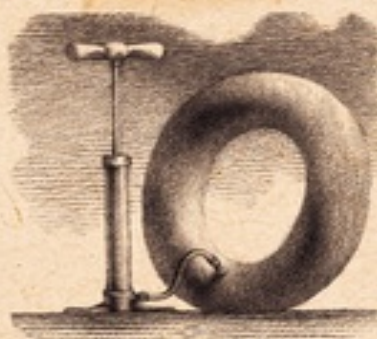


ТОМ ТИТ

Веселые научные опыты и эксперименты



Наука может быть веселой и интересной!

Книга занимательных опытов позволит детям познакомиться с законами природы, а заодно получить массу удовольствия. Издание расскажет, как сделать дома маленький фейерверк или «ручной» вулкан, как заставить обычную монету летать, как самому изготовить водяные часы и паровую пушку, как «научить» иголки плавать в воде. Теперь ребенок будет учить физику и химию с удовольствием!

- [Том Тит](#)

-
- [Введение](#)
- [Копейка на острие иглы](#)
- [Равновесие тарелки](#)
- [Бутылка-акробат](#)
- [Равновесие карандашей](#)
- [Лопатка и щипцы](#)
- [Картонный уровень](#)
- [Головой к стене](#)
- [Равновесие с палкой](#)
- [Весы для писем](#)
- [Команда пловцов](#)
- [Как плавают пробки](#)
- [Фейерверк из рома](#)
- [Сифон-вертушка](#)
- [Извержение вулкана](#)
- [«Самодвижущийся» шприц](#)
- [Шприц – дизельный двигатель](#)
- [Как опорожнить стакан при помощи полной бутылки](#)
- [Бумажная «бомба»](#)
- [Летающая монета](#)
- [Летающая бабочка](#)
- [Куритель – водяной житель](#)
- [Иван Никифорович Довгочун](#)
- [Еще один курильщик](#)
- [Яйцо, танцующее вальс](#)
- [Разбитое зеркало](#)
- [Ложка-рефлектор](#)
- [Ложка-зеркало](#)
- [Вращающаяся булавка](#)
- [Трехцветная звезда](#)
- [Исчезновение монеты](#)
- [Домашняя лотерея или кинотеатр](#)
- [Магнитный театр](#)

- [Наэлектризованная бумага и воздушные шары](#)
- [Оригинальная подставка](#)
- [Перо Робинзона](#)
- [Четки из орехов](#)
- [Подсвечник-подчасник](#)
- [Волшебный шар](#)
- [Пульверизатор](#)
- [Потушенная и зажженная свеча](#)
- [Сквозь игральную карту](#)
- [Непроизвольные движения](#)
- [Часы-свеча](#)
- [Автоматическая поливалка цветов](#)
- [Античные часы](#)
- [Жидкостный манометр](#)
- [Вопреки закону Архимеда](#)
- [Послушные молекулы](#)
- [«Дерни за веревочку»](#)
- [Газовый термометр](#)
- [Нагреть или охладить](#)
- [Воздушный пистолет](#)
- [Паровая пушка](#)
- [Простые механизмы](#)
 -
 - [Рычаг](#)
 - [Блоки](#)
- [Бутылочный ксилофон](#)
- [Упругие деформации](#)
- [Загадочный кельтский камень](#)
- [Смачиваемость и несмачиваемость](#)
- [Кумулятивный эффект](#)
- [Трубка Пито](#)
- [Сила Магнуса и подъемная сила крыла](#)
- [Чудеса в стакане чая](#)
- [Исследование воздушных пузырьков в жидкости](#)
- [Исследование магнитных полей, создаваемых постоянными магнитами](#)
- [Исследование магнитных полей, создаваемых электрическими магнитами](#)
- [Воздействие магнитов на магнитное поле Земли](#)
- [Электромагнитная индукция](#)
- [Подводная лодка в ванне](#)
- [Распространение звука в упругой среде](#)
- [Занимательные факты](#)
 - [Болото – неньютоновская жидкость](#)
 - [Падающая кошка](#)
 - [Почему Земля не является шаром](#)
 - [Особенности движения тел в воде и на воде](#)

- [От игрушки к вертолету](#)
- [Конвертоплан – два в одном](#)
- [Топливные элементы](#)

- [notes](#)
 - [1](#)
 - [2](#)
-

Том Тит

Веселые научные опыты и эксперименты

© Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга», издание на русском языке, 2014

© Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга», художественное оформление, 2014

© ООО «Книжный клуб “Клуб семейного досуга”», г. Белгород, 2014

Введение

В книге представлены интересные опыты и эксперименты, автором большинства из которых является французский популяризатор науки Артур Гуд, более известный под псевдонимом Том Тит. Сто лет назад он весело проводил время с сыном Жаном: без всяких лабораторий и особых приборов они ставили физические и химические опыты, создавали простые приспособления, способные заменить серьезные «взрослые» машины. Теперь и у вас есть возможность повторить эти опыты, правда, нам пришлось несколько их «осовременить», чтобы вы, как и читатели Тома Тита в начале XX века, смогли найти оборудование и материалы для них в каждом доме.

Опыты Тома Тита блещут неистощимой изобретательностью и остроумием, однако они далеко не игрушка и кажутся забавой только потому, что увлекательны и общедоступны. Главная же их ценность заключается в том, что они возбуждают интерес к изучению науки и развивают экспериментальные навыки.

Кроме того, в книге содержатся занимательные факты, которые позволят читателю узнать много нового об окружающем мире.

Опыты, представленные в книге, заинтересуют как детей, так и взрослых и помогут организовать совместный досуг.

Копейка на острие иглы

Оборудование и материалы:

- длинная скрепка или кусок проволоки диаметром 1 мм;
- игла или булавка;
- монета;
- кольцо.

Согните длинную скрепку или кусок проволоки, как показано на рис. 1. В правый сгиб вставьте одно— или двухкопеечную монету, а в сгиб слева повесьте кольцо (в случае необходимости — два кольца). Край монеты вы можете опереть на острие иглы (или длинной булавки). Всю систему легко не только уравновесить, но и привести в быстрое вращение: для этого вам стоит лишь дунуть на одну из сторон системы.

Если игла из достаточно твердой стали, то при продолжительном вращении она углубляется в монету, и таким образом вы можете очень просто решить трудную, на первый взгляд, задачу: *одно дуновение — и вы иглой просверлите монету.*

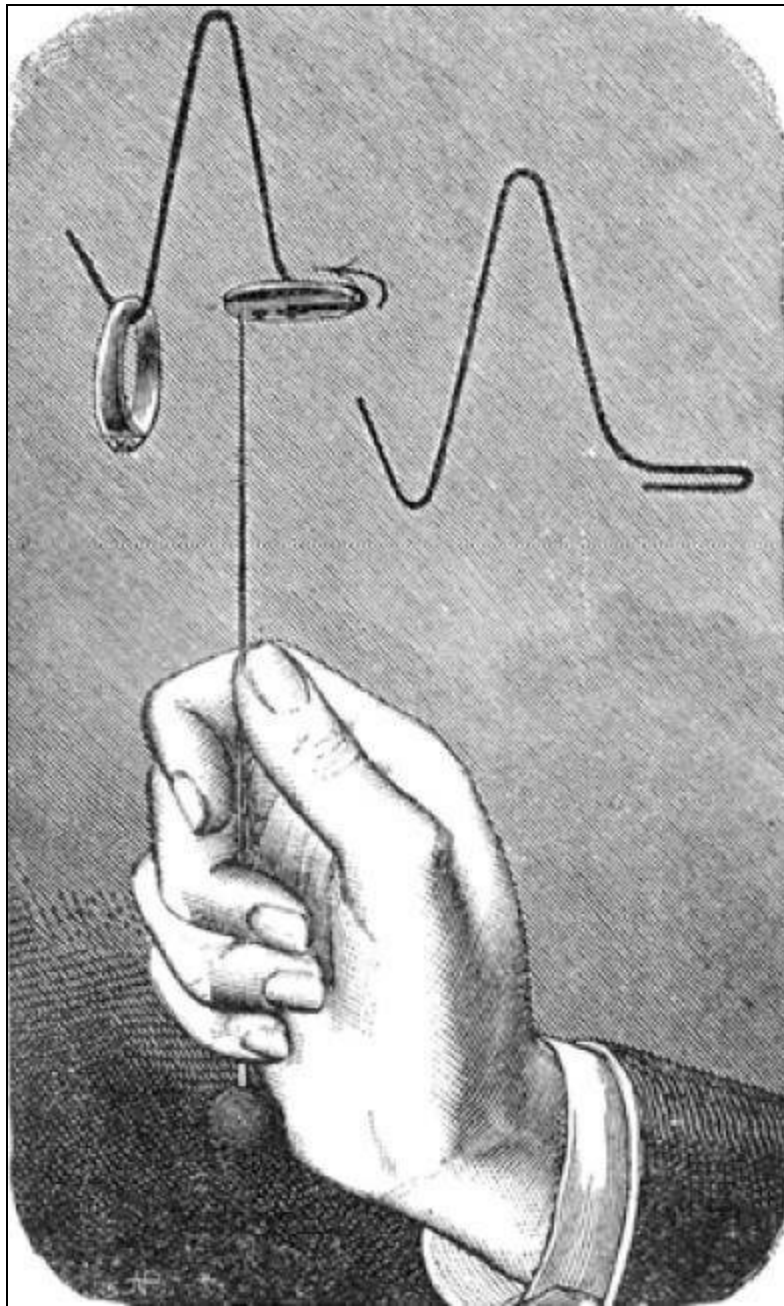


Рис. 1

Равновесие тарелки

Оборудование и материалы:

- половник;
- шумовка;
- плоская тарелка;
- графин или кувшин.

Как видно из рис. 2, для данного опыта важно, чтобы у половника и шумовки на концах длинных ручек были крючки. Это поможет создать устойчивое равновесие тарелки, опирающейся на край графина. Чтобы ручка половника не проскальзывала по тарелке, проложите в месте крепления пробковый кружочек или кусочек ластика. Скрепленную таким образом пару возьмите в левую руку и устанавливайте тарелку на горлышко графина, а правой рукой в это время надевайте шумовку на половник. Аккуратно найдите положение, в котором конструкция достигнет равновесия.

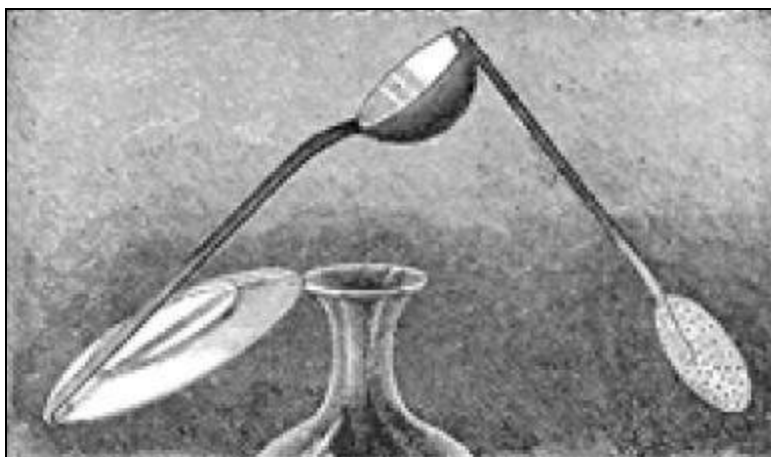


Рис. 2

Бутылка-акробат

Оборудование и материалы:

- винная бутылка;
- зонт-трость с изогнутой ручкой;
- веревка из натуральных материалов;
- кусочек мела.

Конечно, добиться, чтобы бутылка ходила по веревке, протянутой в комнате, как акробат по канату, нам не удастся, но заставить бутылку держаться на веревке вполне возможно: для этого достаточно в ее горлышко вставить изогнутую ручку зонта (*рис. 3, слева*). Для предотвращения скольжения бутылки натрите веревку мелом.

На *рис. 3 (справа)* показано, как можно разлить по стаканам вино, не притрагиваясь к бутылке. Для такого деликатного опыта замените веревку лентой и снова прибегните к помощи половника, на который наденьте ведерко. Крючок половника вставьте к горлышку бутылки и наливайте понемногу в ведерко воду. По мере наполнения ведерка бутылка начнет наклоняться, а вино – постепенно выливаться из нее. Вам остается только подставлять бокалы. Не проводите этого опыта с дорогим вином.

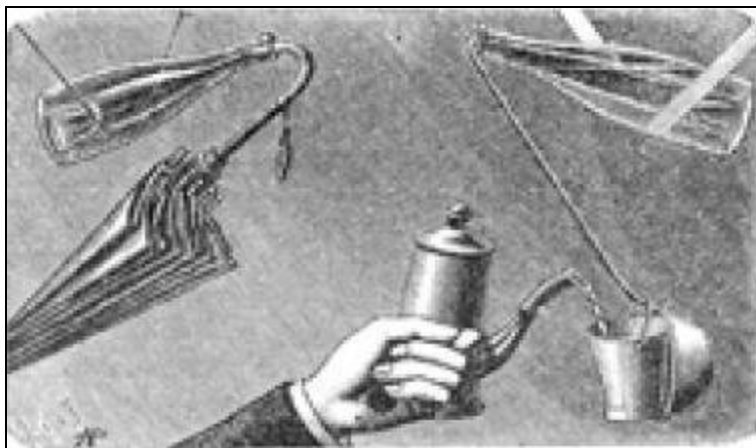


Рис. 3

Равновесие карандашей

Оборудование и материалы:

- два заточенных карандаша;
- два одинаковых ножа (можно заменить дротиками для дартса);
- две перьевые ручки (также можно заменить дротиками);
- нить.

Опыт посвящается учащимся! Его цель – поставить один карандаш острием на другой, который должен висеть горизонтально на нитке. Из рис. 4 видно, что опыт выполняется посредством двух уравновешенных систем:

1-я система – горизонтальный карандаш с воткнутыми в него ножами (или дротиками для дартса);

2-я система – вертикальный карандаш с воткнутыми в него перьевыми ручками (или дротиками для дартса).

Первый карандаш острым концом вставляется в петлю висящей нитки, а второй карандаш ставится острием недалеко от тупого конца первого.

Эта система, приведенная во вращение, долго сохраняет движение.

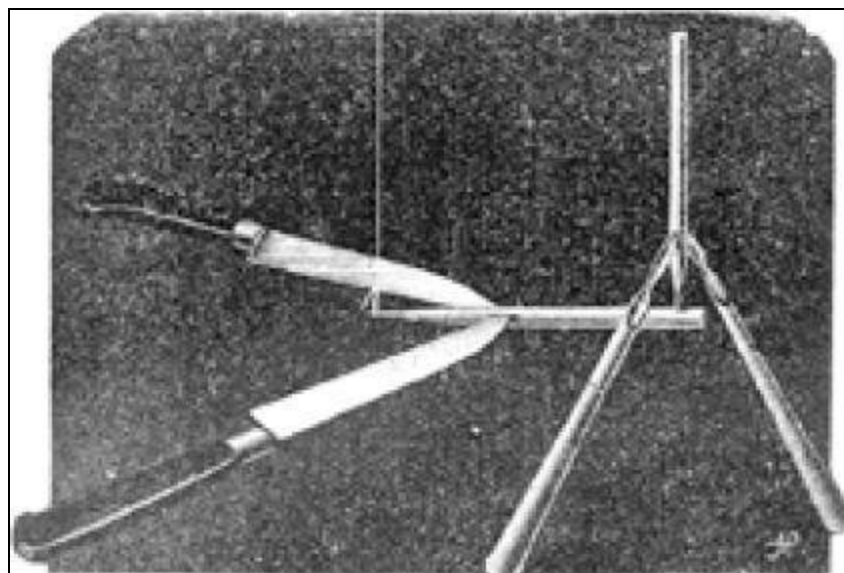


Рис. 4

Лопатка и щипцы

Оборудование и материалы:

- каминный совок;
- каминные щипцы.

Неистощимая изобретательность Тома Тита на этот раз останавливает наше внимание на принадлежностях для камина – лопатке и щипцах для подкладывания угля (рис. 5). Поскольку Том Тит был французом, то в домах его читателей эти предметы, как правило, имелись. У нас они встречаются крайне редко, но мы все же решили включить в книгу данный опыт и предлагаем нашим читателям подойти к делу с изобретательностью и поискать среди предметов домашнего обихода что-нибудь подходящее вместо каминных принадлежностей.

Для опыта с совком и щипцами положите совок нижней стороной на пол, а затем с помощью щипцов постарайтесь достигнуть равновесия, при котором щипцы и ручка совка оставались бы в наклонном положении. Из рис. 5 видно, что один конец щипцов должен упираться в совок, а другой надо зацепить за основание его ручки.

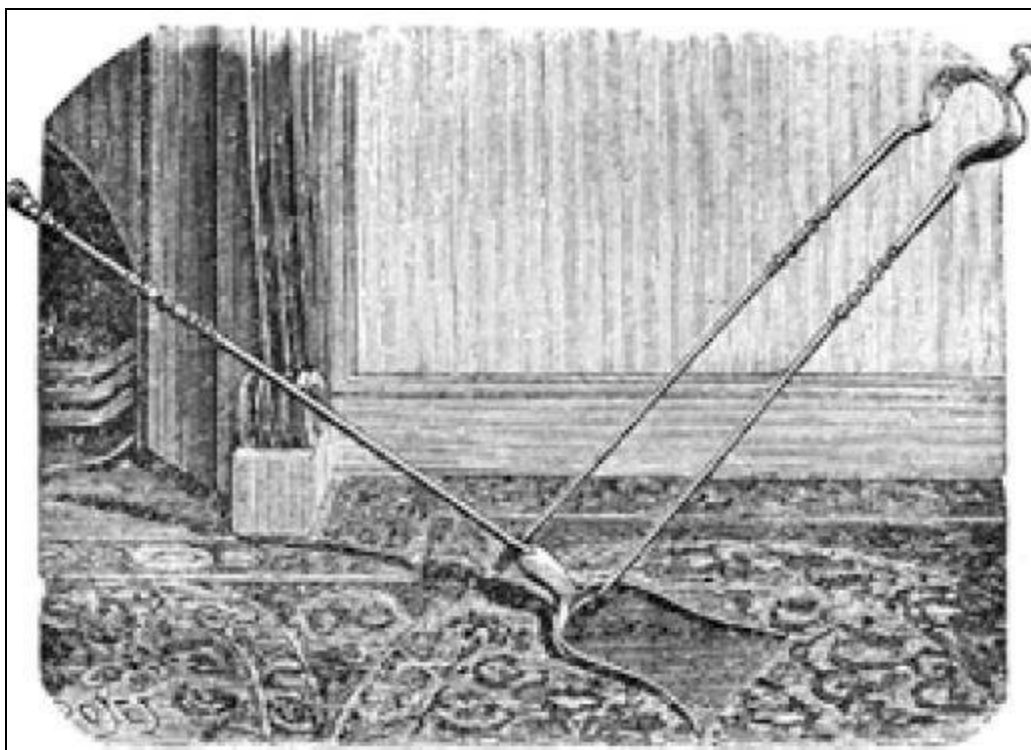


Рис. 5

Картонный уровень

Оборудование и материалы:

- лист плотного картона;
- булавка;
- клей.

Из картона изготовьте два прямоугольника; пусть оба имеют одинаковую длину (приблизительно 20 см), но различную ширину, например 10 см и 6 см. В каждом куске на середине его длины и на расстоянии 0,5 см от края проколите отверстие (рис. 6). Укрепите булавку в той полоске, которая шире. Чтобы она держалась плотнее, подклейте сзади два-три кусочка картона.

Отверстие в меньшей детали продлите вниз, в виде вертикального прореза. Этим прорезом наденьте картонку на острие булавки, придвиньте ближе к большему картонному прямоугольнику. Однако соприкасаться они не должны, меньший прямоугольник должен свободно покачиваться на булавке. Теперь, если вы поставите уровень на горизонтальную поверхность (например, стол), верхние края картонок будут параллельны. Если же доска стола наклонна, то между меньшей картонкой, которая по-прежнему будет висеть горизонтально, и большой, висящей с наклоном, образуется какой-нибудь угол.

Впрочем, чтобы можно было полагаться на показания этого прибора, его необходимо предварительно проверить (торрировать). Для этого поставьте его на какую-нибудь поверхность, где картонки принимают параллельное положение; затем снимите меньшую картонку с булавки, переверните вперед другой стороной и снова повесьте на булавку. В верно сделанном уровне края картонок останутся параллельными.

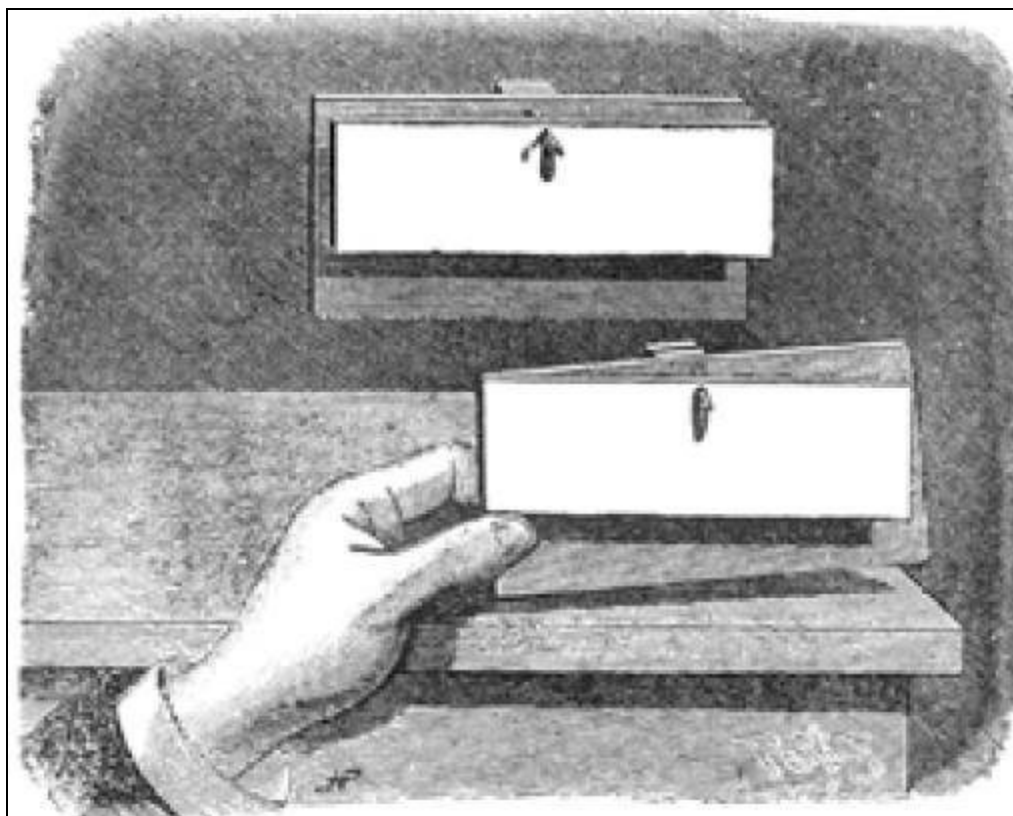


Рис. 6

Головой к стене

Оборудование и материалы:

- прочный табурет

Поставьте у стены табурет, а сами станьте так, чтобы носки ваших ног находились на расстоянии от стены, вдвое большем, чем ширина табурета. Наклонитесь над табуретом, возьмите его руками по сторонам и упритесь головой в стену. Теперь поднимите табурет над полом и попробуйте выпрямиться (рис. 7). Чтобы не поскользнуться и не переступить ногой во время проведения опыта, его следует выполнять на ковре. Выпрямиться из данного положения вам будет довольно трудно, потому что центр тяжести значительно смещен вперед. Но достаточно опустить табурет на пол и слегка на него опереться, как вы снова без проблем сможете выпрямиться.



