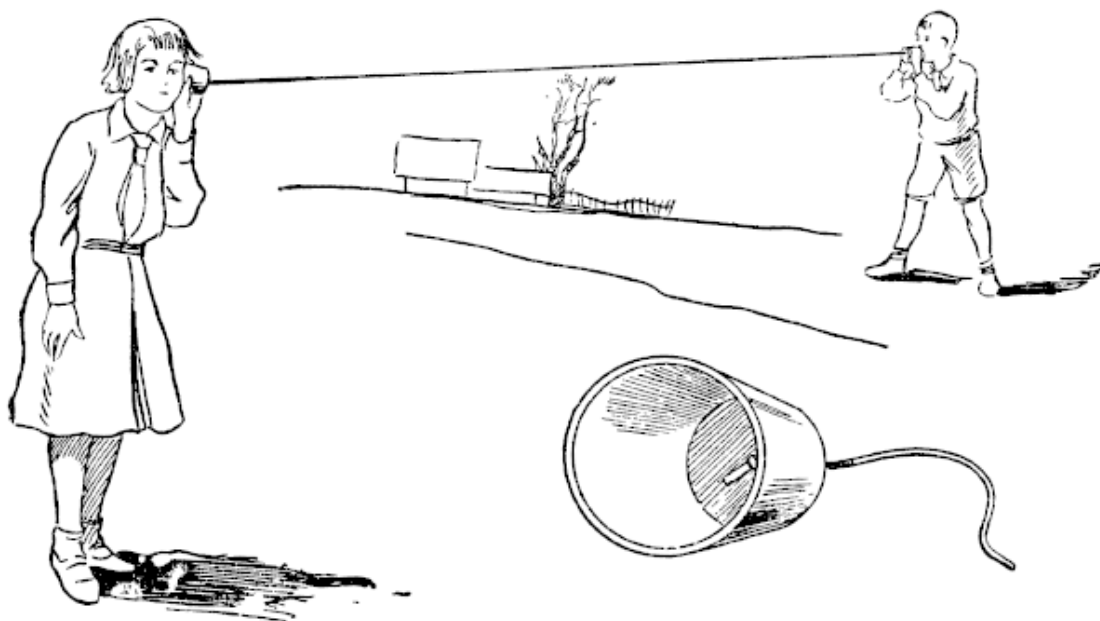


Рис. 34

**Рупор.** Мы уже знаем, что воздух состоит из многочисленных отдельных частиц. При возникновении звука частицы воздуха, находящиеся около звучащего тела, передают толчки соседним частицам, которые толкают следующие, и т. д., и таким образом звук доходит до нашего уха.

При разрежении воздуха расстояния между частицами увеличиваются, и передача толчков, а значит, и звука ослабляется. В безвоздушном пространстве звук передаваться вообще не может. У кого есть воздушный насос, тот легко может в этом убедиться.

Возьмите, например, электрический звонок и положите его под колпак воздушного насоса. Звонок нужно положить на небольшую подушечку, чтобы звук его не передавался наружу через стол. Включите ток и, пока звонок работает, начните выкачивать воздух. Сначала звон будет сильным, потом станет тише и наконец будет едва слышен, как будто звонок звонит далеко и еле-еле работает, хотя на самом деле вы видите частые удары молоточка, которые показывают, что звонок действует.

Частицы воздуха напоминают по своим свойствам упругие мячики. Поэтому, пользуясь обычным резиновым мячом, можно получать некоторые явления, похожие на те, которые происходят в воздухе при передаче звука его частицами.

Сделайте, например, пометку мелом на стенке, на высоте вашего роста, прямо против себя, и с силой бросьте мячик в стену. Он вернется по тому же направлению, по которому был брошен. Если вы отойдете в сторону от пометки на стене и бросите в нее мячик, он отскочит

в противоположную от вас сторону. Можно заранее сказать, в каком направлении он отскочит от стены. Если восставить перпендикуляр из точки удара мячика о стену и измерить угол, под которым мячик ударился, можно заметить, что он отскочил от стены под тем же углом к перпендикуляру. Первый угол называется углом падения, а второй – углом отражения. Поэтому физики говорят, что угол падения равен углу отражения (рис. 35, внизу). Этому же закону подчиняется и звук.

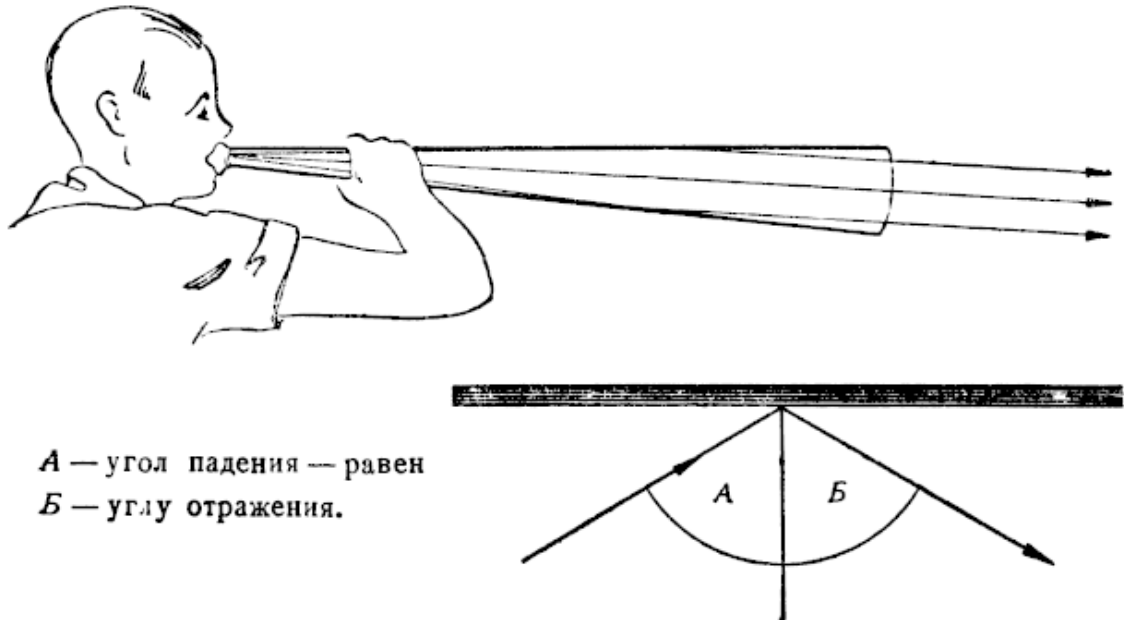


Рис. 35

Явление отражения звука навело на мысль построить такие инструменты, при помощи которых звук можно передавать на большие расстояния. Мы знаем, что звук распространяется во всех направлениях и поэтому очень быстро ослабевает. С помощью рупора мы можем направить звук большой силы в одном определенном направлении. Сотни лет искали наилучшую форму рупора, но оказалось, что, какую бы фигуру ему ни придавали, он не получается много лучше простого рупора, который легко сделать самому.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.