Рис. 7

Равновесие с палкой

Оборудование и материалы:

- прочная и гладкая палка или аналогичный предмет длиной 1,5–2 м.

Предложите тому, кто еще не видел рис. 8 и 9, исполнить следующий опыт: упереться концом длинной палки в угол между стеной и полом, при этом держать палку нужно обеими руками на высоте груди, а затем переместить свое тело в пространстве между полом и палкой так, чтобы оказаться по другую сторону палки (отнимать рук от палки нельзя). Обычно человек становится лицом к стене, и это ведет к неизбежной неудаче – равновесие в данном случае сохранить никак не удастся. Между тем очень легко выполнить задание, обратившись к стене спиной. Точки опоры под ногами и концом палки образуют вершины треугольника, внутри которого будет оставаться центр тяжести всего тела – как по одну, так и по другую сторону палки.

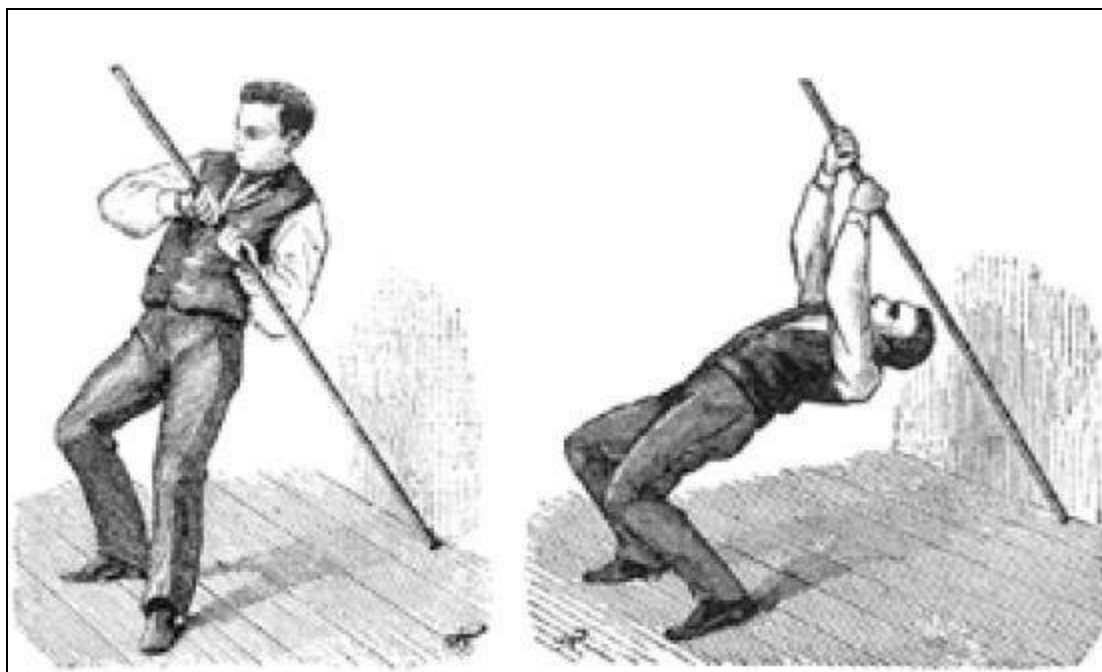


Рис. 8–9

Оборудование и материалы:

- кусок круглой палки, например черенка от лопаты, длиной 30 см;
- 3-литровая банка;
- карманный календарик;
- маркер или карандаш;
- пакетики с фасованным сахаром или кофе.

Для взвешивания писем нужны точные весы, и Том Тит смело рекомендует для этой цели прибор, который вам по силам соорудить за несколько минут.

Отпилите от круглой палки кусок длиной 30 см и погрузите его в банку с водой, прикрепив к нижнему концу заготовки грузик из металла или камешка с таким расчетом, чтобы палка погрузилась в воду где-то на 20 см. Сверху на палку приколите карманный календарик или визитную карточку – она будет служить чашей весов (рис. 10).

Сооружение весов завершено, и остается только отградуировать прибор. Для этого положите гирьку или другой предмет с известной массой (в данном случае нас интересует масса письма, оплачиваемая стандартной маркой) на чашу весов; стержень погрузится глубже, и вы маркером или карандашом отметите черту на уровне жидкости.

Теперь, когда вы положите письмо и увидите, что черта осталась на уровне жидкости, это будет означать, что письмо не превышает установленной массы для оплаты стандартной маркой.

Прибавляя гирьки на чашу весов, вы можете разметить весы и для бóльших грузов, тут все зависит от того, какова длина надводной части вашего стержня.

Если у вас нет гирек для градуировки весов, то можно использовать как эталон массы 1– или 2-граммовые пакетики с сахаром, кофе и т. п.

Если вы собираетесь пользоваться такими весами постоянно, то рекомендуем покрыть дерево лаком или другим водозащитным средством. Это предохранит древесину от разбухания и изменения массы, а следовательно, обеспечит точность взвешивания.

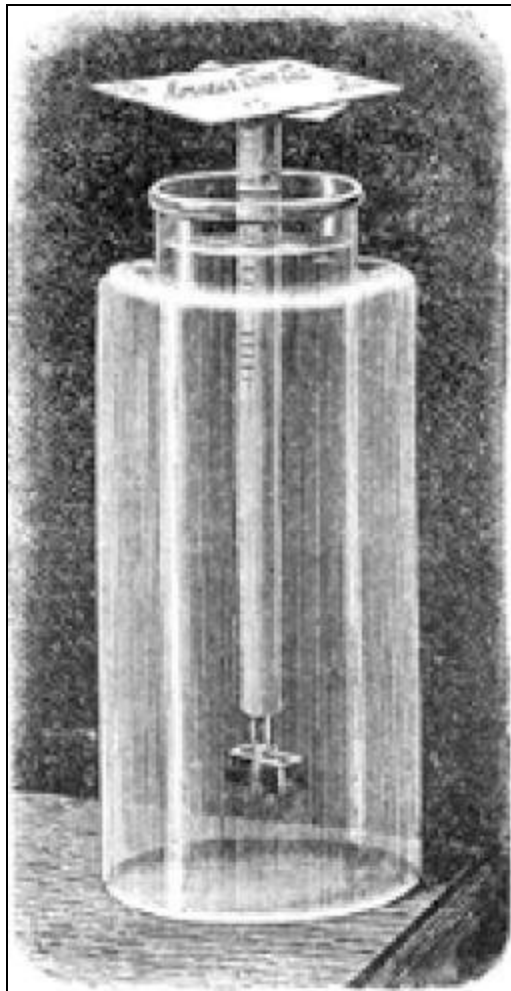


Рис. 10

Команда пловцов

Оборудование и материалы:

- неметаллическая миска с водой;
- стальные иголки;
- магнит.

На поверхность воды аккуратно опустите несколько булавок или иголок и понаблюдайте, будут ли они плавать совершенно независимо друг от друга или будут как-то взаимодействовать? Повторите опыт с пробками, но предварительно покройте каждую из них, снизу и с боков, сажей или копотью; теперь они не будут смачиваться жидкостью и разбегутся одна от другой.

Как воздействуют магниты между собой, можно наблюдать, если опустить на воду несколько намагниченных иголок.

Как плавают пробки

Оборудование и материалы:

- широкая посуда, наполненная водой;
- несколько пробок;
- ножницы.

Когда бросаешь пробку на поверхность воды, она всегда плавает в горизонтальном положении. Попробуйте установить ее на поверхности воды вертикально. Несмотря на все ваши старания, упрямая пробка все равно окажется на боку. Вертикальное положение пробки – неустойчиво; теоретически оно возможно, но на практике этому мешают незаметные колебания воды, которые возникают вследствие дрожания руки, держащей пробку, и прочих природных факторов.

Проводя опыты с пробками различных длин, вы сделаете открытие: одна из коротких пробок окажется послушной и будет плавать в желаемом положении, то есть вертикально.

Разрежьте одну из длинных пробок на одинаковые кружочки и положите на воду один из них. Затем начинайте накладывать на него один за другим остальные кружочки, чтобы восстановить как целое разрезанную вами пробку. Несколько кружочков удастся уложить без особых сложностей, но вот незадача – при наложении одного из последующих кружочков ваша воссоздаваемая пробка опрокидывается. Таким образом вы определяете высоту пробки (приблизительно), при которой ее равновесие на воде в вертикальном положении становится неустойчивым. Сравните эту высоту с диаметром пробки и с глубиной погружения.

В заключение сделайте следующий эксперимент с длинными пробками. Поставьте одну из них на стол и окружите ее тесной компанией из шести таких же пробок. Всю эту систему пробок возьмите в руку и опустите полностью под воду, чтобы все пробки и промежутки между ними хорошо смочились. Теперь приподнимите пробки и оставьте их на поверхности воды; пробки будут послушно стоять в вертикальном положении, совсем не проявляя склонности лечь на бок (рис. 11). Вся система не опрокидывается потому, что ее высота меньше суммарной ширины, а каждая пробка в отдельности не может опрокинуться, так как связана с остальными пробками силами поверхностного натяжения между частицами воды на их боковых поверхностях.



Рис. 11

Фейерверк из рома

Оборудование и материалы:

- тоненькие металлические трубочки;
- пробки.

В данном опыте важное значение имеет негорючесть некоторых элементов конструкции. Вертушка из металлических трубочек и пробок собирается согласно изображению на рис. 12. Такая конструкция, подвешенная на шнуре, может быть использована в грандиозном и зрелищном эксперименте, в котором вместо воды в вертушку вливают спирт, коньяк, ром или другой крепкий напиток. Струйки вытекающей жидкости поджигают. При проведении этого опыта будьте крайне осторожны с огнем, лучше всего делать это в пожаробезопасном месте во дворе. Весьма желателен помощник с огнетушителем наготове. Устройте все это в темное время суток, и вы получите блестящее и оригинальное фаер-шоу. Мелкие горящие брызги спирта будут разлетаться по кругу потоками голубых искр, кружась и переплетаясь в воздухе. Дорогой алкоголь можно заменить керосином или бензином. Для большей надежности и безопасности металлические трубочки вместо пробочного соединения можно спаять.

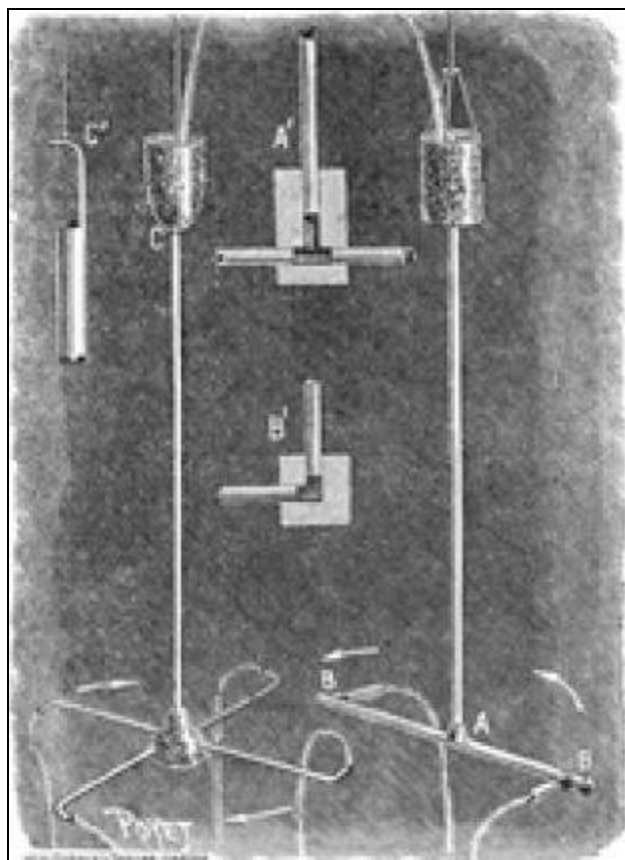


Рис. 12

Сифон-вертушка

Оборудование и материалы:

- широкая плоская тарелка;
- жестяная банка;
- пенопласт;
- пробки;
- пластилин;
- стакан;
- соломинки или полистироловые трубочки.

Круглую и высокую жестяную банку, например от «Вискаса», опрокиньте на широкую плоскую тарелку и сверху на дно банки поставьте стакан с водой. В этот стакан опустите кружок пенопласта с системой соломинок, скрепленных пластилином или с помощью пробок по схеме, приведенной на рис. 13. Вертикальная соломинка нижним концом укреплена в пенопластовом диске-поплавке, а верхним соединена с поперечной соломиной, торцы которой заглушены.

Длинные соломинки потоньше спускаются вниз от отверстий, сделанных у концов поперечной соломинки. На нижних концах длинных соломинок укреплены коротенькие соломинки для направления истечения воды.

Чтобы вода проникла в сифон и он заработал, необходимо одновременно, вдвоем, потянуть воздух из нижних соломинок.

Создается разрежение, вода засасывается в соломинки, и вытекающая из нижних соломинок вода сообщает конструкции вращательное движение. Вода в стакане постепенно убывает, но если периодически подливать в него воду, то вертушка будет вращаться сколько угодно долго.

В правой части рис. 13 изображена конструкция из четырех металлических трубочек, проходящих сквозь одну пробку. Такое прочное изделие легко сделать один раз и затем многократно использовать в различных опытах. Скреплять соломинки можно с помощью пластилина или пробок. Можно использовать полистироловые трубки, они легко обрабатываются и прочно склеиваются полистироловым клеем для моделизма.

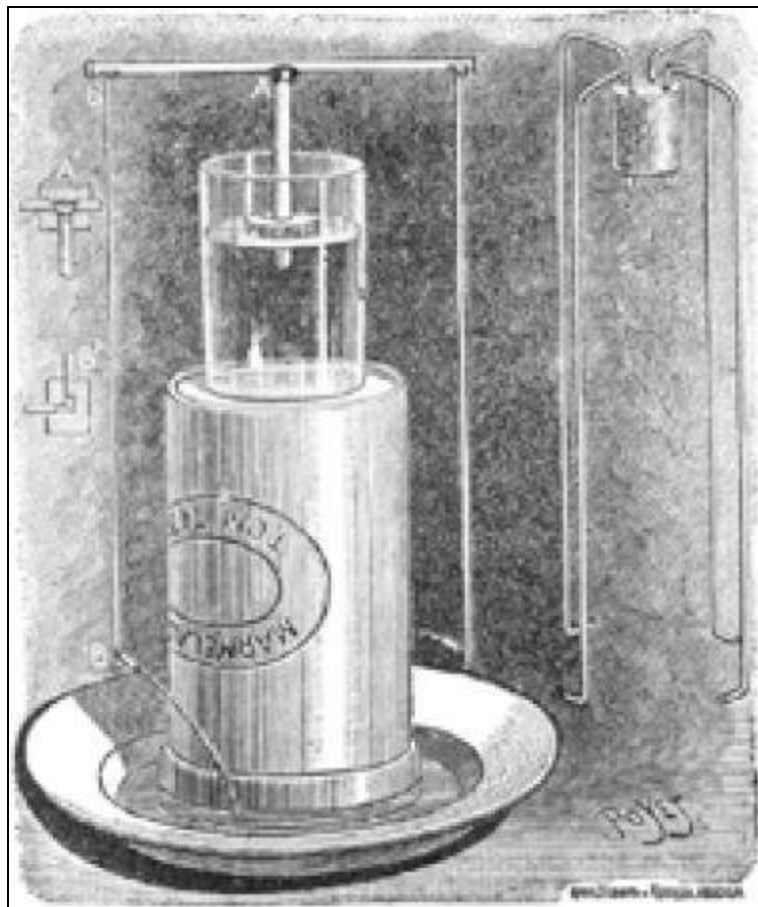


Рис. 13

Извержение вулкана

Оборудование и материалы:

- баночка от детского питания с плотно завинчивающейся крышкой;
- растительное масло;
- куркума;
- прозрачная емкость.

Завинчивающуюся бутылочку или баночку наполните доверху растительным маслом (рис. 14), подкрашенным, например, куркумой (можно использовать красное вино). В крышечке проколите маленькое отверстие и плотно закрутите емкость, при этом важно обратить внимание на то, чтобы масло полностью заполняло весь внутренний объем и несколько просачивалось через отверстие.

Прикрыв пальцем отверстие в крышке, опустите баночку на дно прозрачной емкости с водой. Вода, как более тяжелая жидкость, начнет проникать в баночку, а масло будет истекать из нее и подниматься вверх тонкой струйкой подобно дыму от сигареты.

Точно также в природе дымятся вулканы. Для большей иллюзии баночку на дне емкости с водой можно присыпать аквариумными камешками (рис. 14). Таким образом, у вас получится имитация извергающегося вулкана.

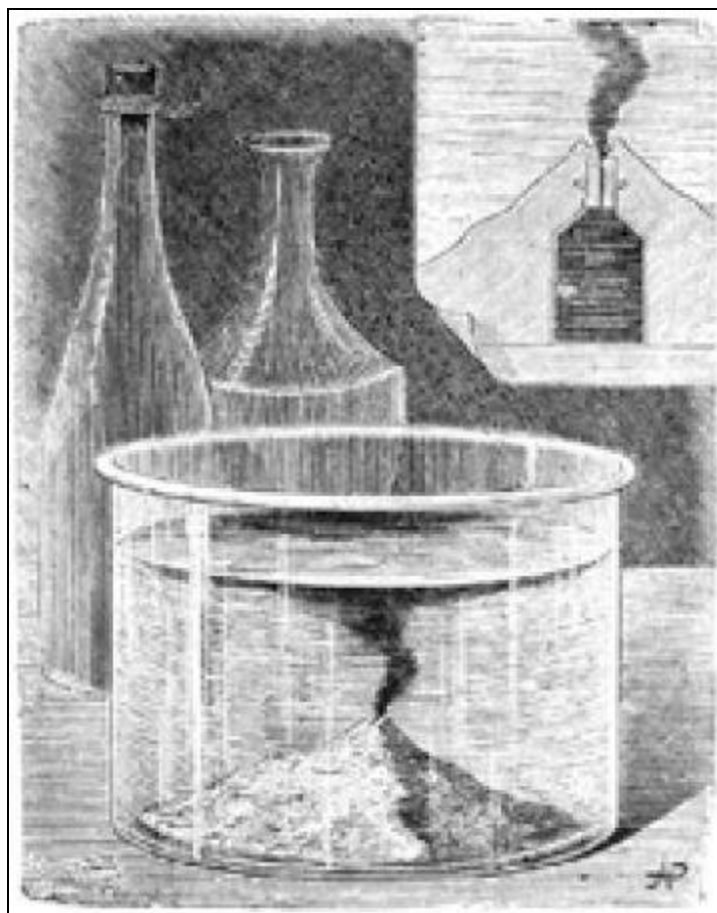


Рис. 14

«Самодвижущийся» шприц

Оборудование и материалы:

- одноразовый шприц на 20 мл;
- прочная нить.

Возьмите шприц на 20 мл и наберите в него 5–7 мл воды. Затем заткните входное отверстие иглой шприца с колпачком или зубочисткой. К концу штока поршня привяжите один конец нити, а второй конец нити привяжите за ручку на окне (рис. 15). Плавно потяните шприц вниз до тех пор, пока поршень не займет крайнее вытянутое положение. Теперь оставьте в покое и наблюдайте, как шприц начнет медленно подниматься, пока не займет исходное положение. Явление объясняется просто: внутри шприца был создан вакуум, и атмосферное давление вернуло систему в равновесное положение.

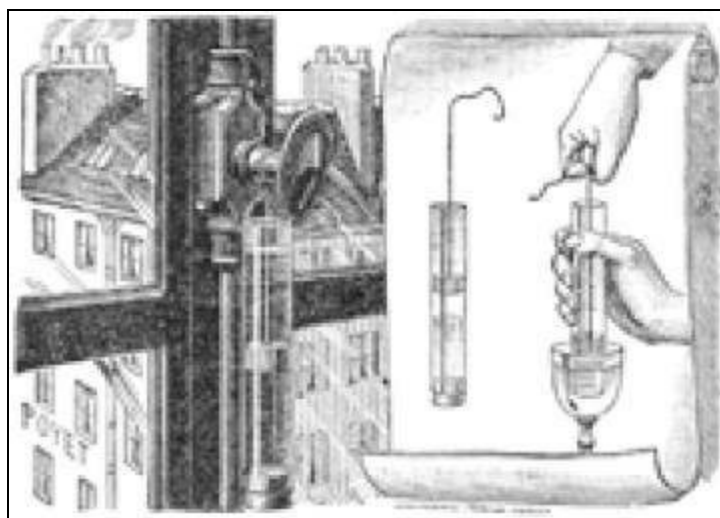


Рис. 15

Шприц – дизельный двигатель

Оборудование и материалы:

- одноразовый шприц на 20 мл;
- вата;
- эфир.

Этим опытом мы постараемся воспроизвести процесс воспламенения топлива в дизельных двигателях – детонацию. Выньте полностью из шприца поршень, а затем тщательно и плотно закройте впускное отверстие. Кусочек ваты, смоченный эфиром, поместите внутрь шприца и вставьте поршень обратно. Эту операцию необходимо делать довольно быстро, поскольку эфир испаряется. Уперев в стол шприц в вертикальном положении – так, чтобы шток поршня находился сверху, резко, почти ударом, максимально вдавите поршень. В результате быстрого сжатия температура воздуха внутри шприца возрастет и эфир вспыхнет. Будьте осторожны: при достаточно эффективном возгорании эфира шприц может разорваться! Если опыт не получится с первой попытки, не отчаивайтесь – причиной неудачи может быть недостаточное или избыточное количество эфира, а также слишком медленное сжатие.

Как опорожнить стакан при помощи полной бутылки

Оборудование и материалы:

- стакан;
- пластиковая бутылка с пробкой;
- две тонкие соломинки для коктейлей.

У вас есть полный стакан воды и полная бутылка с водой. Возможно ли опорожнить этот стакан с помощью бутылки, которая должна остаться полной?

Сделайте в пробке два отверстия и установите в них соломинки. Соломинки должны плотно входить в отверстия. Длина одной соломинки, выступающей из пробки, равняется глубине стакана, а другая – вдвое длиннее (рис. 16).

Закройте пластилином или жевательной резинкой наружное отверстие меньшей соломинки, а затем плотно закрутите пробку. Бутылка должна быть максимально заполнена водой – так, чтобы при закручивании из конца длинной соломинки слегка выступила вода.

Чтобы опорожнить стакан, достаточно перевернуть бутылку и опустить короткую соломинку в стакан до самого дна. Чтобы процесс начался, необходимо под водой убрать булавкой пластилиновую заглушку на конце соломинки (или просто отрезать закрытый конец ножницами). Вода, вытекающая из бутылки по длинной соломинке, создает в ней разрежение, и под действием атмосферного давления вода из стакана засасывается в бутылку – таким образом стакан опорожняется, а бутылка остается полной.

Соломинки образуют две ветви сифона, и, поскольку они обе заполнены водой, сифон начинает действовать, то есть из-за разницы давлений в короткой ветви вода поднимается, а в длинной – опускается. Давление воды в соломинках зависит от высоты водяного столба (опыт Паскаля), следовательно, в длинной соломинке давление выше, чем в короткой.



Рис. 16

Бумажная «бомба»

Оборудование и материалы:

- плотная бумага (пергамент);
- клей ПВА.

Вероятно, вы уже успели создать себе имидж фокусника и иллюзиониста, демонстрируя эффектные трюки по рецептам Тома Тита. Однако вместо всеобщего интереса вы определенно вызовете переполох, если вдруг заявите, что задумали кому-то из знакомых подложить бомбу. В подтверждение серьезности своих намерений покажите тугой пакет, склеенный из плотной бумаги и надутый воздухом. Но не стоит ударять по «бомбе» кулаком. Подложите ее тайком в каком-нибудь достаточно теплом месте, смотрите только, чтобы бумага не загорелась. Через несколько минут раздастся взрыв.

Была ли в этой бомбе взрывчатка? Нет, конечно, в ней не было ничего, кроме воздуха. Просто воздух, нагреваясь, расширялся, давление внутри герметично заклеенного пакета возрастало, что и привело к взрыву.

Летающая монета

Оборудование и материалы:

- рюмка конической формы;
- две монеты (например, 2– и 50-копеечная).

Этот опыт весьма прост, зрелищен и абсолютно безопасен. Для его подготовки требуется минимум средств и усилий.

Возьмите рюмку конической формы. Также вам понадобится две монеты: первая (например, 1– или 2-копеечная) должна помещаться в рюмку, не достигая дна около 1 см.

Если среди современных монет вам не удастся подобрать подходящую, попробуйте 3– или 20-копеечную монету СССР. Вторая монета (например, 50-копеечная) должна закрывать рюмку, входя в нее чуть ниже краев.

Когда монеты будут подобраны и уложены в рюмку, предложите присутствующим зрителям без помощи рук изъять нижнюю монету. При этом верхняя монета должна остаться на месте.

Эта задача решается следующим образом: сильно и резко дуньте сверху на ближний к вам край верхней монеты. Верхняя монета повернется вертикально, и в этот же миг нижняя монета выскочит из рюмки (рис. 17).

Том Тит считает, что в момент поворачивания верхней монеты под ней создается разрежение воздуха – вакуум и избыток давления под нижней монетой выталкивает ее наружу.

Попробуйте провести данный эксперимент и в рюмках другой формы – нередко он удается при самых разнообразных условиях.



Рис. 17

Летающая бабочка

Оборудование и материалы:

- 5-литровая пластиковая бутылка с завинчивающейся крышкой из-под воды;
- 2-литровая бутылка из-под кока-колы;
- несколько мячиков для пинг-понга;
- лист пергаменты для выпечки;
- фломастеры или карандаши;
- клей ПВА.

Изготовьте, используя бутылку из-под кока-колы, воронку высотой 12 см.

В крышке 5-литровой бутылки сделайте отверстие, главное – чтобы горлышко воронки плотно и герметично ввинчивалось в него. Если у вас возникли какие-то сомнения насчет герметичности соединения, то самое простое решение этой проблемы – перед ввинчиванием воронки намотать на ее горлышко немного мягкой целлофановой или фторопластовой пленки.

Наполните бутылку до половины водой и плотно закрутите крышку с установленной на ней воронкой. Затем возьмите по 1 столовой ложке пищевой соды и лимонной кислоты. Всыпьте их одну за другой в бутылку через воронку, при этом ее горлышко должно быть сухим.

В результате химической реакции в бутылке начнет выделяться углекислый газ, но выстрел не произойдет, так как избыточное давление газа стравливается через отверстие в воронке. Но тут вы вбрасываете в воронку заранее приготовленные мячики для пинг-понга. Один из них закрывает собой выходное отверстие в воронке и препятствует свободному выходу газа. Давление газа нарастает, и в результате мячик подбрасывается вверх, а на его место скатывается другой (рис. 18). Через несколько секунд процесс повторяется.



Рис. 18

Опыту можно добавить художественной зрелищности. Для этого нарисуйте на пергаменте крылья бабочки и вырежьте их ножницами. Вы можете проявить себя как художник-натуралист и передать в своем произведении окраску и рисунок какой-нибудь известной бабочки или малоизвестной экзотической бабочки, а можете создать бабочку, которая существует только в вашей фантазии. Посередине крыльев подклейте шарик и несколько приподымите крылья, чтобы они не мешали шарiku опускаться вниз и закрывать горлышко воронки. Полеты таких бабочек будут намного эффектнее, чем простое подпрыгивание мячиков.

Если вас заинтересует этот опыт, можно изготовить подходящие по размеру шарики из пенопласта, они будут еще легче и дольше летать в воздухе. Единственное условие – их поверхность должна быть гладкой и ровной.

Куритель – водяной житель

Оборудование и материалы:

- 0,5-литровая пластиковая бутылка с завинчивающейся пробкой;
- 1,5– или 2-литровая пластиковая бутылка;
- мундштук;
- сигареты;
- спички или зажигалка.

Отрежьте дно у 0,5-литровой бутылки, а в пробке сделайте отверстие, в которое будет плотно вставляться мундштук. По правде говоря, мундштук для этой затеи не обязателен, просто в него легче и быстрее вставлять сигарету, в противном случае отверстие в пробке нужно более тщательно подогнать под сигареты.

Затем отрежьте верхнюю часть у большей бутылки, чтобы получилась высокая цилиндрическая емкость. Наполните полученную емкость водой почти до верха, а в пробку меньшей бутылки вставьте незажженную сигарету. Бутылку с сигаретой погрузите в воду так, чтобы над водой она выглядывала приблизительно на 5 см.

Теперь объявите своим зрителям, что сейчас бутылка будет курить. Поднесите к сигарете зажженную спичку или зажигалку и плавно, но не очень медленно потяните бутылочку с сигаретой вверх. Внутри бутылочки образуется разрежение, и пламя от спички будет втягиваться, а сигарета закурится. Вытягивайте бутылочку до тех пор, пока в воде не останется около 1 см ее нижней кромки.

Выньте из пробки или мундштука, если он вставлен, сигарету и опустите бутылочку-курильницу обратно в воду, при этом из отверстия в пробке будут выходить клубы дыма. Вставьте сигарету обратно и потяните вверх снова, сигарета начнет ярко тлеть, а бутылочка будет наполняться дымом. Повторяя раз за разом описанные манипуляции, вы заметите, что эта система из бутылок и воды довольно быстро «выкуривает» сигарету.

Иван Никифорович Довгочхун

Оборудование и материалы:

- установка из предыдущего опыта «КуриТЕЛЬ-водяной житель»;
- старый резиновый мячик (который не жалко);
- фломастеры или цветные маркеры.

«Оживить» предыдущий опыт поможет небольшая творческая доработка установки водного курильщика. Возьмите небольшой резиновый мячик, можно даже дырявый, ведь он будет выполнять чисто декоративную функцию, и маркерами или фломастерами разрисуйте его в виде человеческой головы. Изобразите глаза, нос, уши и рот, пусть губы будут сложены в трубочку. Внутри рта прорежьте небольшое круглое отверстие, чтобы в него проходила сигарета. С противоположной рту стороны мячика прорежьте круглое отверстие диаметром, аналогичным диаметру маленькой бутылочки-курильщицы. Теперь, надев импровизированную голову курильщика на бутылочку – так, чтобы ротовое отверстие совпадало с мундштуком, можно заставить эту голову курить.

Еще забавнее будет, если вы попытаетесь изготовить курящую голову методом папье-маше и придадите ее формы и очертания какого-нибудь известного литературного персонажа или знакомого вам человека. Например, гоголевский Иван Никифорович Довгочхун любил пить чай, сидя в воде, а ваш Иван Никифорович в том же положении будет заниматься курением.

Чтобы процессы, происходящие в «теле» курильщика (системе из бутылок с мундштуком), были не заметны зрителям, оденьте его в костюм. Например, подвяжите под «головой» непрозрачный полиэтиленовый пакет.

Еще один курильщик

Оборудование и материалы:

- установка из предыдущего опыта «Иван Никифорович Довгочхун»;
- винная пробка;
- кусочек тонкой мягкой кожи или полиэтиленовой пленки;
- булавки.

В данном опыте предлагаем несколько усовершенствовать изготовленную ранее установку «Куритель – водный житель Иван Никифорович». Для этого вам необходимо в завинчивающейся крышечке на «курящей» бутылочке увеличить отверстие до размеров винной пробки, чтобы пробка плотно в ней держалась. Затем просверлите в пробке осевое отверстие диаметром 7 мм и наклонное боковое диаметром 2 мм, как показано в левом верхнем углу на рис. 19. В верхнюю часть осевого отверстия вставьте мундштук с сигаретой. Из старой перчатки или полиэтиленовой пленки вырежьте два кружочка несколько большего размера, чем отверстия, сделанные в пробке, и приколите их булавками к пробке так, чтобы они закрывали отверстия: один – осевое снизу, а другой – боковое сверху, как показано на рисунке. Таким образом получатся два клапана.

Во время поднимания бутылочки с установленной в ней модернизированной крышкой с клапанной пробкой давление в ней падает и атмосферное давление закрывает верхний клапан (прижимает его к краям отверстия), но при этом нижний клапан открывается, воздух проходит через сигарету и вместе с дымом по осевому отверстию поступает внутрь бутылочки. При опускании бутылочки давление воздуха в ней возрастает, нижний клапан закрывается, а верхний наоборот открывается и воздух с дымом выходит наружу через боковое отверстие. При таком устройстве вам ненужно будет вынимать сигарету каждый раз при опускании бутылочки, а при подымании вставлять обратно.

Аналогично предыдущему опыту водрузите на доработанную установку импровизированную голову Ивана Никифоровича, только дополнительно прорежьте в ноздрах головы отверстие – так, чтобы прямо под ним располагался верхний выходной клапан или же в отверстие верхнего клапана вставьте кусочек пластиковой трубочки от медицинской одноразовой капельной системы, подведите ее к ноздре и непосредственно на ней устройте выпускной клапан.

Осталось одеть водяного курильщика в непрозрачный плащ и вставить ему в рот зажженную сигарету. Теперь при подымании бутылки он будет затягиваться сигаретой, а при опускании выпускать из носа клубы сигаретного дыма.

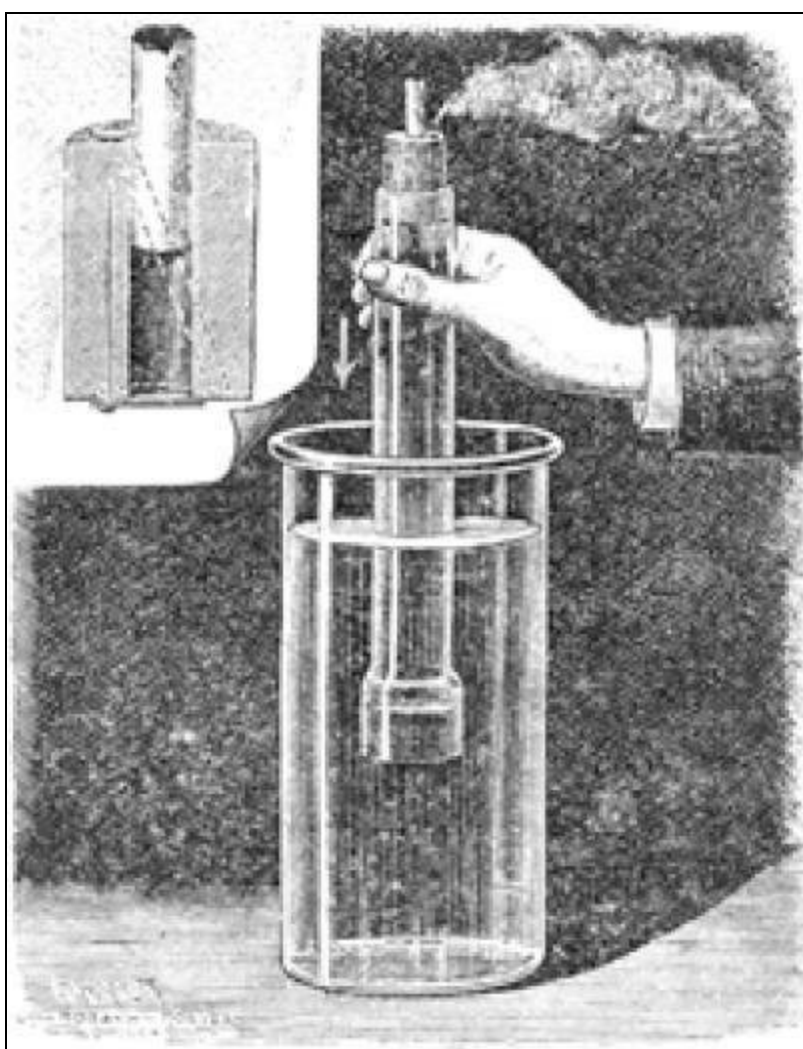


Рис. 19

Яйцо, танцующее вальс

Оборудование и материалы:

- круглый поднос с гладким ровным дном;
- куриное яйцо.

Возьмите куриное яйцо, ровное, гладкое, без наружных дефектов, и положите его на середину перевернутого вверх дном подноса. Сообщите подносу круговое движение в горизонтальной плоскости. Движение передастся яйцу, и оно также начнет вращаться. Плавнo ускоряйте движение. При некоторой скорости вращения яйца оно само собой поднимется и будет вращаться вокруг своей продольной оси (рис. 20).

Для того чтобы такие опыты легче удавались, яйцо необходимо сварить вкрутую особым образом – во время варки его нужно поддерживать в вертикальном положении острым концом вниз, тогда пустота в его тупом конце сохранит симметричное положение относительно длинной оси яйца.

Указанный способ вращения яйца на тарелке требует известной ловкости, сноровки и уверенности в движениях. Если вы сомневаетесь в своих способностях к такой эквилибристике, можете поступить следующим образом. Положите поднос на стол так, чтобы его можно было быстро и легко снова взять в руки. На середину подноса положите яйцо и с помощью большого пальца левой руки и указательного правой, размещенных у противоположных концов яйца, приведите его в быстрое вращательное движение. Яйцо завертится и выпрямится. Теперь вам останется взять в руки поднос и круговыми движениями в горизонтальной плоскости поддерживать быстрое движение яйца.

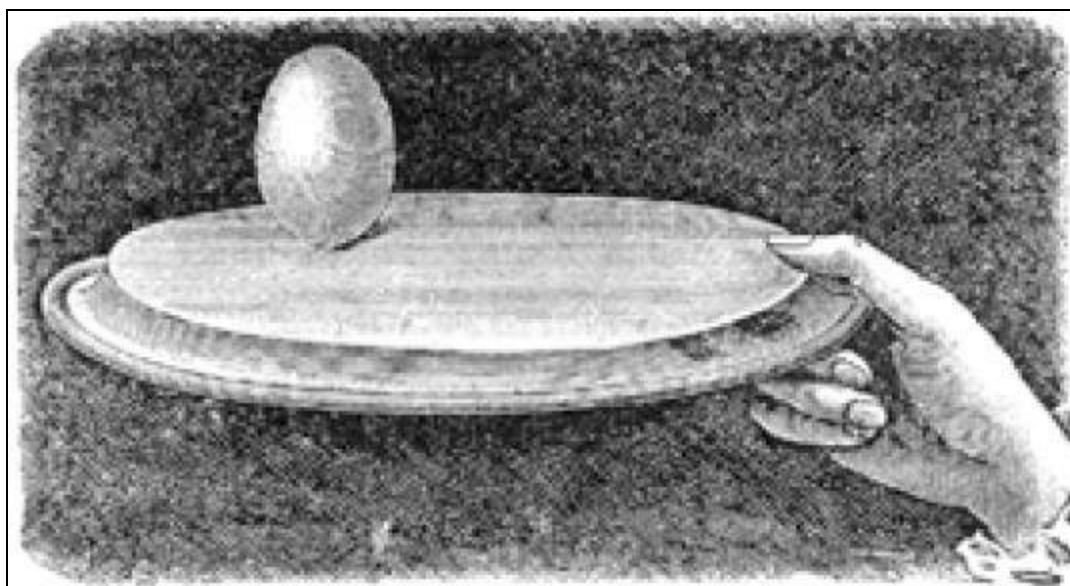


Рис. 20

Разбитое зеркало

Оборудование и материалы

- зеркало;
- кусочек мыла.

Острым краем кусочка мыла проведите по поверхности зеркала несколько прямых линий разной длины, выходящих из какой-нибудь одной точки на краю зеркала. Эти линии отражаются в зеркале так, что непредупрежденному наблюдателю покажется, что данные линии проведены не на поверхности зеркала, а проникают на всю толщину стекла, то есть создается впечатление, как будто зеркало разбито или треснуло. Когда владелец зеркала уже достаточно испуган, возьмите чистую тряпку и, как волшебник, «исцелите» зеркало, стерев следы мыла с его поверхности.

Чем темнее цвет мыла, тем эффектнее оптический обман.

Ложка-рефлектор

Оборудование и материалы:

- столовая ложка из нержавеющей стали;
- свеча или настольная лампа.

Новая столовая ложка из нержавеющей стали представляет хорошую зеркальную поверхность, подобно параболическим отражателям, *вогнутую* с одной стороны и *выпуклую* с другой. С помощью столь тривиального предмета вы сможете наблюдать особенности отражения света такими поверхностями.

Вогнутая сторона ложки может послужить хорошим рефлектором. На рис. 21 показано, как можно воспользоваться таким рефлектором, чтобы осветить горло. На нем видно, как можно держать в одной руке весь осветительный прибор, то есть источник света (в данном случае свечу) и ложку. Отраженный свет вы направляете в открытый рот и ярко освещаете любое место в глубине ротовой полости. Таким же образом можно сфокусировать отраженный свет от настольной лампы или другого источника света.

Вогнутое зеркало, подобно плоскому, отражает свет, но при этом оно еще и собирает (фокусирует) световые лучи, усиливая освещенность в определенном месте. Выпуклая отражающая поверхность, наоборот, рассеивает световой поток, распространяя свет на большую площадь, но с уменьшением освещенности.



Рис. 21

Ложка-зеркало

Оборудование и материалы:

- столовая ложка с отполированной блестящей поверхностью.

Та же столовая ложка из нержавеющей стали с гладкой блестящей поверхностью дает возможность познакомиться с любопытными свойствами вогнутых и выпуклых зеркал. Поставив ложку вогнутой стороной перед собой, вы увидите в ней небольшую фигурку, стоящую вверх ногами. Это ваше отражение в вогнутом зеркале. Как вы заметили, оно обратное, то есть нижняя сторона отражаемого объекта изображается сверху, а верхняя – соответственно внизу. Аналогично правая сторона меняется местами с левой.

Теперь поверните ложку к себе другой стороной – выпуклой. В этом случае вы увидите прямое изображение, то есть верх сверху, а низ – внизу. Правда, вид получается довольно карикатурный – сильно растянутый. Если вам такая фигура не нравится, поверните ложку горизонтально – фигура сильно уменьшится в длину, но в то же время так расширится, что будет напоминать какого-то толстяка. Во всем виновата продолговатая форма ложки. Будь ложка равномерно выпуклой, подобно части шара, она давала бы (на значительном расстоянии) небольшое отражение, сходное с вашей фигурой.

Станьте перед выпуклой стороной ложки на значительном расстоянии и попробуйте протянуть к ней палец или приблизить лицо. Ваш палец будет выглядеть длиннее и больше всей руки, а нос достигнет таких размеров, которые смогут рассмешить даже очень грустного человека!

Когда вы свыкнетесь с веселенькой формой вашего носа, обратите внимание на то, что предметы, расположенные ближе к выпуклому зеркалу, уменьшаются не в такой степени, как более удаленные.

Подобные эксперименты можно проводить и со стеклянными елочными украшениями, они, как правило, обладают прекрасными светоотражающими свойствами. Разнообразные формы этих предметов позволят вам здорово повеселиться над причудливыми отражениями, вы как будто посетите аттракцион «Комната кривых зеркал».

Вращающаяся булавка

Оборудование и материалы:

- булавка или скрепка;
- резинка длиной 30–40 см.

Согните булавку, придав ей любую форму, и вколите ее посередине длины в резиновый шнурок плоской или круглой формы. Каждый конец резинки возьмите двумя пальцами и крутите так, чтобы булавка пришла в быстрое вращательное движение (рис. 22). Если этот опыт проводить в темноте и подсветить булавку, например, фонариком, то вращающаяся булавка будет иметь вид стеклянного сосуда, форма которого зависит от изгибов самой булавки.

Если вследствие центробежной силы булавка отклоняется перпендикулярно по отношению к резинке, то конец булавки можно подтянуть к резинке с помощью белой нитки, которая никак не повлияет на общую картину явления.

Попробуйте изогнуть булавку или скрепку таким образом, чтобы кажущийся стеклянный сосуд имел желаемую форму, например бокала, вазы, бутылки и т. п.

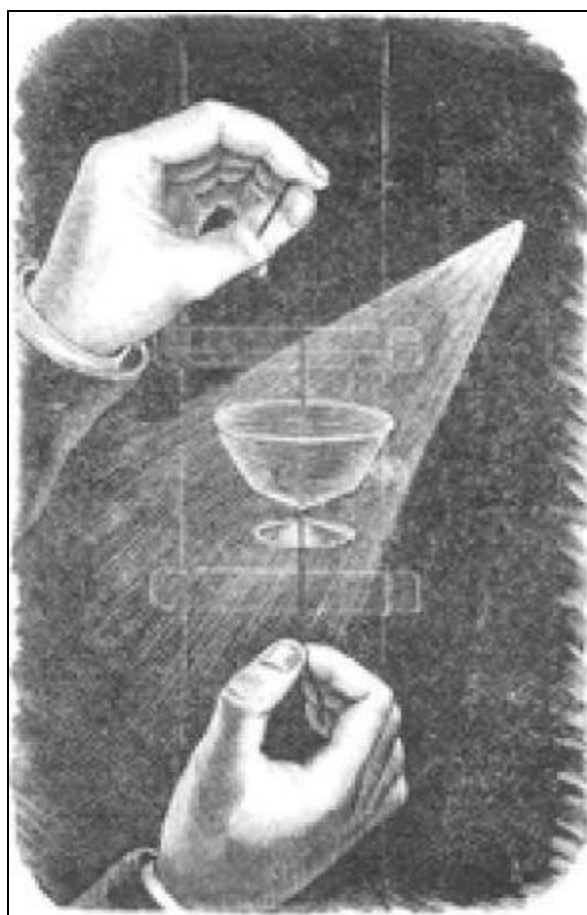


Рис. 22

Трехцветная звезда

Оборудование и материалы:

- лист картона;
- лист белой бумаги;
- два карманных фонарика;
- цветные стекла или пластиковые светофильтры.

Возьмите кусок картона (например, от обложки альбома для рисования) и согните его вдвое, на одной его половине нарисуйте и вырежьте четырехлучевую звезду, сориентированную двумя лучами по вертикали и двумя – по горизонтали. Сложите вместе обе половинки и очертите карандашом контуры прореза на другой половине картона. Через вершины второй нарисованной звезды проведите две диагонали и через полученный центр проведите еще две такие же диагонали, но под углом 45° к первой паре. Пусть концы этих диагоналей будут вершинами новой, также четырехлучевой, звезды, которую вам нетрудно будет начертить и вырезать на второй половине картона.

Как видно из рис. 23, для успешного проведения этого эксперимента вам необходимо прикрепить к вертикальной поверхности экран – лист белой бумаги (например, лист из альбома для рисования), а затем расположить перед ним изготовленную вами картонную конструкцию так, чтобы между ее половинками образовался тупой (больше 90°) угол.

Том Тит предлагал расположить перед картонкой свечи, по правую и по левую сторону, но сегодня рациональнее использовать маленькие лампочки накаливания для карманных фонариков на 1,5 или 3 В, работающие от батареек. Изменяя угол между половинками картона, увеличивая или уменьшая его, добейтесь полного сливания просвечивающегося изображения звезд в одном месте экрана. Так как лучи этих двух звезд различно направлены, то, следовательно, они не сольются, и поэтому световое пятно на экране будет иметь форму восьмиконечной звезды.

Теперь возьмите цветное стекло или стакан с подкрашенной водой (в принципе, подойдет любой светофильтр) и поставьте его так, чтобы им закрыть один из прорезов. На экране получится белый восьмиугольник с лучами, попеременно окрашенными в дополнительные цвета.

Одновременно перекрывая прорезы разными светофильтрами, вы сможете наблюдать на экране эффекты наложения и смешивания разных цветов, что несомненно вас развлечет.

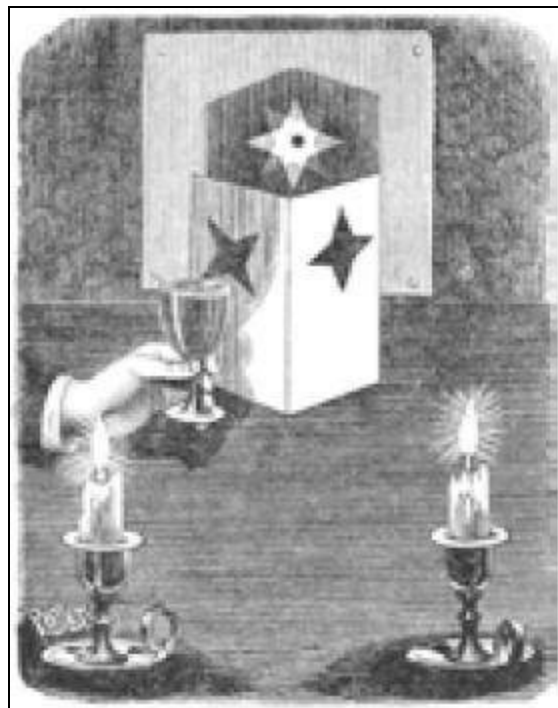


Рис. 23

Исчезновение монеты

Оборудование и материалы:

- стакан с гладкими стенками;
- ложка;
- монета достоинством 25 или 50 копеек;
- трубочка для коктейля.

Когда мы смотрим на предмет, погруженный в воду, то нам кажется, что он находится несколько выше от действительного положения. Это явление объясняется *преломлением света*^[1]. Иначе говоря, сквозь воду мы видим не сам предмет, а только его образ, который в физике называют *изображением* предмета. Чем глубже под поверхностью воды находится предмет или какая-нибудь его точка, тем выше получается изображение. Этот эффект вы можете наблюдать в стакане с водой, в которую наклонно опущена ложка. Она кажется как бы сломанной на уровне поверхности воды.

Вот еще один опыт, основанный на том же явлении. Положите монету на дно сосуда с водой, стоящего на столе, и предложите кому-нибудь сесть перед столом и смотреть на монету. Попросите участника вашего опыта сохранять свое положение, а сами отодвиньте от него сосуд с водой и монетой по столу на столько, чтобы он видел через край сосуда только половину монеты. Повторите помощнику свою просьбу не менять положение головы и глаз и начните уменьшать количество воды в сосуде, например, высасывая через трубочку или отливая сифоном, откачивая насосом или шприцем (рис. 24), главное при этом, чтобы не сдвинулись с места сосуд или монета. С уменьшением глубины погружения монеты ее изображение понизится и монета как бы исчезнет, скроется за краем сосуда. Потихоньку добавляйте воду обратно в сосуд – и монета появится снова.



Рис. 24

Домашняя лотерея или кинотеатр

Оборудование и материалы:

- большая тарелка;
- тарелка поменьше или блюдце;
- картон;
- клей или пластилин.

Пересмотрите внимательно тарелки, которые есть в вашем доме, и выберите из них такую, у которой в середине обнаружите некоторую выпуклость. Затем возьмите тарелку поменьше и поставьте на первую. Проведите предварительный тест: крутните маленькую тарелку, если она свободно вращается на выпуклости нижней тарелки, то эта пара тарелок пригодна для проведения дальнейшего опыта. Если же вам не удалось подобрать подходящую пару, поступите следующим образом: возьмите любую глубокую тарелку, налейте в нее воду и опустите на водную поверхность блюдце – так, чтобы оно свободно плавало и не касалось дна. Если вы резко крутнете блюдце, то оно должно некоторое время сохранять вращательное движение.

Завершив пробные испытания, приступайте к изготовлению дальнейших приспособлений на блюдце. Вырежьте из плотной бумаги или картона 5–8 штук различных фигурок и наклейте их по внутреннему краю блюдца (рис. 25). Можно использовать фигурки из киндер-сюрпризов, их легко закрепить пластилином. Фигурки могут быть в наклонном или в вертикальном положении. На краю нижней тарелки в произвольном месте делается метка (пластилином, маркером или кусочком изоленты) – ну вот, лототрон готов! Можно приступать к лотерее.

Участники игры садятся вокруг, и каждый выбирает себе одну из фигурок на блюдце. Назначается какой-нибудь приз, и блюдечко приводится во вращение. Фигурки быстро проносятся мимо метки на тарелке, но по мере замедления напротив метки или рядом с нею замирает одна из фигурок. Чья фигурка остановилась ближе всего к метке, тот и считается победителем.

Во избежание споров выработайте точные правила, когда считать игру ничьей, то есть когда одна фигура прошла метку, а другая не дошла до нее.

Приведем пример, как этой игре можно сообщить некоторый научный интерес. Придайте, например, рукам вырезанных фигурок различные положения и разместите их на вращающемся блюдце – так, чтобы они представляли последовательность разнообразных моментов движения, которые проделывает человек, поднимая и опуская руки. У первой фигурки руки опущены, у следующей несколько отдалены от туловища, далее они находятся на уровне плеч, затем постепенно достигают вертикального положения над головой.

Впоследствии, сообщив блюдцу вращательное движение, наблюдайте за происходящим одним глазом через отверстие, проделанное иголкой в листе картона. У вас создается впечатление, что перед вамидвигающаяся фигурка! Она машет руками, как живая. Для полноты иллюзии необходимо вырезать еще несколько фигурок, изображающих постепенное опускание рук.

Данный опыт можно варьировать до бесконечности, вырезая фигурки в различных позах, например в движениях дровосека, бегуна, танцовщицы и т. д.

Для облегчения процесса изготовления фигурок можно основную, неподвижную часть тела прорисовывать как шаблон, а уже к нему добавлять подвижные части, например руки и ноги.

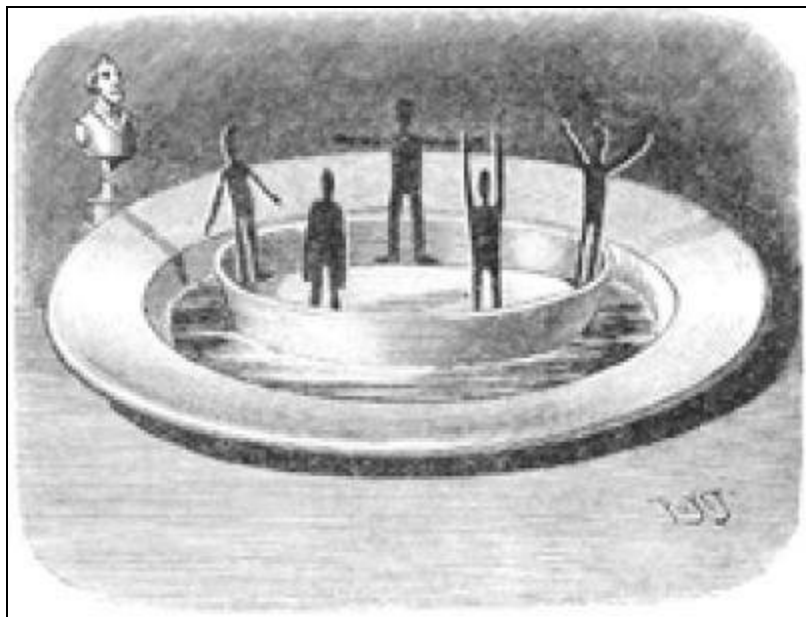


Рис. 25

Оборудование и материалы:

- два куска картона;
- старый журнал;
- две иголки;
- магнит (желательно подковообразный);
- тонкая проволока;
- спичка или зубочистка;
- нитки или тонкая леска;
- клей ПВА.

Если мы поставим на тарелку стальную иголку и подержим рядом с ней магнит, а затем оставим иголку в покое, то она не изменит своего первоначального положения. Более того, под влиянием магнитного поля (магнита) она будет совершать незначительные колебания, которыми мы и воспользуемся для изготовления простой и увлекательной игрушки.

Вырежьте из старого журнала или из рекламы рисунок фасада дома с замысловатой архитектурой и сделайте в нем прямоугольный вырез. Заднюю стенку вашего будущего театра вырежьте из картона такого же размера, как и фасад (на рис. 26 показана вся стенка), и соедините обе эти стенки пробками или кусочками пенопласта, укрепив их булавками или клеем.

На задней стороне лицевой стенки в верхней части закрепите магнит, который зрители видеть не должны. Для того чтобы фасад не прогибался под тяжестью магнита, его можно перед вырезанием проема наклеить на картон. Под магнитом между стенками протяните тонкую проволоку, на ней и будут балансировать иголки. Высота проволоки должна быть отрегулирована опытным путем таким образом, чтобы иголка не притягивалась к магниту, а под воздействием магнитного поля удерживалась вертикально на проволочке.

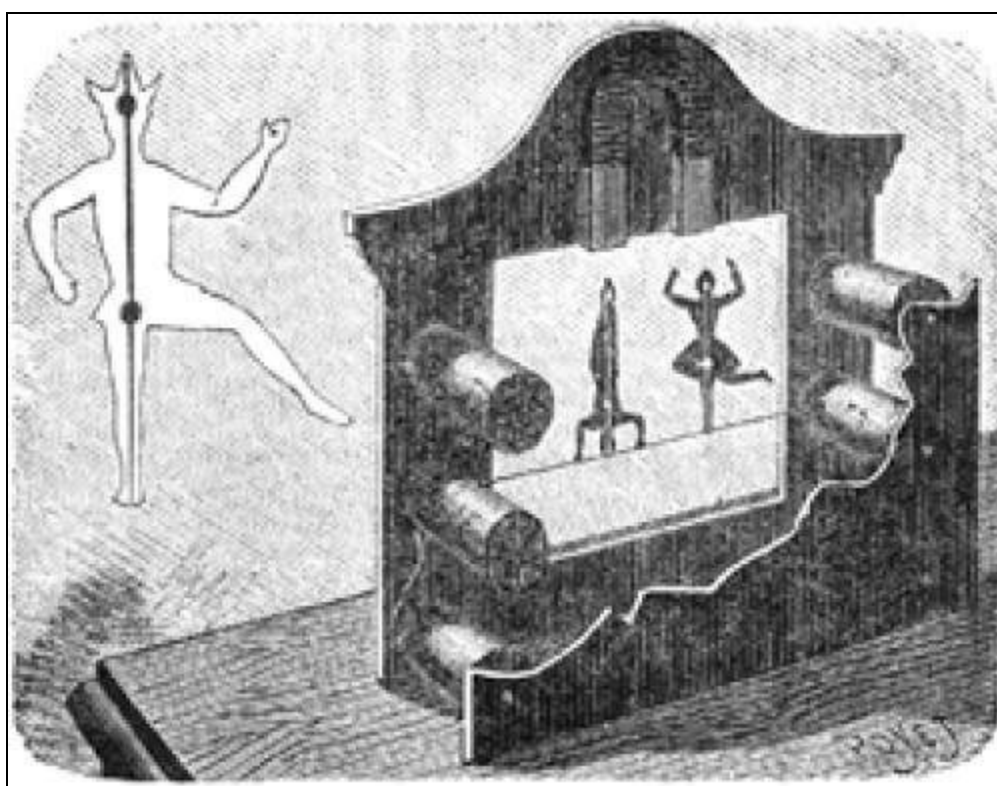


Рис. 26

Когда необходимое положение проволоочки подобрано, вырежьте наклеенную на картон фигурку, например танцовщицы или балерины, стоящей на одной ноге. Размер фигурки по высоте должен быть такой же, как длина иголки. Пластином или клеем прикрепите иголку к фигурке, но так, чтобы она непременно находилась вдоль опорной ноги. Готовую фигурку установите на проволочку под одним из концов магнита. Под воздействием магнитного поля иголка приходит в легкое колебание и таким образом получается движение, напоминающее балансирующего акробата.

Если у вас магнит подковообразной формы, то есть имеет два конца, то для большего эффекта вы можете разместить на проволочке еще одну фигурку.

Из спички или зубочистки и двух кусочков нити или тонкой лески вы можете соорудить трапецию, которая заменит проволочку. Поместив фигурки на трапеции, вы можете их раскачивать, при этом фигурки не упадут, потому что ушки иголок, прикрепленные к фигуркам, все время будут находиться в сфере действия магнитного поля, создаваемого магнитом.

При неправильном хранении со временем постоянные магниты размагничиваются. Сохранять такие магниты Том Тит рекомендует, приложив к концам магнита кусок железа, например толстый стальной гвоздь или другой аналогичный предмет. Как правило, подковообразные магниты хранят с так называемыми «якорями».

Наэлектризованная бумага и воздушные шары

Оборудование и материалы:

- открытка;
- гребешок;
- газета;
- трость;
- нить;
- два надувных шара.

В сухую погоду потрите щеткой или о собственные волосы кусочек тонкой бумаги. В результате такого воздействия бумага наэлектризуется и будет прилипать к вашим пальцам, вашей одежде, как будто она смазана клеем.

Наэлектризуйте подобным образом кусок плотной бумаги, например визитную карточку или открытку. Вы заметите, что точно так же, как сургуч, стекло, пластик или резина, бумага будет притягивать легкие предметы (кусочки газеты, пенопласта и т. д.) Проще всего провести такой эксперимент с обычным неметаллическим гребешком. После расчесывания волос поднесите гребешок к мелко нарезанным кусочкам газеты. На некотором расстоянии кусочки газеты будут как будто по волшебству шевелиться вслед за движениями гребешка, а при достаточном сближении прилипнут к нему.

Возьмите *трость* или какую-нибудь палку и приведите ее в равновесие на спинке стула (рис. 27). Объявите присутствующим, что вы намерены свалить ее на пол, не прикасаясь ни к ней, ни к стулу.

Тщательно высушите (например, феном) кусок плотной бумаги. Затем трением о ткань (желательно шерстяную) наэлектризуйте его. И поднесите к одному из концов трости. Наэлектризованная бумага будет притягивать этот конец к себе, как магнит железо, – равновесие нарушится и палка упадет.

Весьма зрелищно и эффектно будет выглядеть и опыт с наэлектризованными воздушными шарами. Для этого возьмите два надутых воздушных шарика и соедините их нитью (желательно шелковой) длиной около 30 см. Затем потрите шары о шерстяной свитер или о волосы на голове. Наэлектризованные одинаковым зарядом шары будут отталкиваться друг от друга и держаться на расстоянии. Такую заряженную пару можно подвесить за середину нити, например, к люстре. Электрический заряд будет достаточно долго сохраняться в такой системе, а шары удерживаться на расстоянии.

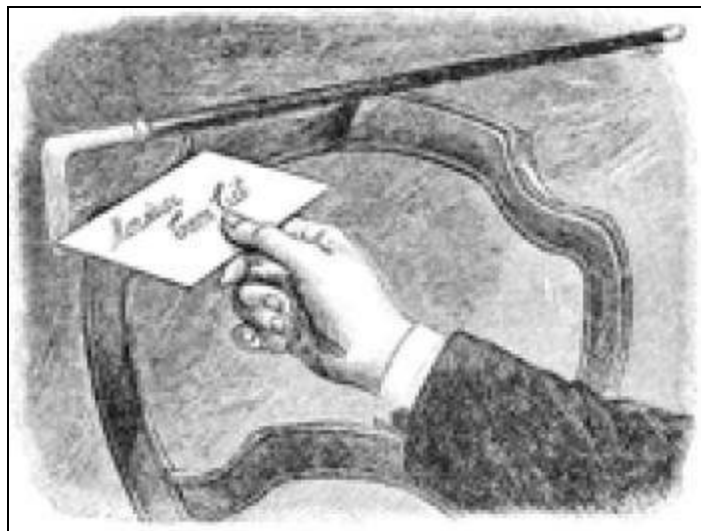


Рис. 27

Оборудование и материалы:

- шесть дверных ключей (указанной ниже формы).

Для проведения следующего опыта вам придется потратить некоторое время для подбора шести ключей, схожих по форме с приведенными на рис. 28.

Итак, возьмите шесть дверных ключей, которые для удобства мы пронумеруем от 1 до 6. Ключи должны быть различной величины: 1-й самый большой, 2-й несколько поменьше и так далее до 6-го, который должен быть меньше всех.

Возьмите сначала самые крупные ключи, вложите кольцо 2-го ключа в кольцо 1-го, а бородки установите на стол – так, чтобы между ключами получился тупой угол.

Если теперь вы положите руку на кольца (вершину угла) и придавите, то почувствуете, что основание нашего сооружения достаточно прочно и ни один из ключей не соскользнет.

Теперь вложите бородку 3-го ключа в кольцо 2-го, затем последовательно бородки 4-го, 5-го и 6-го в кольца 3-го, 4-го и 5-го, при этом смотрите на них сверху и следите, чтобы все ключи были в одной вертикальной плоскости. Последний ключ (№ 6) должен быть укреплен почти горизонтально, так же как и его кольцо.

Соединение бородок с кольцами должно быть выполнено тщательно, что вы можете проверить, надавливая на последний ключ (№ 6). Убедившись в надежности конструкции, вы можете смело (особенно, если при проведении предыдущих опытов и экспериментов приобрели достаточную ловкость и навыки) устанавливать на кольца 5-го и 6-го ключей различные предметы: тарелку, чашку, бутылку и т. д.

Бутылку следует наполнять водой только до половины, чтобы ее центр тяжести не находился слишком высоко – это увеличит устойчивость всей системы.

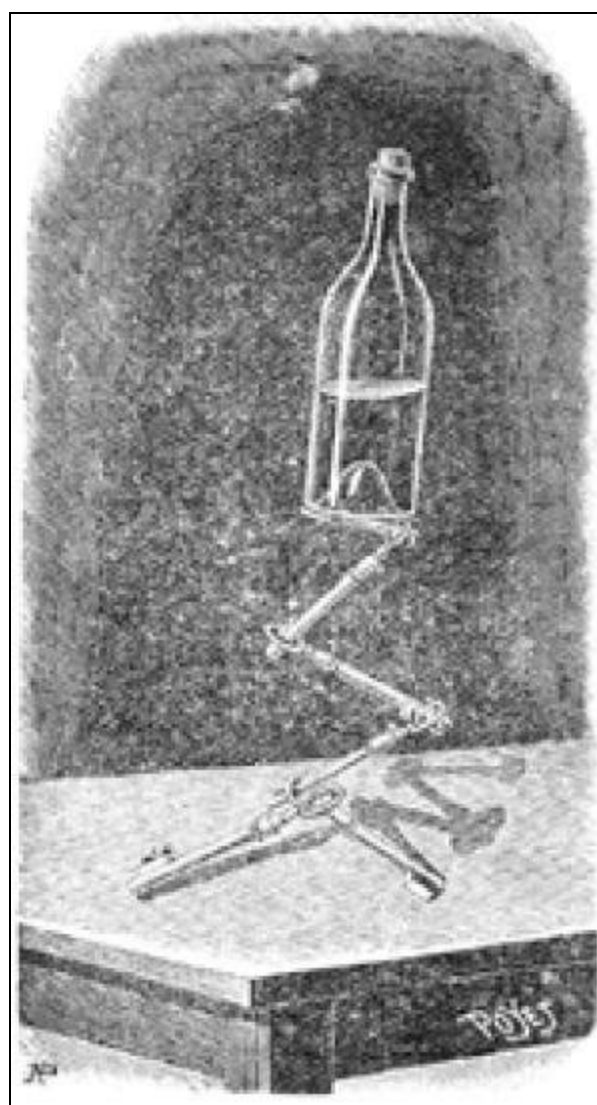


Рис. 28

Перо Робинзона

Оборудование и материалы:

- сосновая хвоя;
- тонкая нить;
- палочка бузины или камыша.

Один почтенный предприниматель, рассказывал Том Тит, разместил в нескольких газетах и журналах следующее объявление: *За один франк высылаю способ писать без пера и чернил.*

Многих заинтересовало это объявление, и тысячи франков попали в руки остроумца. Он присылал каждому открытку, на которой было написано только два слова: *Возьмите карандаш.*

Том Тит, предлагая читателям изобретенное им перо, вовсе не хотел повторить шутку своего ловкого соотечественника. Нет, он действительно предлагал перо, соединявшее в себе все необходимые качества пишущего инструмента. Вдобавок, перо, изготовленное по его инструкциям, обойдется вам совершенно бесплатно, потому что необходимые материалы можно найти почти во всех местах земного шара. Вам не понадобятся никакие металлические части или перья птиц. Некоторые современники Тома Тита были весьма огорчены тем, что прекрасные пишущие принадлежности из гусиных перьев вытеснялись металлическими. Перо, предлагаемое Томом Титом, вы найдете в растительном царстве природы и без всяких особых приготовлений сможете им пользоваться (если вам захочется почувствовать себя Робинзоном).

Перо, названное Томом Титом *пером Робинзона*, представляет собой не что иное, как пару иголок обыкновенной сосны. Всем известно, что видоизмененные сосновые листья – иголки называют *хвоей*. Рассматривая веточку сосны, вы заметите, что хвоинки растут попарно и соединены в точке произрастания, а сложив иголки одной пары, увидите, что их острия сойдутся в одной точке, потому что они совершенно одинаковой длины. К тому же вы заметите, что на внутренней поверхности каждой хвоинки имеется продольное углубление и если плотно сложить парные иголки, то внутри образуется тонкий цилиндрический каналчик по всей длине иглы.

Эти особенности сосновой хвои являются основополагающими при изготовлении пера Робинзона.

Оторвите от сосновой ветки пару иголок. Тонкой нитью свяжите эти две иголки вместе, как можно ближе к остриям, как показано на рис. 29. Вот вам и перо, снабженное двумя упругими гибкими кончиками, прекрасно отточенными и одинаковой длины, которыми свободно можно писать. Следуя духу робинзонства, сделайте ручку для пера из веточки бузины или из камышинки и вставьте в нее перо так, чтобы острый конец выдавался из трубки приблизительно на 1 см.

Обмакните теперь перо в чернильницу и оставьте его там на некоторое время. Чернила проникнут в описанную выше полость между иголками – этого будет достаточно, чтобы написать 20–25 строк, не обмакивая перо снова в чернильницу.

Тонкое, гибкое, неокисляемое – перо Тома Тита позволяет писать каким угодно шрифтом, тонко или толсто, в готическом или английском стиле, рондо или наискось.

Подобно тому как самостоятельно, без внешнего воздействия наполняется узкий канал между хвоинками, точно так же жидкость втягивается в узенькую трубочку – волосную. Современники Тома Тита именно так называли капиллярные трубки из-за сходства с человеческим волосом, представляющим тоже трубочку, наполненную жидкостью светлого цвета (у блондинов), темного (у брюнетов) или ничем не наполненную, пустую (седые волосы).

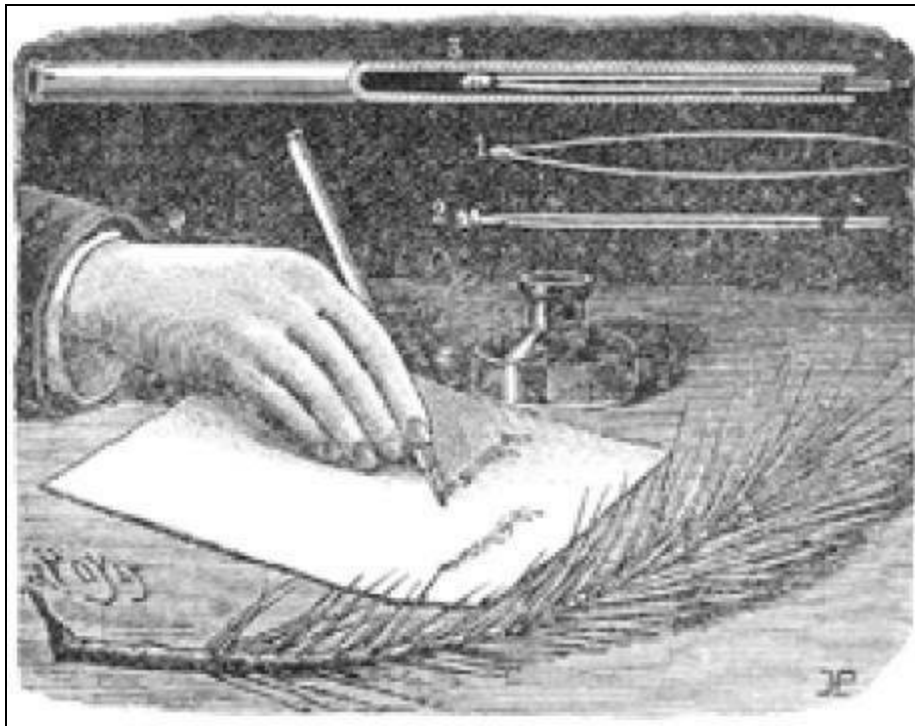


Рис. 29

Четки из орехов

Оборудование и материалы:

- орехи фундук;
- перочинный ножик;
- очень тонкая леска или длинные волосы.

Между кожицей и скорлупой орешков фундука имеется множество маленьких каналов, которые делаются заметными, если расколоть орех по длине. Одним концом эти каналы выходят вблизи острой оконечности ореха, другим – на кругообразный венчик, окрашенный в серый цвет. Перочинным ножиком слегка поскоблите орех с обеих сторон, и вы заметите маленькие отверстия этих каналов – в них нетрудно продеть тоненькую леску (рис. 30). Можно пронизать скорлупу ореха 35 лесками, проходящими через 35 ее отверстий. Вместо лески Том Тит предлагал использовать длинные волосы. Один волос достаточно прочен для того, чтобы удерживать несколько орехов – вот вам четки, изготовленные новым способом.

Обратите особое внимание на то, что орехи должны быть хорошо высушенными. Кроме того, волоски всегда нужно продевать со стороны корня.

Том Тит посвящает это развлечение своим читательницам, так как именно они могут располагать длинными, тонкими и шелковистыми волосами, очень подходящими для его затеи.

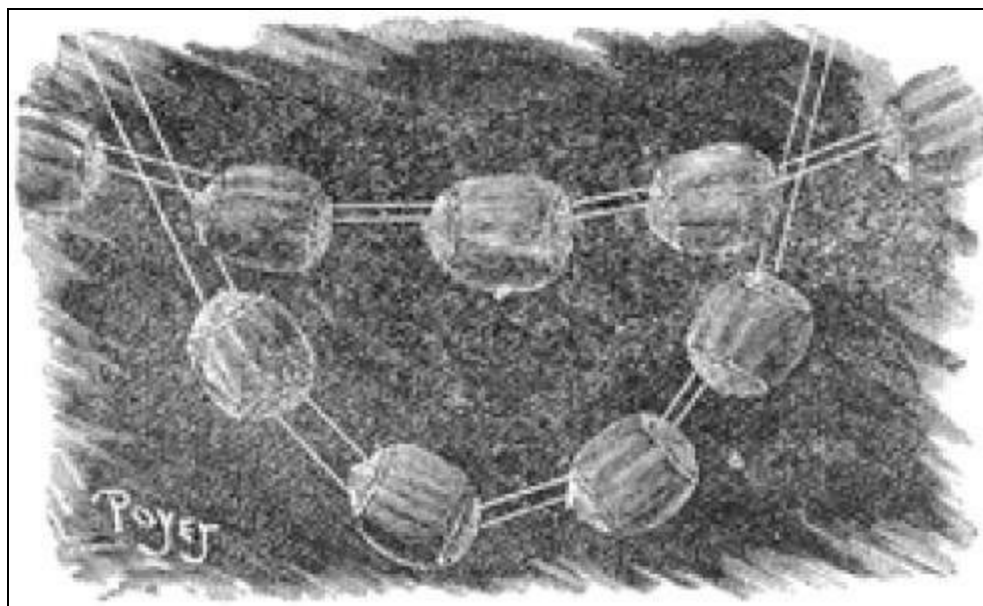


Рис. 30

Оборудование и материалы:

- карманный календарь;
- коробок спичек;
- булавка или скрепка;
- нитки.

На рис. 31 изображен подсвечник-подчасник. Правда, изяществом он не блещет, но если вам интересно побыть как бы первооткрывателем второй половины XIX века, то такое приспособление поможет проникнуться духом приключений тогдашних времен. Представьте, что вы, например, Пржевальский или Ливингстон, путешествующий в диких местах.

Для реализации таких часов с подсветкой вам понадобится коробок спичек и булавка. За пару минут у вас будет готов подсвечник-подчасник, который будет обладать еще одним ценным свойством для дорожной вещи – он не обременит вас в дороге, так как поутру, когда он выполнит свою функцию, его можно будет без всякого сожаления выбросить.

Возьмите карманный календарик (или кусок картона, или просто достаточно длинную полоску бумаги), сверните его в виде цилиндрической трубки и свяжите ниточкой.

Три спички, вставленные внизу цилиндра, образуют треножник. Три другие спички, слегка надломленные посередине и вставленные вверху цилиндра, составят подсвечник. Прикрепите к картону загнутую булавку, на нее можно будет повесить ваши часы.

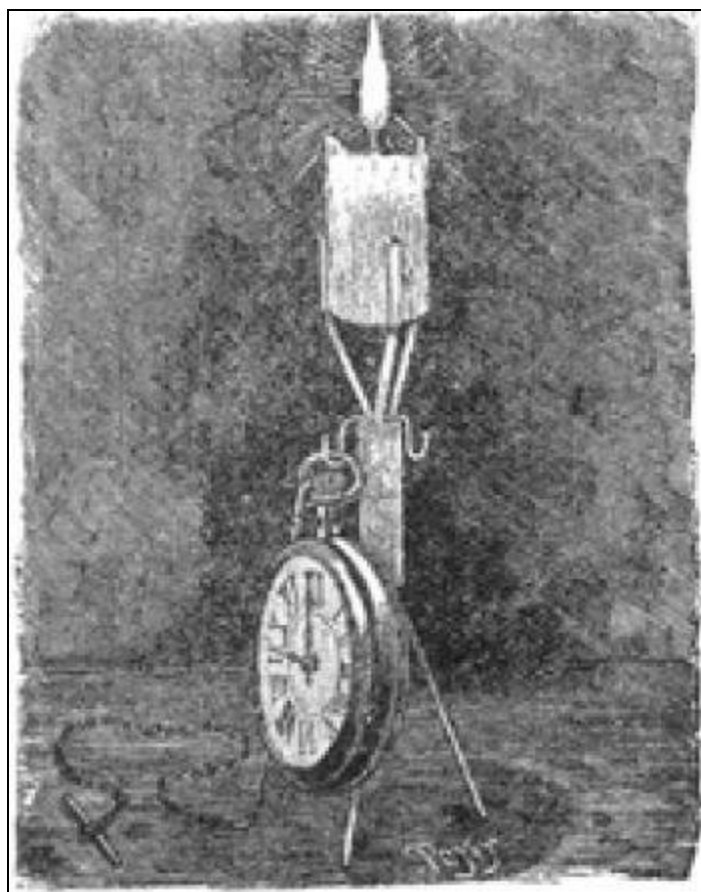


Рис. 31

Волшебный шар

Оборудование и материалы:

- орехи фундук;
- длинный волос или тоненькая леска.

Честь изобретения этого шарика принадлежит Роберту Гудену^[2].

Совершенно случайно, при изготовлении четок из орешков, он вспомнил об этом шарике и тотчас же решил поделиться этой новостью со своими читателями. Вы сейчас поймете, почему. Во времена Роберта Гудена такой шарик можно было купить в любом магазине игрушек. Выглядел этот шарик следующим образом: в резиновой или деревянной сфере – шарике было проделано сквозное отверстие по диаметру и шарик легко скользил вдоль нити, протернутой в это отверстие. Но если кто-либо из посвященных в секрет брал нитку за оба конца, картина тут же менялась – вместо того чтобы стремительно соскользнуть по нити вниз, шарик медленно опускался по нити, останавливался по приказанию фокусника и снова продолжал опускаться, когда ему разрешали.

Демонстрация этого фокуса с огромным шаром всегда вызывала у зрителей живой интерес. Всех интересовало: как Гуден это делает?

На рис. 32 описываемый шар изображен в разрезе, и секрет его устройства становится понятен. Оказывается, кроме большого центрального отверстия, внутри шара существует еще дополнительный кривой ход, выходящий в оба конца осевого цилиндрического отверстия. Фокусник демонстрировал публике цилиндрическое отверстие, тогда как в действительности нить или шнур вводил в кривой ход. Вытащив с противоположной стороны шнур, он показывал шар зрителям, держа обеими руками за концы шнура. Естественно, зрители были уверены, что шнур проведен через диаметрально отверстие.

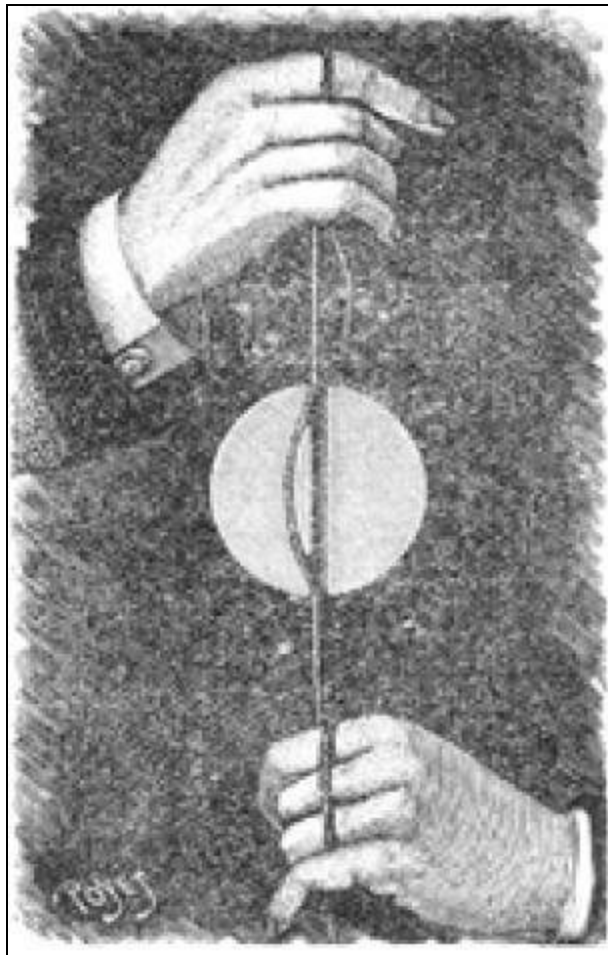


Рис. 32

Если ослабить натяжение нити или шнура, шар начинает медленно скользить вниз, нить натягивается – и шар тут же замирает. Все это объясняется большим или меньшим трением, возникающим в канале шара при усилении или ослаблении натяжения нити.

Вы, конечно, спросите: «А при чем же тут орехи?» Дело в том, что фундук может вполне сгодиться для подобного опыта. Изогнутые каналы в скорлупе орехов подобны кривому отверстию внутри шара. Таким образом, орех с продернутым сквозь него волоском или леской прекрасно будет скользить согласно вашим приказам с желаемой скоростью или останавливаться. Все будет зависеть от натяжения волоска.

Пульверизатор

Оборудование и материалы:

- винная пробка;
- две соломинки для коктейля.

Том Тит предлагает вам изготовить приспособление, которое ни на копейку не облегчит ваш кошелек и будет весьма полезным и востребованным в каждом доме. Создание такого аппарата под силу любому. Возьмите винную пробку (она должна быть практически неповрежденной) и две тонкие соломинки для коктейлей. Обработайте пробку так, как показано на рис. 33, то есть расчертите ее двумя перпендикулярными линиями на четыре части и вырежьте одну четверть. Поверните пробку так, чтобы срезанная четверть оказалась сверху слева. Плотно укрепите в приготовленной пробке две трубочки (Том Тит рекомендовал два гусиных пера) под прямым углом, как показано на рисунке. Остается опустить один конец прибора в флакон с духами, одеколоном или другой жидкостью. Подув на данный прибор, как показано на рис. 33 (справа), вы получите целое облако распыленной жидкости. Аналогичным образом работают краскопульты, аэрографы и т. п.



Рис. 33

Потушенная и зажженная свеча

Оборудование и материалы:

- картон;
- газета;
- охотничий порох или спичечные головки;
- фосфор (например, из набора «Юный химик») или вата, смоченная бензином или растворителем.

Вырежьте из картона или плотной бумаги небольшие фигурки, держащие в руках около рта трубки из гусиного пера или скрученные из газеты, будто бы они в них дуют. Заполните обе трубки песком, но оставьте на концах немного свободного места. Том Тит рекомендовал в оставшееся свободное пространство одной трубки положить несколько зерен охотничьего пороха, а в другой – маленький кусочек фосфора. (В современных условиях порох можно заменить капсюлем от хлопушки, а фосфор – спичечными головками или ваткой, смоченной легковоспламеняющейся жидкостью.)

Поднесите заранее подготовленные фигурки к зажженной свече и объявите, что сейчас одна из них затушит свечу, а вторая зажжет ее снова. Как только вы поднесете к свече трубку с порохом, порох, естественно, воспламенится и произойдет небольшой взрыв, относительно безопасный, но вполне достаточный для того, чтобы потушить свечу и на миг повернуть пламя в сторону другой куклы. Теплоты этого пламени хватит для воспламенения фосфора. Без промедления поднесите зажженную трубку на необходимое расстояние к свече, и фитиль снова загорится (рис. 34).

Этот опыт следует проводить в защитных перчатках и очках, чтобы не повредить руки и глаза при обращении с огнеопасными веществами.



Рис. 34

Сквозь игральную карту

Оборудование и материалы:

- игральная карта;
- ножницы.

На каком-либо дружеском вечере, где будут проводиться увеселительные мероприятия и показываться различные фокусы, вы сможете произвести фурор трюком, который предлагает вам Том Тит.

Никогда не спешите показать хороший фокус. Пусть вначале проделывают фокусы другие. Когда интерес к фокусам возрастет, а запас таковых истощится, предложите кому-нибудь *пройти сквозь игральную карту*, сделав в ней для этого отверстие. Вполне логично, что вам любезно предложат сделать это самому или ответят, что допускают такую вероятность, но для этого необходимо соответствующее расположение духа и смелость, а они не располагают ни тем ни другим. Возможно, вам приведут и другие отговорки. После всех подобных заявлений вызовитесь сами проделать этот финт.

Теперь возьмите игральную карту и проведите с ней следующую операцию. Посередине карты сделайте продольный разрез, несколько не доходя до краев, как показано на рис. 35 (1). По этому разрезу сложите карту вдвое и нанесите на ней разрезы по схеме, изображенной на рис. 35 (2). Далее, развернув аккуратно карту, возьмите ее за края и растяните. Согласитесь, отверстие получилось вполне достаточным для того, чтобы через него можно было свободно проникнуть, даже если перед этим вы плотно поужинали.

Итак, мы решили задачу, которую изначально казалось выполнить так же невозможно, как верблюду пройти сквозь игольное ушко.

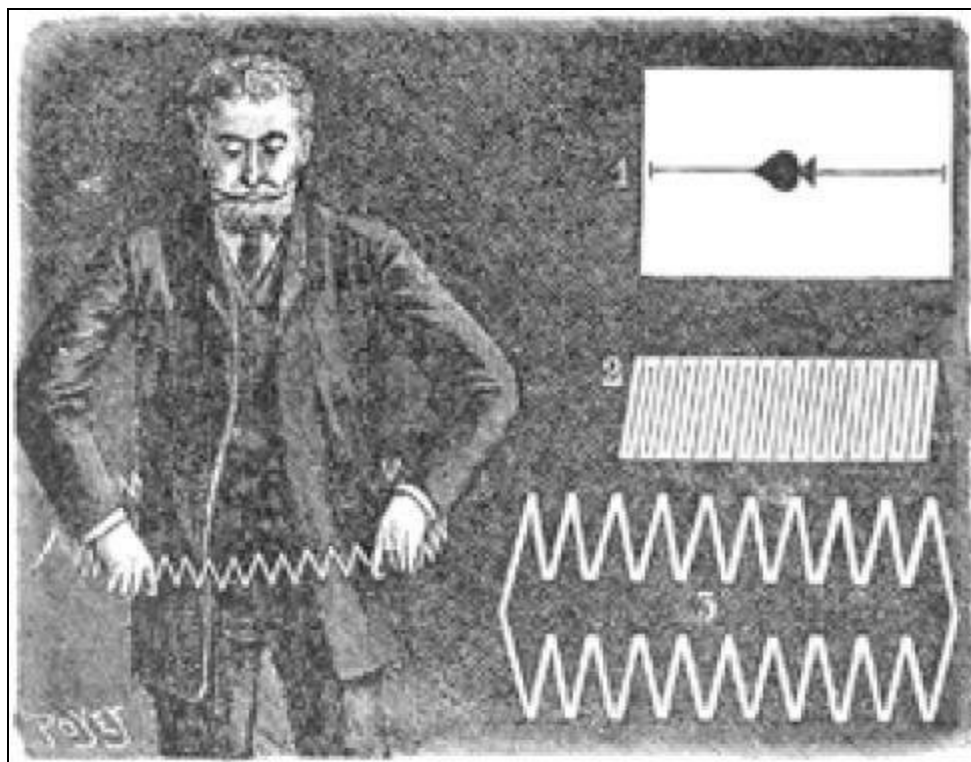


Рис. 35

Непроизвольные движения

Оборудование и материалы:

- столовый нож;
- спички;
- картон.

Выберите из присутствующих того, кто не верит в спиритизм, вертящиеся столы, духов и т. п. Попросите его хорошо опереться рукой о стол и дайте ему обычный столовый нож.

Аккуратно расколите одну спичку с конца, не покрытого серой (Том Тит использовал фосфорные спички). Другую спичку с того же конца заострите и соедините их вместе под острым углом в форме латинской буквы V. Теперь посадите эти спички на лезвие ножа и попросите вашего скептически настроенного помощника хорошенько держать нож в горизонтальном положении – так, чтобы головки спичек все время слегка касались поверхности стола.

К глубокому изумлению присутствующих и самого недоверчивого зрителя, спички начнут двигаться вдоль лезвия. Это происходит от непроизвольного дрожания руки, в которой находится нож. Это дрожание человек, который держит нож, не ощущает, тем более оно остается незаметным для остальных зрителей.

Чтобы опыт был более эффектным, можно слегка надломить спички посередине – они будут изображать согнутые в коленях ноги наездника, а из плотной бумаги или картона вырезать его туловище и укрепить в разрезе спички (рис. 36).

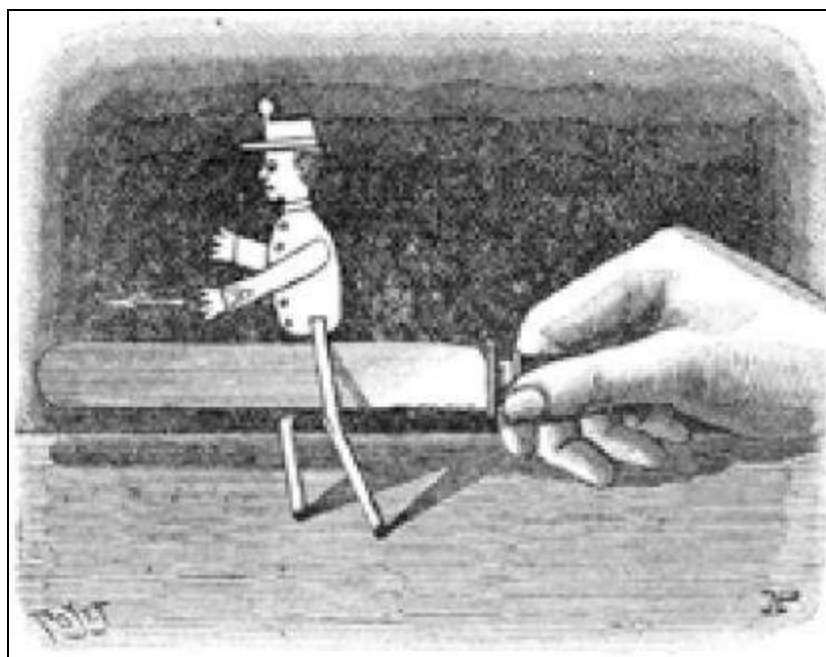


Рис. 36

Если вы обладаете чувством юмора и немножко рисуете, изобразите в фигурке черты кого-нибудь, знакомого всем присутствующим, или просто известного персонажа.

Оборудование и принадлежности:

- несколько одинаковых свечей;
- линейка;
- маркер;
- секундомер или любые часы.

Этот опыт займет всего 10–15 минут, а в результате вы получите простые и надежные часы. Возьмите несколько одинаковых свечей, маркер, линейку и секундомер, например, в мобильном телефоне. Зажгите одну из свечей и зафиксируйте время. Через 5 минут горения с помощью линейки измерьте, насколько уменьшилась свеча (рис. 37).



Рис. 37

Таким образом, вы получите необходимые данные о скорости сгорания свечи. Из-за возможной неравномерности горения желательно провести несколько измерений, то есть нужно измерить остаток свечи через 10 и 15 минут, сравнить результаты и вывести среднее арифметическое значение – это значительно повысит точность будущего прибора. Теперь осталось лишь разметить свечи маркером на отрезки, соответствующие 5-минутным интервалам, и часы готовы (рис. 38).



Рис. 38

Автоматическая поливалка цветов

Оборудование и принадлежности:

- одноразовая капельница;
- пластиковая бутылка.

Неисчерпаемая инженерная мысль всегда может внести в нашу жизнь какое-то новшество, позволяющее ее разнообразить и облегчить. Всем известно, как важно регулярно поливать и подкармливать комнатные растения. Для автоматизации этих процессов предлагаем вам соорудить из подручных и вторичных материалов простой и эффективный аппарат (рис. 39).

Возьмите капельницу (1) и воткните иглу (2), ближнюю к дозатору, в завинчивающуюся крышку (3) от пластиковой бутылки. Затем наполните выбранную вами пластиковую бутылку (4) водой или раствором для полива растений и плотно закрутите крышку. Теперь осталось подвесить бутылку вверх дном на некотором возвышении рядом с растением. Подведите свободный конец капельницы (5) к месту полива, и вуаля – оросительная система готова. Колесиком дозатора (6) вы сможете регулировать интенсивность полива. Проградуировав бутылку, можно будет контролировать необходимое количество подкормки растений.

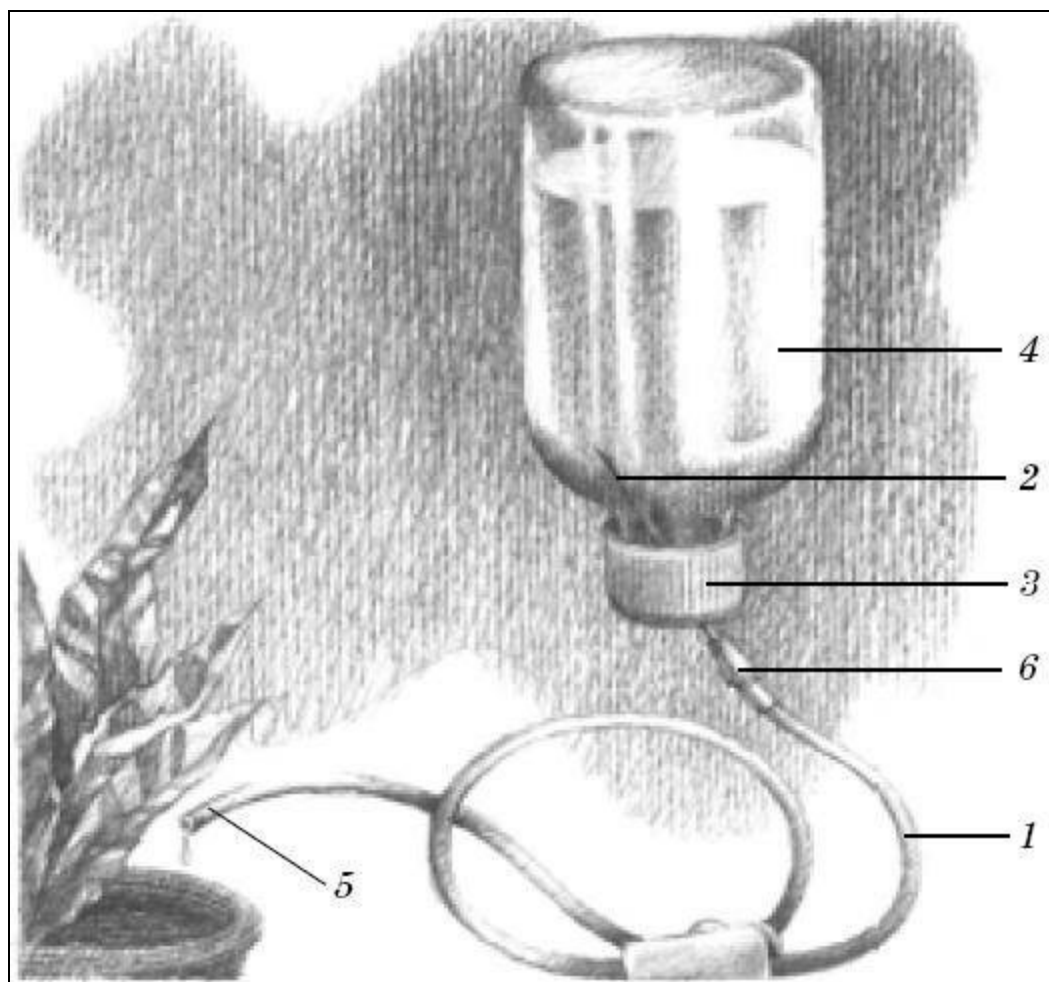


Рис. 39

Если дополнить установку разветвителем, можно централизованно увлажнять почву

нескольких вазонов. Подобным же образом нетрудно организовать точечный полив растений на приусадебном или дачном участке, что позволит существенно уменьшить расход воды.

Оборудование и принадлежности:

- три пластиковые бутылки емкостью 0,5, 1,5 и 2 л;
- одноразовая капельная система;
- маркер;
- липкая лента (скотч);
- прочные, желательнo капроновые, нитки.

Надежность и точность этой конструкции проверена тысячелетиями. Еще в Древней Греции и Древнем Риме были распространены водяные часы – клепсидры, различные по исполнению, но аналогичные по конструкции.

Изначально вам может показаться, что постройка такого прибора слишком сложна, но это обманчивое впечатление. Возьмите две пластиковые бутылки (рис. 40) – 2-литровую (1) и 1,5-литровую (2), причем стенки бутылок должны быть цилиндрическими и гладкими. В днище 2-литровой бутылки сделайте отверстие, в которое плотно должна входить 1,5-литровая бутылка, а в пробку (3) аккуратно воткните иглу от капельной системы (4). Бутылку 2 вставьте в бутылку 1 без пробки, горлышком вниз. Таким образом у вас получится устройство для автоматического регулирования уровня водяного столба.

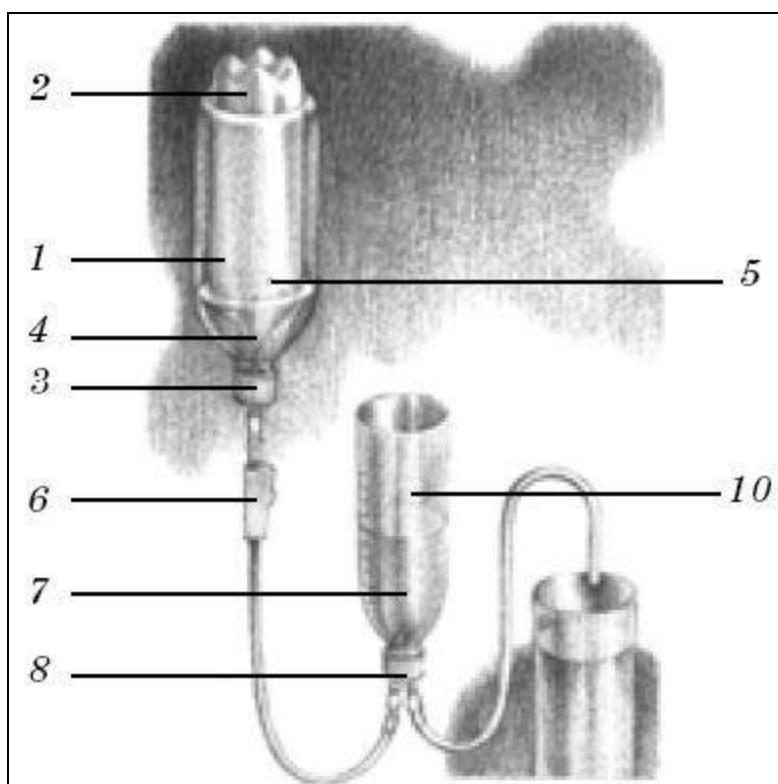


Рис. 40

Чтобы задать желаемую высоту водяного столба, проколите в стенках бутылки 2 отверстия (5) на соответствующей высоте. Вода в данном устройстве выполняет функцию, аналогичную гире или пружине механических часов. Регулятором подачи жидкости (6) установите желаемый темп падения капель. Именно капли в данных часах отмеряют время. Чем ниже темп капания, тем на дольше хватит порции воды.

Чтобы собранную конструкцию можно было подвесить, в верхней части бутылки 1 сделайте три или четыре дырочки. Через эти вспомогательные отверстия проденьте прочную нить и закрепите устройство на необходимой высоте.

Для регистрации времени подсоедините свободный конец капельницы с иглой (7) к пробке (8) прозрачной емкости (10) – это будет своего рода циферблат. Изготовить этот элемент клепсидры можно из 0,5-литровой пластиковой бутылки, хотя для более экономного расхода воды и точных показаний времени лучше использовать прозрачную пластиковую трубку диаметром около 2 см. Важно, чтобы стенки трубки или бутылочки были ровными. В бутылочке нужно отрезать дно или сделать в нем отверстие для циркуляции воздуха.

Теперь разместите все элементы смонтированных часов. Обратите внимание: верхний край «циферблата» 10 должен находиться несколько ниже, чем регулятор подачи воды 6, иначе вода не сможет равномерно поступать. Для большей наглядности воду в клепсидре желательно подкрасить.

Для сброса воды, достигшей крайней верхней метки «циферблата», его необходимо оборудовать сифоном. Решить эту задачу предлагаем следующим образом: в пробку 8 вставьте еще одну иглу с трубкой от капельной системы. Эта игла должна быть достаточно длинной, чтобы остаточный уровень воды после перелива оставался на нулевой отметке. Если длины иглы не хватает, дорастите ее до нужных размеров кусочком трубочки от все той же капельной системы.

Для большей наглядности схема соединений в пробке 8 на рис. 40 представлена на рис. 41, где 1 – игла, подающая воду; 2 – игла от переливного сифона; 3 – трубочка, подающая воду; 4 – переливная трубочка сифона; 5 – пробка «циферблатной» емкости; 6 – нулевая отметка.

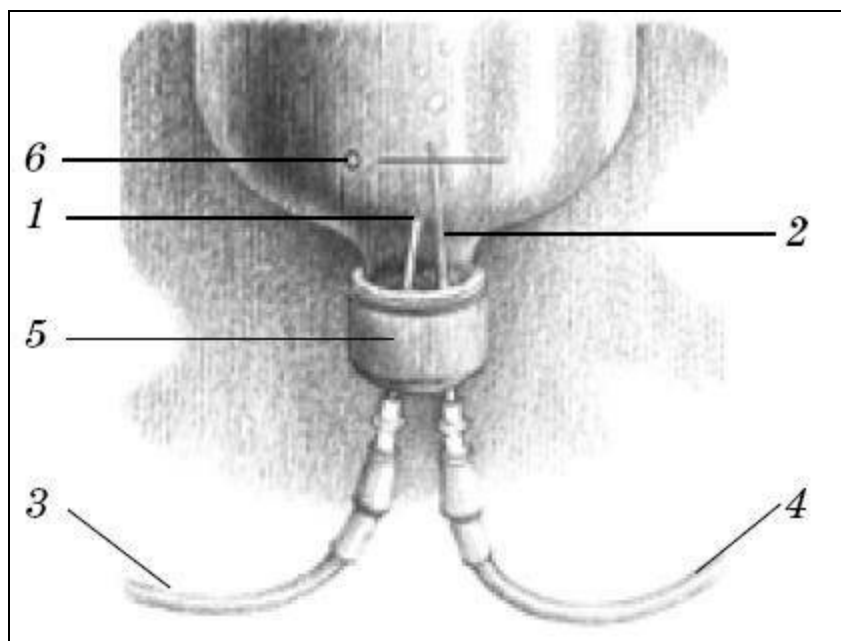


Рис. 41

Теперь настал черед градуировки и калибровки прибора. Заполните подкрашенной водой бутылку 2 и вставьте ее в бутылку 1. В бутылке 1 вода должна находиться на постоянном уровне. Двигая колесиком регулятора 6, заполните емкость «циферблата» до уровня сифонной трубки 9. Затем добейтесь капельной подачи воды, желательно, чтобы

интервал между каплями составлял примерно 1 с. На уровне сифонной трубки-иглы нанесите маркером метку **0**.

Возьмите часы или включите на мобильном телефоне режим секундомера и через каждые 5 минут отмечайте маркером положение уровня воды в емкости «циферблата». Процесс градуировки может занять довольно много времени, но в результате у вас должен получиться тщательно отрегулированный и полностью готовый к работе прибор. Верхний уровень сифона лучше всего установить на уровне, соответствующем 12 часам, так будет удобнее следить за временем. Само собой разумеется, этот уровень должен быть ниже верхней кромки емкости «циферблата».

На выбранном вами уровне зафиксируйте липкой лентой трубочку перелива и опустите ее свободный конец в банку или бутылку. Собранную воду можно использовать многократно. Учтите, что нижний край переливной трубки должен быть несколько ниже, чем пробка циферблатной емкости.

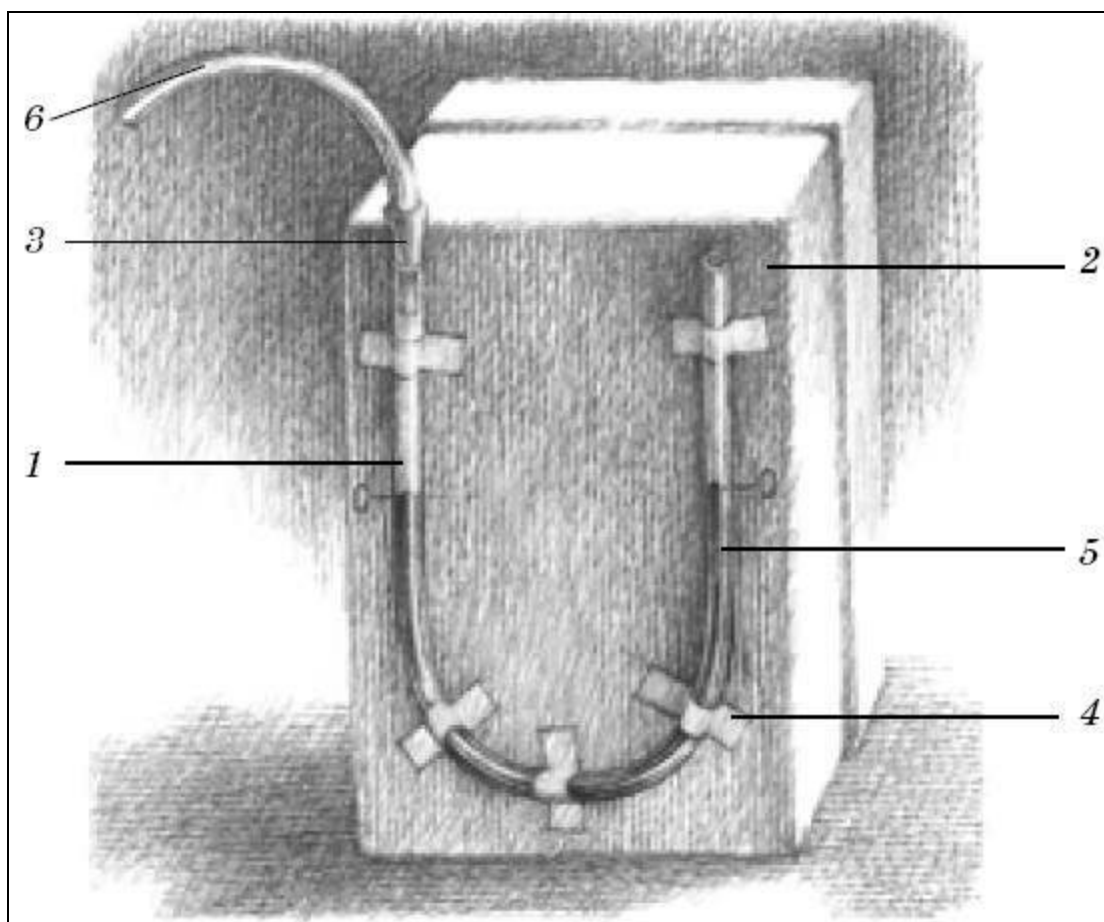
Жидкостный манометр

Оборудование и принадлежности:

- одноразовая капельная система;
- картонная коробка;
- чернила или любой водорастворимый краситель;
- нитки.

Для регистрирования изменения давления жидкостей и газов необходим прибор манометр (свое название он получил от греческих слов «манос» – «редкий, неплотный» и «метрео» – «измеряю»). Самый простой, но, тем не менее, эффективный и надежный манометр – жидкостный. Изготовить его самостоятельно очень легко. Для этого вам необходимо лишь зафиксировать на вертикальной плоскости прозрачную трубку (1), изогнутую в форме латинской буквы U, как показано на рис. 42.

В качестве устойчивой вертикальной поверхности отлично подойдет обычная картонная коробка (2), например, из-под обуви. Трубочку можно взять от капельной системы. Пластиковые переходники (3) от все той же капельной системы, установленные на входном конце трубки манометра, облегчат подключения прибора к испытуемым объектам. Закрепить трубочку в нужном положении можно липкой лентой (скотчем), или кусочками мягкой проволоки, или нитками (4). Осталось только заполнить манометр рабочей жидкостью (5), в нашем случае это будет вода, и он готов к работе. Воду желательно подкрасить чернилами, чтобы четче видеть изменения показаний прибора. Наполнять манометр водой удобно медицинским шприцем.



В неподключенном состоянии в обоих плечах манометра жидкость будет стоять на одном уровне, так как они уравновешены атмосферным давлением. Это положение нужно отметить на картоне ручкой или маркером как нулевое – 0. Подсоединив ко входному концу манометра соединительную трубку (б), вы можете убедиться в том, что он работает. Несильно втяните в себя через эту трубочку воздух, и вы тут же заметите движение жидкости вниз относительно нулевой отметки. Затем легонько подуйте в трубочку, и жидкость поднимется соответственно вверх. Таким образом, вы воочию убедитесь, как манометр реагирует на падение (разрежение) и на повышение давления.

Этот простой и надежный прибор может быть использован во многих захватывающих опытах. Кроме того, он идеально подходит для проверки горизонтальных поверхностей, так как в нейтральном (нулевом) положении оба плеча манометра находятся на одном горизонтальном уровне и точность их положения избыточна.

Вопреки закону Архимеда

Оборудование и принадлежности:

- стеклянный сосуд с гладким ровным дном;
- парафин.

На первый взгляд, предлагаемый опыт противоречит закону Архимеда. Покройте дно стеклянного сосуда тонким слоем парафина и положите на него кубик из парафина (рис. 43). Затем осторожно налейте в сосуд воды. Как ни странно, но парафин не всплывет, хотя его плотность меньше плотности воды. Слегка наклоняя сосуд, можно заставить кусок парафина передвигаться по дну, но он все равно не всплывет.

Объяснение этого парадокса заключается в том, что вследствие несмачиваемости парафина водой она не проникает между куском парафина и дном сосуда, а следовательно, на нижнюю поверхность куска парафина не действуют силы давления воды. Однако эти силы действуют на его верхнюю поверхность и прижимают парафин ко дну. Если же наклонить кусок парафина так, чтобы вода проникла под его нижнюю поверхность, то возникнет выталкивающая сила и парафин всплывет.

Известны случаи, когда подводные лодки, легшие на мягкий грунт, не могли оторваться от него, даже освободив от воды балластные цистерны. Это также объясняется тем, что вода не может проникнуть под корпус лодки, плотно прилегший к грунту.

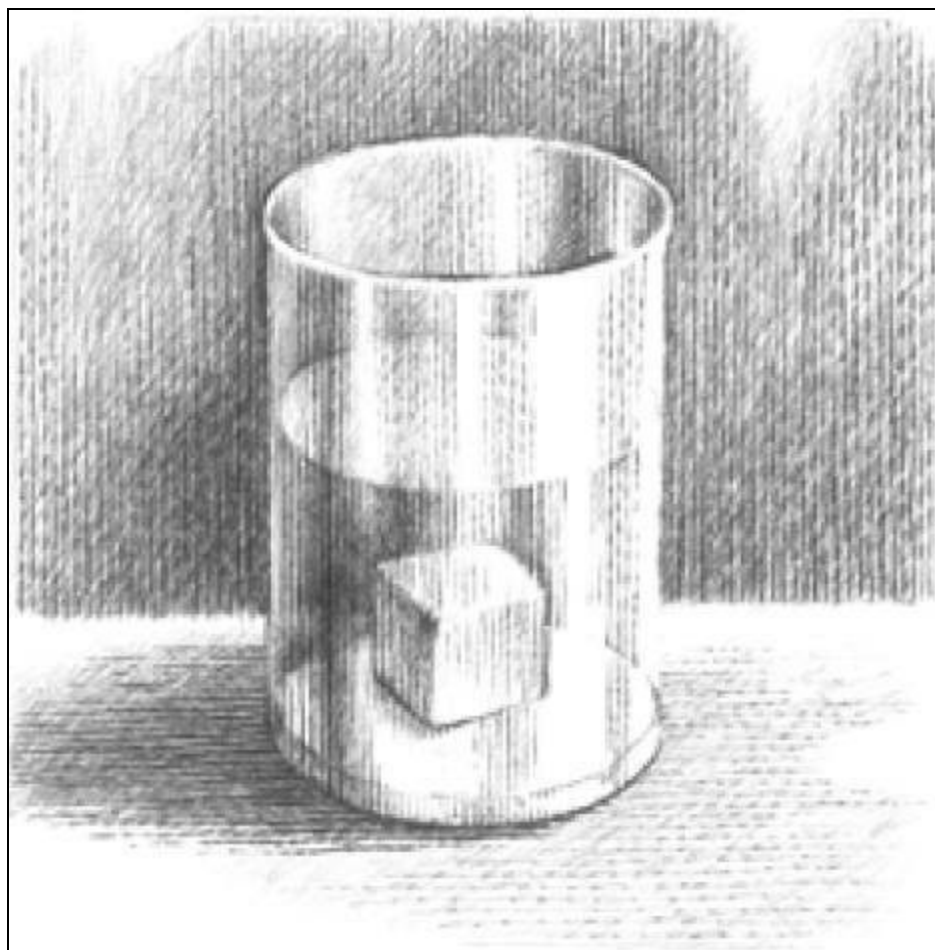


Рис. 43

Послушные молекулы

Оборудование и принадлежности:

- емкость с кипятком;
- парафин;
- пипетка или шприц.

На поверхность чистой горячей воды поместите небольшой кусок парафина (воска, нафталина). Парафин расплавится и растечется по поверхности воды тонкой пленкой. Теперь дайте воде и парафину остыть. Парафин застынет в виде тонкой пластинки. Осторожно выньте эту пластинку, стараясь не касаться ее поверхности, и разделите на две части. Поместите их на горизонтальную поверхность, причем одну из них переверните. Теперь при помощи пипетки нанесите на поверхности пластинок капли чистой воды.

В результате мы сможем наблюдать несколько противоречивое явление: капли одной и той же жидкости на поверхности одного и того же материала ведут себя совершенно по-разному. На поверхности парафина, которая во время застывания соприкасалась с воздухом, капли воды не растекаются и имеют форму, аналогичную той, которую принимает ртуть на стекле, то есть в этом случае вода не смачивает парафин. На поверхности парафина, которая соприкасалась с водой, капли медленно растекутся, образуя тонкую пленку, то есть в этом случае вода смачивает парафин.

Почему же одно и то же твердое вещество в одном случае не смачивается жидкостью, а в другом смачивается?

Объясняется этот феномен так. Молекулы многих веществ, особенно органических, довольно сложны, и благодаря этому разные части таких молекул способны проявлять различные силы сцепления при взаимодействии с другими молекулами. Если каким-либо образом расположить подобные молекулы так, что в одну сторону будут обращены концы молекул, сильно взаимодействующие с водой, а в другую – слабо взаимодействующие, то из одного и того же материала получится пластинка с различными свойствами поверхности: одна не смачиваемая, а другая смачиваемая.

Итак, что же происходило в начале эксперимента? Парафин на горячей воде плавился, и молекулы жидкого парафина переориентировались, притягиваясь своими сильно взаимодействующими с водой концами к поверхности воды. Застыв в таком положении, они образовали двухстороннюю пластинку, свойства которой мы обнаружили в данном опыте.

Наиболее сильно влияние определенного расположения молекул в поверхностном слое у маслянистых веществ, обладающих смазочным действием.

«Дерни за веревочку»

Оборудование и принадлежности:

- обычная хлопковая нить;
- грузик массой 100–200 г

(груз и подвес можно изготовить из деталей детского металлического конструктора).

Несмотря на кажущуюся простоту, предлагаемый опыт (рис. 40) весьма показателен, поскольку объединяет в себе действие нескольких физических законов – упругих деформаций и инерции.

Если нижнюю нить натягивать медленно, то оборвется верхняя нить (рис. 44, *а*).

Если же за нижнюю нить резко дернуть, можно ее разорвать, но при этом верхняя нить останется целой (рис. 44, *б*).

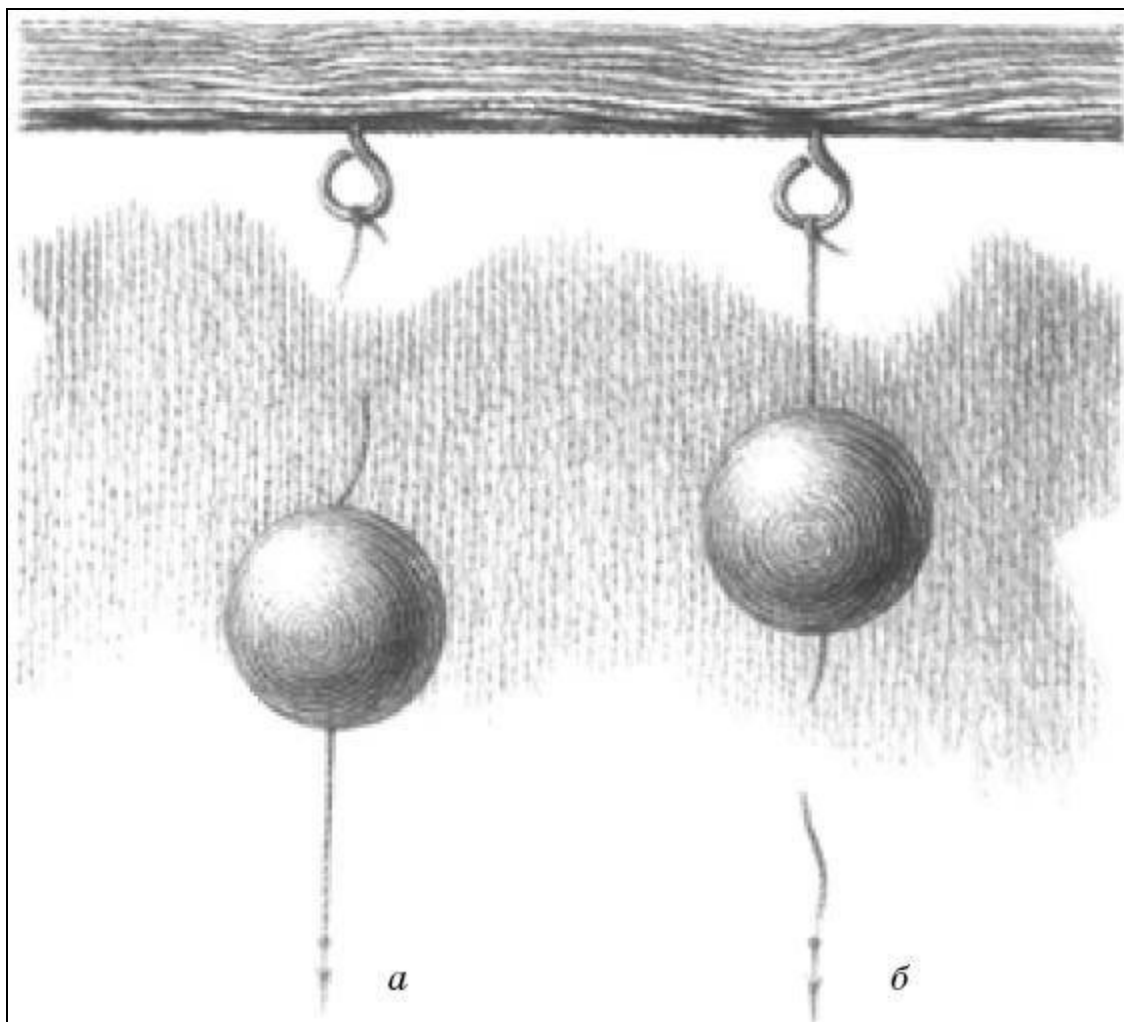


Рис. 44

Чтобы объяснить, почему разрушение нити произошло в том или ином месте, следует рассмотреть процессы, предшествующие этому. Итак, тяжелый груз подвешен на нити, а снизу к грузу прикреплена нить той же прочности.

Следовательно, верхняя нить уже растянута до определенной длины и ее сила натяжения уравнивает гравитационную силу притяжения груза. Медленно натягивая

нижнюю нить, мы вызываем перемещение груза вниз.

При этом растягиваются обе нити, однако верхняя нить оказывается растянута сильнее, поскольку уже была частично растянута, и поэтому рвется верхняя нить.

Если же резко дернуть за нижнюю нить, то вследствие большой массы и инертности груза он даже при значительной силе, действующей со стороны нити, лишь незначительно ускоряется; за короткое время рывка груз не успевает приобрести заметную скорость и сколько-нибудь заметно переместиться.

Следовательно, верхняя нить практически не удлиняется и остается целой, а нижняя нить испытывает критические и запредельные деформации и рвется.

Подобным образом происходят разрывы и разрушения различных движущихся тел и в других случаях. Чтобы избежать нежелательных деформаций при резком изменении скорости, нужно применять демпфирующие (амортизирующие) устройства. Так, например, на подъемных кранах со стальными нерастягивающимися тросами между тросом и крюком устанавливают специальную пружину (амортизатор), которая может, не разрываясь, удлиняться и таким образом предохранять трос от разрыва.

Газовый термометр

Оборудование и принадлежности:

- стеклянная бутылка;
- пробка;
- одноразовая капельная система;
- кастрюля.

Трудно переоценить значение влияния температуры на физические и биохимические процессы, протекающие вокруг и внутри нас. Поэтому во все времена ученые работали над совершенствованием способов и технологий измерения температуры. Один из методов измерения температуры основан на законе Шарля (известнейшего французского физика), гласящего, что при постоянном объеме газа давление пропорционально температуре, то есть чем выше температура, тем выше давление. (Для жидкостей это соотношение также справедливо, но коэффициент температурного расширения жидкостей намного меньше, чем у газов, и, следовательно, жидкостные термометры менее чувствительны.)

Именно основываясь на этом принципе, предлагаем вам создать свой термометр (рис. 45). Возьмите стеклянную бутылку (1) (важно, чтобы она была сухой и чистой; чем больше объем бутылки, тем точнее и чувствительнее будет прибор) и герметично заткните ее пробкой (2). Предварительно вставьте в пробку толстую иглу (3) капельницы, при этом разрезать капельницу нигде не нужно – она сможет послужить и для других опытов. Затем, используя все ту же капельную систему, изготовим жидкостный манометр, который будет показывать изменения давления и соответственно температуры внутри бутылки.

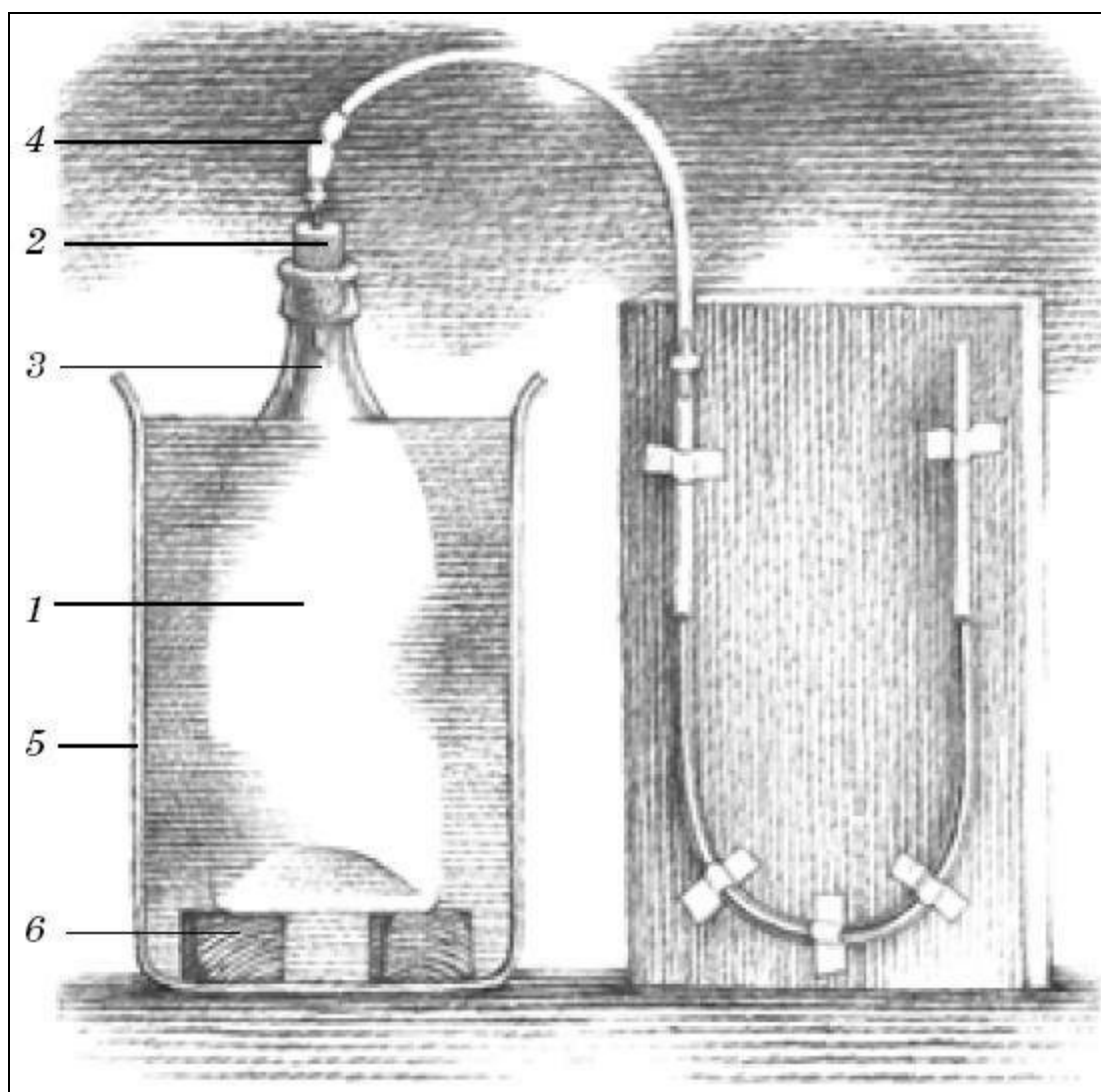


Рис. 45

После заполнения рабочей жидкостью для выравнивания, то есть обнуления показаний манометра, нужно разъединить на короткое время и снова соединить трубочки между пробкой бутылки и манометром. При проведении этой операции очень выручает соединительная пластиковая муфта (4) на конце капельницы.

Таким образом мы выравниваем давление до атмосферного и в бутылке, и в манометре. В принципе, прибор уже готов к работе и будет реагировать на изменения температуры, но его еще необходимо торрировать и откалибровать (сделать его показания понятными и точными).

Для этого поместите бутылку в кастрюлю (5) с чистой водой так, чтобы из воды выглядывало 2–3 см горлышка бутылки.

Для того чтобы исключить температурное влияние металлического дна на показания прибора, подставьте под дно бутылки деревянный брусок (6) толщиной не менее 50 мм. Затем в воду добавьте лед в достаточном количестве, чтобы охладить ее до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, то есть до температуры плавления льда (для облегчения измерений можно воспользоваться обыкновенным уличным термометром). При понижении температуры давление газа в бутылке будет понижаться, и соответственно столбик жидкости на выходном конце (плече) манометра будет опускаться. Когда температура воды в кастрюли достигнет $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, отметьте на манометре-термометре значение 0.

Теперь оставьте кастрюлю на плиту и доведите воду до кипения. В результате вы будете

наблюдать постепенный рост давления и температуры, то есть столбик жидкости в выходном плече манометра будет подниматься, а во входном – наоборот понижаться. По достижению кипения обозначьте положение жидкости отметкой 100. Осталось разбить отрезок между метками 0 и 100 на необходимое количество равных делений – термометр готов.

Нагреть или охладить

Оборудование и принадлежности:

- автомобильная или велосипедная шина;
- насос;
- термометр.

Если вам доводилось накачивать насосом автомобильную или велосипедную шину, то вы не могли не заметить, что при этом соединительный шланг насоса заметно нагревался (рис. 46). Это и понятно, ведь, сжимая газ внешней силой, вы производите работу, в результате которой внутренняя энергия газа увеличивается, а следовательно, повышается его температура, то есть происходит нагрев.

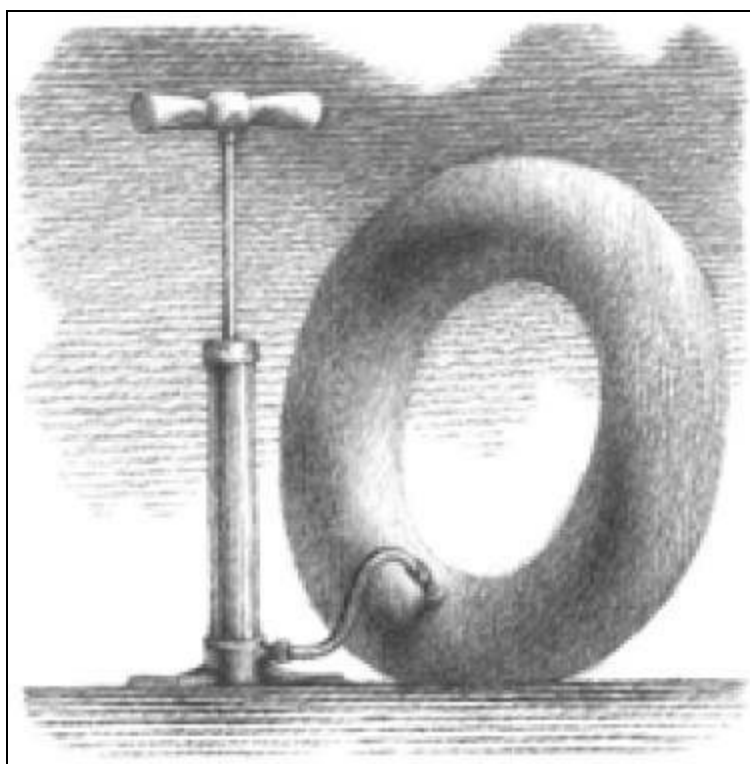


Рис. 46

Теперь предоставим возможность сжатому газу расшириться и произвести работу против сил внешнего давления. Для этого дадим некоторое время остыть накаченной шине, а затем приоткроем запорный ниппель и в струю выходящего расширяющегося газа поместим термометр (рис. 47). Вы непременно заметите, что столбик термометра несколько понизится, что укажет на понижение температуры в исходящем потоке расширяющегося воздуха. Это говорит о том, что при расширении газ совершает работу – он охлаждается и его внутренняя энергия убывает (этот процесс называют дросселированием). Нагревание газа при сжатии и охлаждение при расширении являются выражением закона сохранения энергии. Именно на основе этого явления работает большинство холодильных машин и кондиционеров.

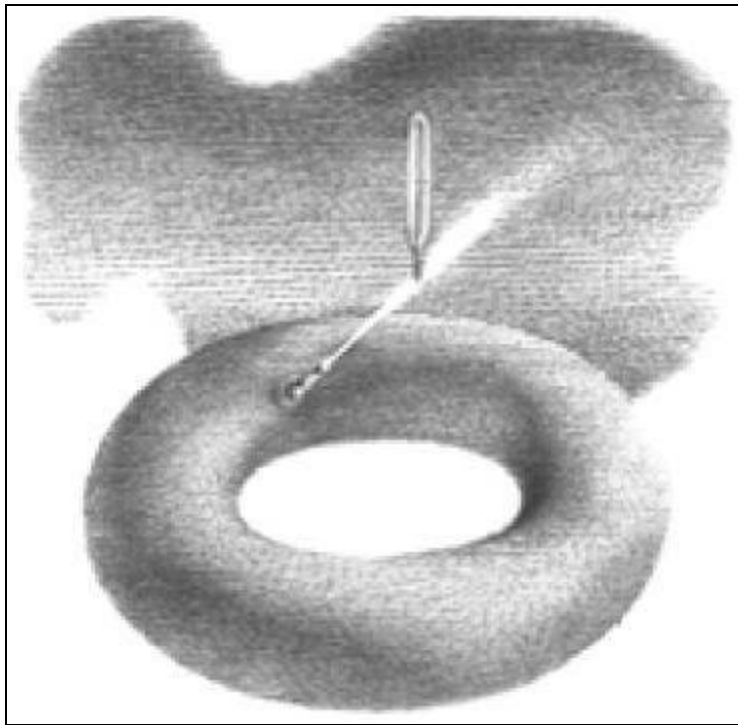


Рис. 47

Рассмотрим эти процессы подробнее. Когда молекула газа ударяется о неподвижное препятствие и отскакивает от него, скорость, а следовательно, и кинетическая энергия в среднем не изменяются. Но если молекула ударяется и отскакивает от надвигающегося на нее поршня (например, насоса или компрессора), то ее скорость и кинетическая энергия возрастают (подобно тому, как возрастает скорость теннисного мяча при встречном ударе ракеткой). Надвигающийся поршень передает отражающейся от него молекуле дополнительную энергию, следовательно, внутренняя энергия газа при сжатии возрастает. При отскакивании от удаляющегося поршня скорость молекулы уменьшается, поскольку молекула совершает работу, толкая удаляющийся поршень. Поэтому расширение газа, связанное с отодвиганием поршня или слоев окружающего газа, сопровождается совершением работы и приводит к уменьшению внутренней энергии газа.

Итак, сжатие газа внешней силой вызывает его нагревание, а расширение газа сопровождается его охлаждением.

Воздушный пистолет

Оборудование и принадлежности:

- одноразовый шприц емкостью 20 мл;
- винная пробка.

Из предыдущего опыта мы узнали, что при повышении давления повышается внутренняя энергия газа, следовательно, сжатый газ способен выполнять работу. Аналогично расширяющимся пороховым газам сжатый воздух может сообщать ускорение и метательному снаряду.

Давайте попробуем сделать примитивный однозарядный пневмопистолет. Для этой цели отрежьте от шприца емкостью 20 мл переднюю стенку, к которой присоединяется игла. В качестве снаряда будем использовать винную пробку. Кора пробкового дуба – материал мягкий и податливый, поэтому ее легко будет подогнать под необходимые формы. Отведите поршень шприца в крайнее положение, а со свободной стороны вставьте пробковый снаряд (рис. 48, *а*). Пробка должна входить плотно, но не слишком глубоко в ствол вашего импровизированного оружия.

Удерживая одной рукой тубу шприца, другой сильно и резко надавите на шток поршня шприца. Под действием сжатого, как пружина, воздуха пробка вылетит из шприца подобно снаряду или пуле (рис. 48, *б*).

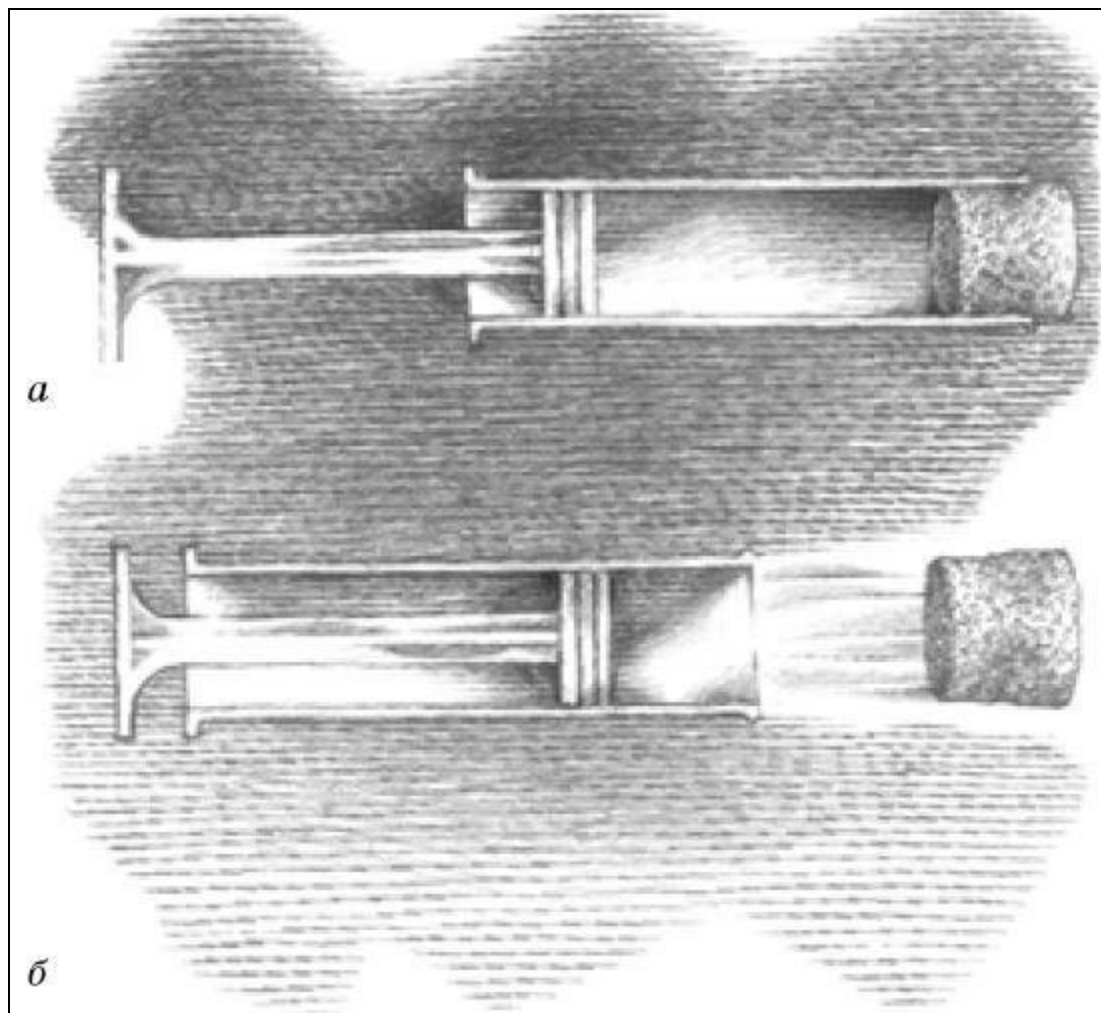


Рис. 48

По такому же принципу работают все пневматические винтовки и пистолеты, разница заключается только в способе сжатия воздуха, длине ствола и удобстве пользования.

Паровая пушка

Оборудование и принадлежности:

- лабораторная стеклянная пробирка;
- кусочек сухого горючего или свеча;
- подвижная платформа (например, из детского металлического конструктора).

Перегретый пар содержит в себе гораздо больше внутренней энергии, чем сжатый воздух, и, соответственно, может выполнять бóльшую работу. Проведите не сложный, но наглядный эксперимент. На платформе, построенной из детского конструктора, установите и закрепите стеклянную пробирку, заполненную наполовину водой и плотно закрытую пробкой (рис. 49). Под нижний край пробирки поместите источник тепловой энергии – кусочек сухого горючего или свечу. Установите на горизонтальной поверхности испытуемую установку и зажгите горючее. Через некоторое время вода закипит, и в какой-то момент пробка выстрелит из пробирки, а сама платформа откатится в противоположном направлении (рис. 50).

В данном эксперименте наблюдается выполнение нескольких физических законов: закона термодинамики, третьего закона Ньютона и закона сохранения импульса. Вначале испытуемая тележка постоит. Тепловая энергия пара превращается в кинетическую энергию пробки, и тележка откатывается. Откат «пушки» – результат отдачи. Отдача – это не что иное, как противодействие со стороны снаряда (пробки). Согласно третьему закону Ньютона сила, действующая со стороны «пушки» тележки с пробиркой на «снаряд»-пробку, равна силе, действующей со стороны «снаряда» на «пушку».

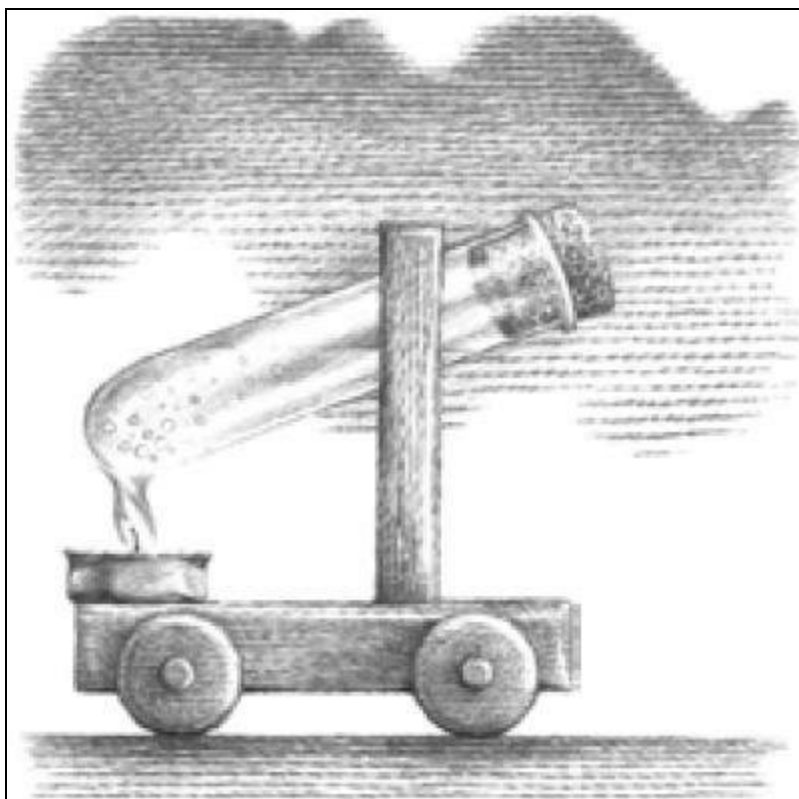


Рис. 49

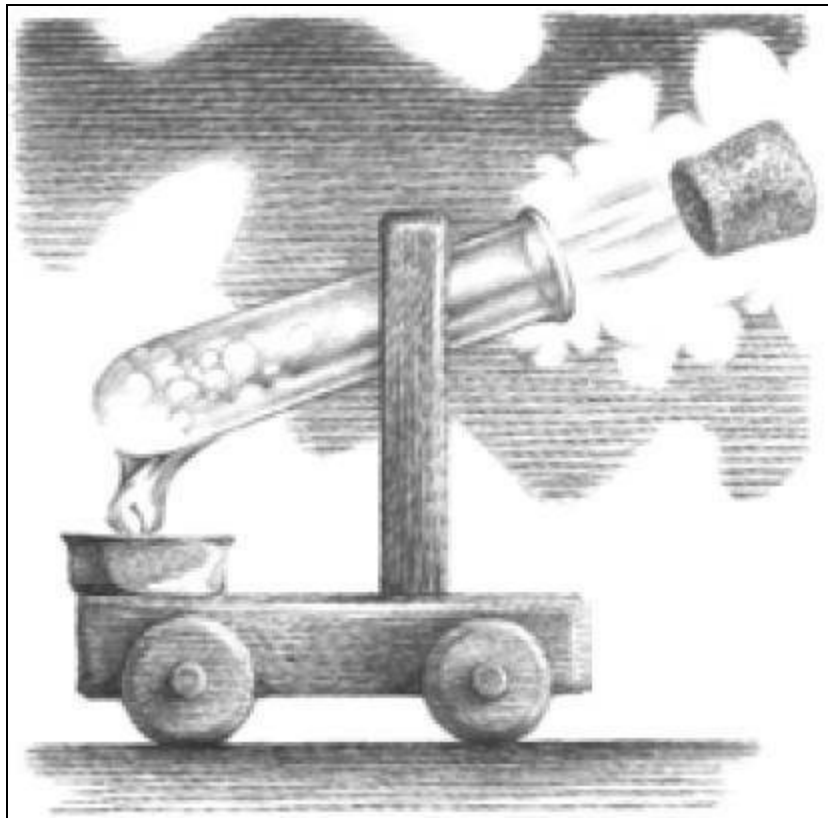


Рис. 50

Простые механизмы

Уже в древности возникли первые приспособления, при помощи которых, не используя никаких двигателей, передвигали и подымали болеевесные грузы, приводили в действие осадные орудия (катапульты, баллисты, тараны) и т. д. Все эти устройства служили для того, чтобы получить выигрыш в развиваемом усилии. Для поднятия или перемещения предмета большой массы необходимо приложить к нему движущий момент сил, который превышает силы, противодействующие движению, то есть как минимум силу земного притяжения и силу трения. Подобные устройства принято называть простыми механизмами.

Оборудование и принадлежности:

- карандаш;
- линейка;
- три и более одинаковых по массе и размеру резинки для стирания.

Одной из самых распространенных простых машин является обыкновенный рычаг (рис. 51). Равновесие рычага наступает при условии, что отношение приложенных к его концам параллельных, но разнонаправленных сил обратно отношению плеч. Поэтому, прикладывая небольшую силу к длинному концу рычага, можно уравновесить гораздо большую силу, приложенную к короткому концу рычага. Тяжелый груз массой 160 кг с помощью рычага может приподнять любой взрослый человек. При соотношении плеч **ВО** и **ОА** рычага 1 к 8 достаточно в точке **А** приложить груз массой, равной 20 кг, что соответствует силе 200 ньютон (рис. 51).

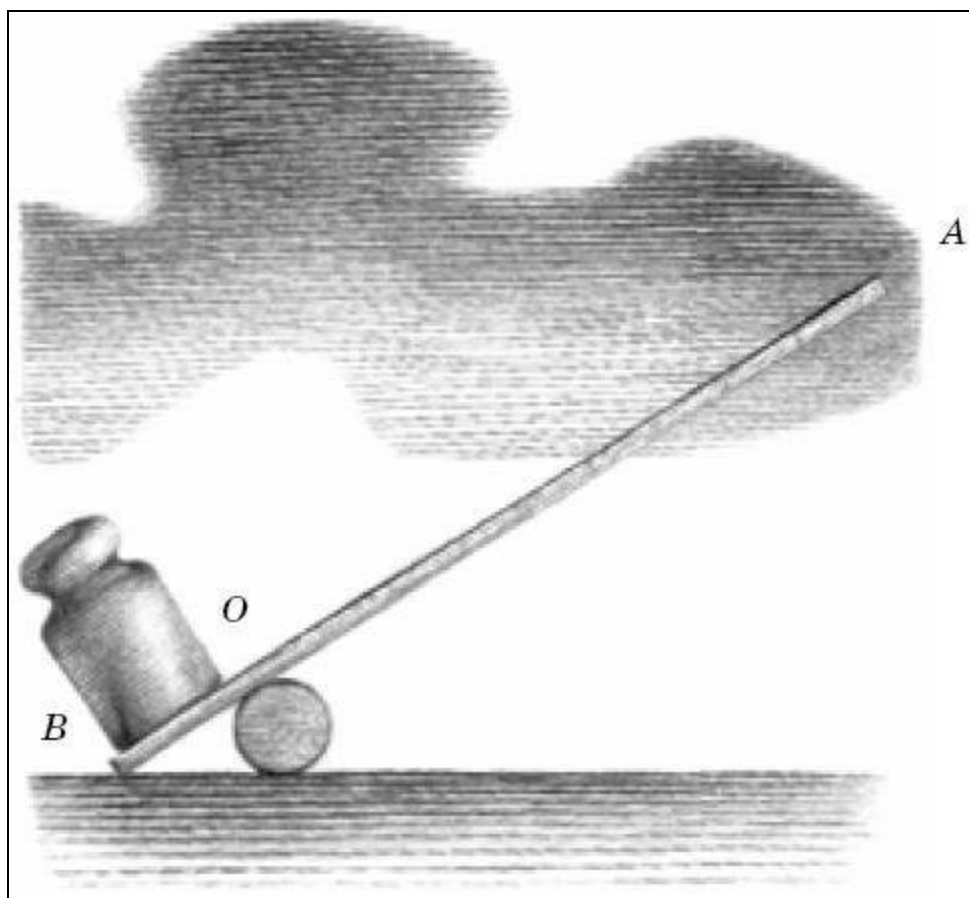


Рис. 51

Для проведения опытов по исследованию работы рычага вам будет достаточно линейки, карандаша и три одинаковые ластиковые резинки. Положите карандаш на стол, а на нем расположите линейку таким образом, чтобы она находилась в равновесии. Вы заметите, что равновесное положение линейки точно совпадает с ее серединой (рис. 52). Затем положите на левый край линейки одну резинку на расстоянии 6 см от центра баланса **О** и постарайтесь уравновесить линейку двумя резинками с правой стороны линейки. Следуя логике вышеизложенного, нетрудно предугадать, что место расположения противовеса с

правой стороны будет находиться на расстоянии 3 см от точки **О**.

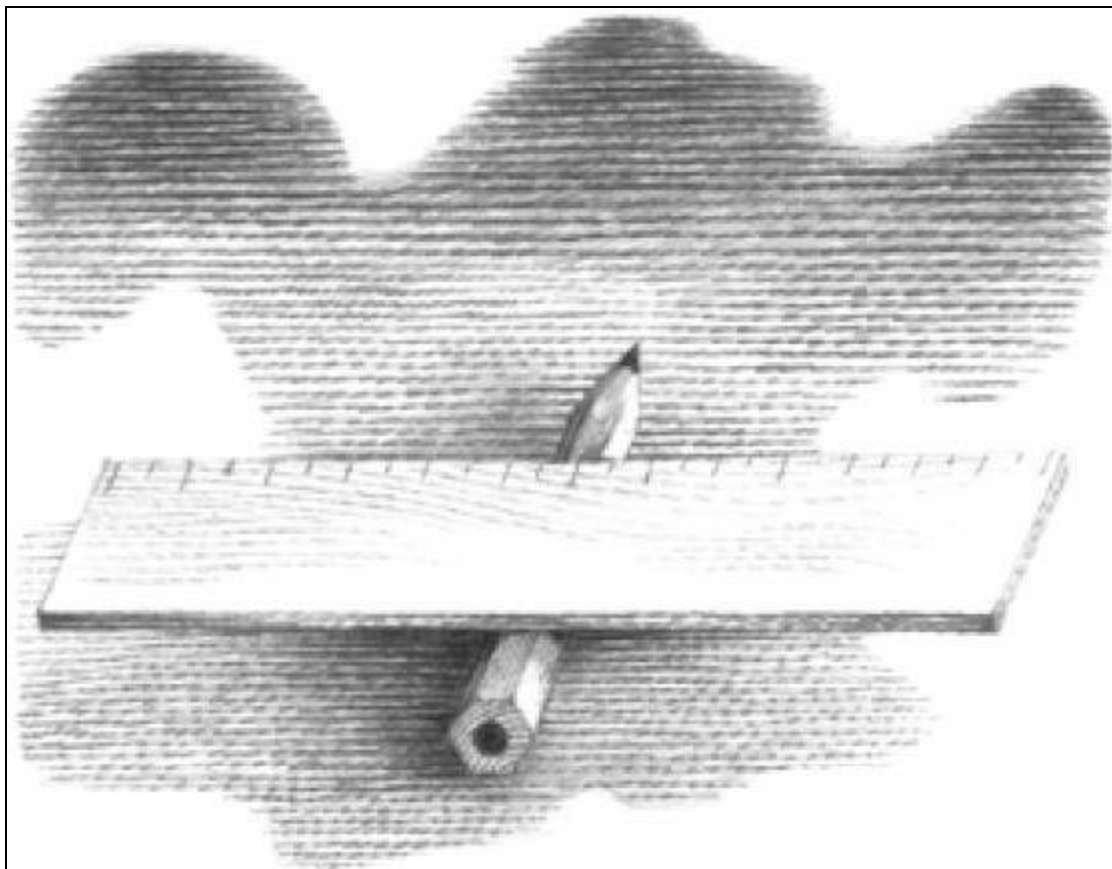


Рис. 52

Варьируя различными грузиками, вы убедитесь в том, что выигрыш в силе в данном простом механизме зависит от соотношения расстояний точек приложения усилий, то есть теоретически можно добиться любого усиления движущего момента за счет увеличения расстояния приложения (плеча) между точкой опоры и точкой приложения силы. Основываясь именно на этом факте, древнегреческий ученый и изобретатель Архимед заявил: «Дайте мне точку опоры, и я переверну Землю!»

Вывод: выигрыш в силе происходит за счет проигрыша в перемещении, на этом базируется принцип работы всех механизмов.

Оборудование и принадлежности:

- детский металлический конструктор;
- гирьки.

Детский металлический конструктор – неисчерпаемый источник для творческого и инженерного развития. Из его компонентов можно моделировать и создавать действующие копии различных устройств и механизмов. Продолжая тему простых механизмов, рассмотрим один из самых распространенных устройств – блок.

Используя детали конструктора или другие подходящие предметы, соберите конструкцию, подобную изображенной на рис. 53. Подвесив на противоположных концах нити одинаковые грузы, то есть уравновесив систему, убедимся, что выигрыша в силе в данном устройстве нет, но очевидно изменение направления прилагаемых усилий, что тоже немаловажно. Дополнив установку еще одним шкивом (рис. 54) и уравновесив ее, вы заметите, что такая конструкция позволяет уменьшить необходимое для уравнивания усилие в два раза.

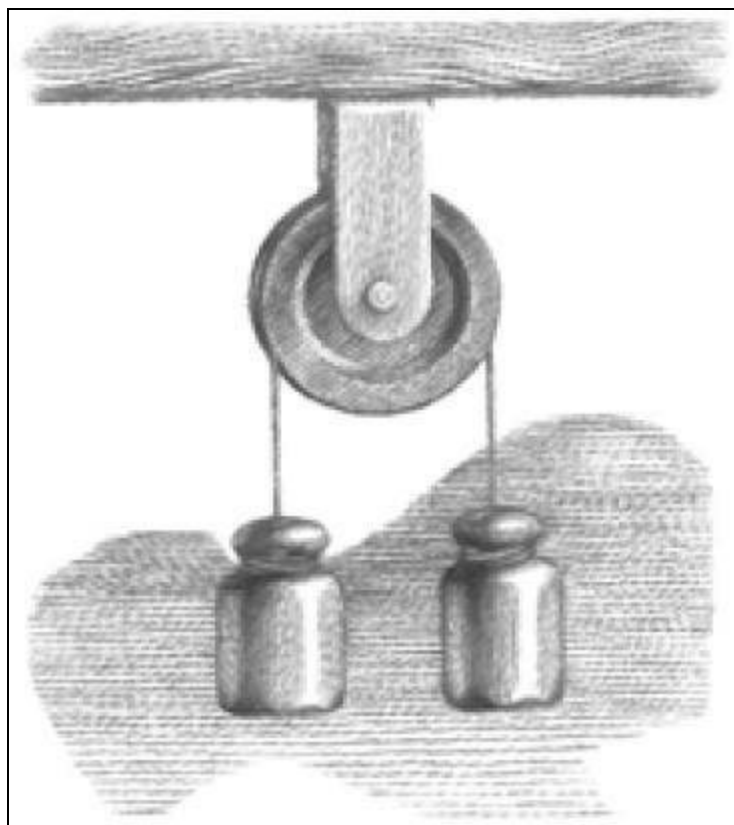


Рис. 53

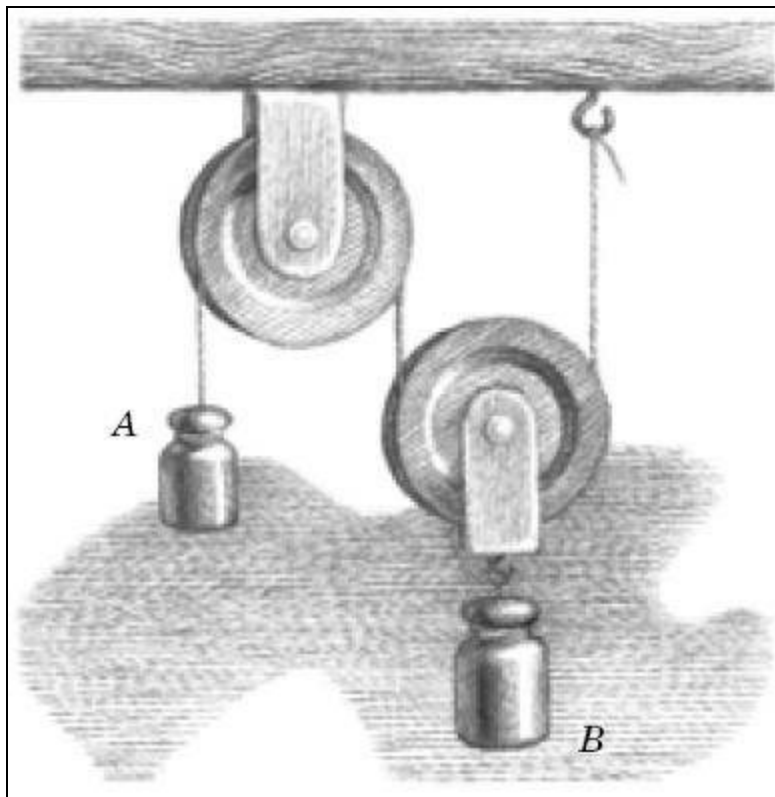


Рис. 54

Подымая и опуская груз, измерьте расстояние, которое проходит груз *A* и груз *B*. Пропорционально увеличению силы расстояние, проходимое грузом *A*, в два раза больше, чем у груза *B*. Для получения большего подъемного усилия используют многоступенчатые блоки (полиспасты) (рис. 55). Каждая их ступень увеличивает подъемную силу.

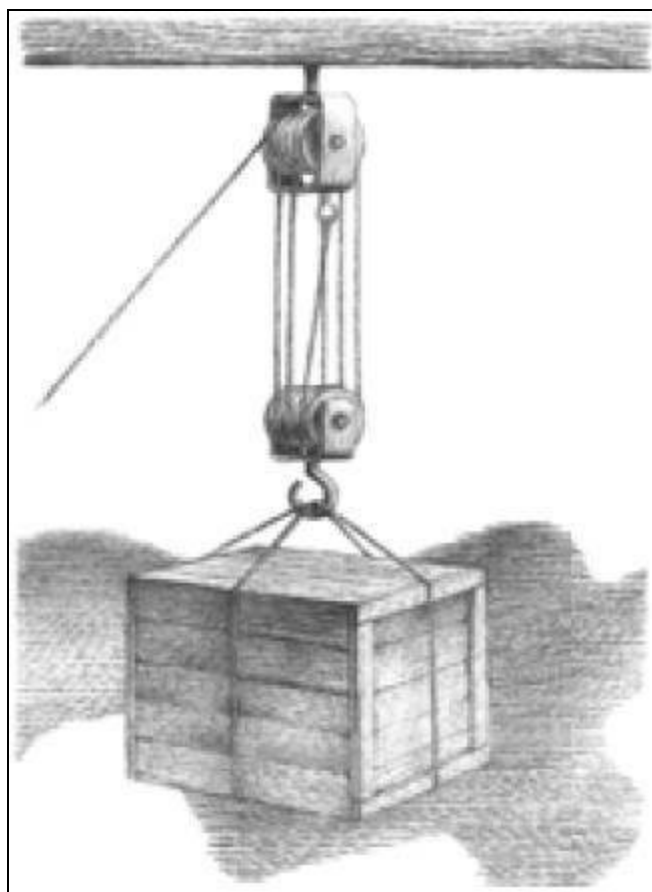


Рис. 55

В промышленности и других отраслях применяются разные устройства для подъема и перемещения грузов, но принцип их работы именно такой. Аналогично этому, автомобильные трансмиссии устроены так, чтобы, уменьшая или повышая передаточное число (усиление) между оборотами двигателя и колесами, получать оптимальное соотношение. Не принципиально, каким именно способом происходит изменение передаточного взаимодействия – ременным, зубчатым или гидромеханическим, главное, что все они служат одной и той же цели – изменению направления и соотношению сил.

Бутылочный ксилофон

Оборудование и принадлежности:

- семь одинаковых стеклянных бутылок;
- два карандаша;
- вода.

Нет на свете человека, которому хоть раз в жизни не хотелось поиграть на музыкальном инструменте. Да вот незадача – далеко не в каждом доме есть таковые. Но, как говорится, было бы желание, а инструмент можно сделать и самостоятельно.

Итак, возьмите семь стеклянных бутылок (желательно одинаковых) и выстройте их в ряд. Наполните водой, как показано на рис. 56. Количество воды в бутылке будет обеспечивать необходимый тон.

Каждый музыкальный инструмент нуждается в настройке. Постукивая карандашом по бутылкам и уменьшая или увеличивая в них уровень воды, вы сможете настроить ваш ксилофон. Частота звуковых колебаний (звуковой тон), издаваемых бутылкой с водой, зависит от высоты воздушного столба, поэтому с изменением количества воды меняется звучание бутылки. Принцип действия всех духовых инструментов базируется именно на изменении длины воздушного столба. Нажимая на клавиши, музыкант переключает клапаны, открывающие и закрывающие воздушные каналы, соответствующие определенной ноте.

После настройки попробуйте, ударяя по бутылкам карандашами, исполнить какую-нибудь несложную мелодию.

По мере развития ваших навыков инструмент можно усовершенствовать, например увеличив количество бутылок и «настроив» диезы, что позволит расширить диапазон звучания.

Для более звонкого звучания настроенные бутылки можно повесить на веревочках. В фольклорных ансамблях часто применяют именно такие инструменты, в чем вы можете убедиться, например, посмотрев мультфильм «Жил-был пес». Для еще большего разнообразия звучания в качестве источника звука можно использовать наполненные водой стеклянные и хрустальные бокалы. Хрустальные бокалы дают очень чистый и мелодичный звук, но обращайтесь с ними осторожно, ведь они довольно хрупкие и могут разбиться. Пригласив своих друзей, вы сможете организовать маленький оркестр и весело провести досуг.

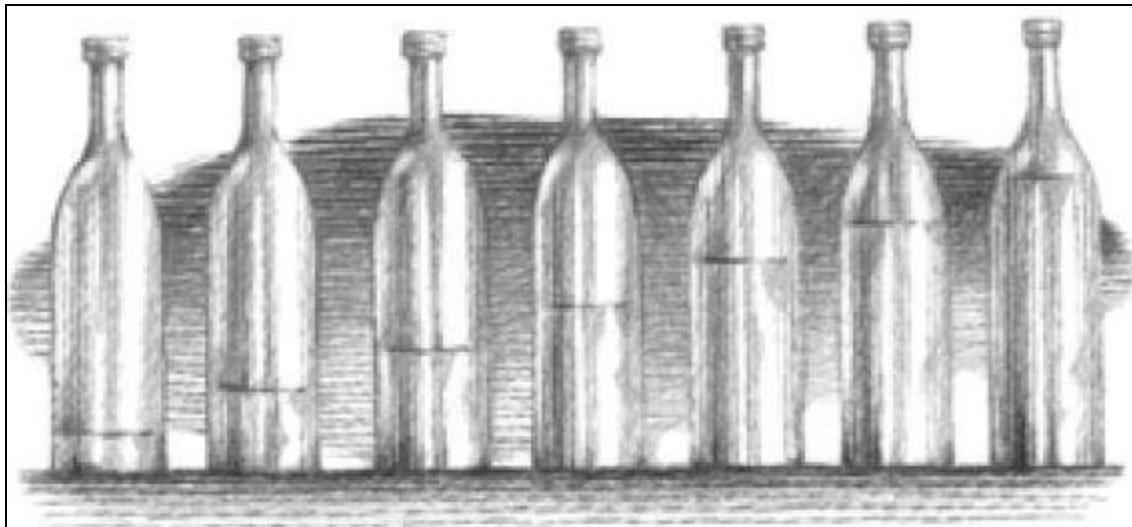


Рис. 56

Упругие деформации

Оборудование и принадлежности:

- кусок стрейчевой ткани 10×20 см;
- мел или маркер;
- два карандаша;
- иголка с ниткой;
- поролоновая губка;
- плотный картон;
- клей ПВА.

Все соприкасающиеся тела действуют друг на друга с некоторой силой, при этом они испытывают деформацию: изгиб, сжатие, растяжение, кручение. В зависимости от свойств материалов эти явления могут быть практически незаметными или же, наоборот, ярко выраженными. Например, стекло – очень твердый и хрупкий материал, но, тем не менее, каждый стеклянный предмет деформируется, просто пределы упругих деформаций очень малы (то есть после них предмет восстанавливается в своих размерах без всяких последствий), и, как правило, мы их не замечаем. Другое дело предметы из резины и прочих эластичных и упругих материалов: мячи, скакалки, губки, пружины и т. д.

Рассматривая рычаг как прямой стержень, мы не принимали во внимание, что при нагрузке он немного деформируется, прогибается. При точных расчетах деформациями пренебрегать нельзя. Крайне важно учитывать данные явления при проектировании домов, мостов и механизмов.

Чтобы наглядно исследовать, какие изменения происходят во время упругих деформаций, предлагаем провести серию не сложных, но показательных экспериментов.

Итак, возьмите кусок стрейчевой ткани или широкую резиновую ленту размерами 10×20 см. Для удобства проведения опытов рекомендуем по более узким краям обшить ткань вокруг двух карандашей (рис. 57).

Мелом или маркером нанесите на ткань разметку в виде сетки с квадратными ячейками.

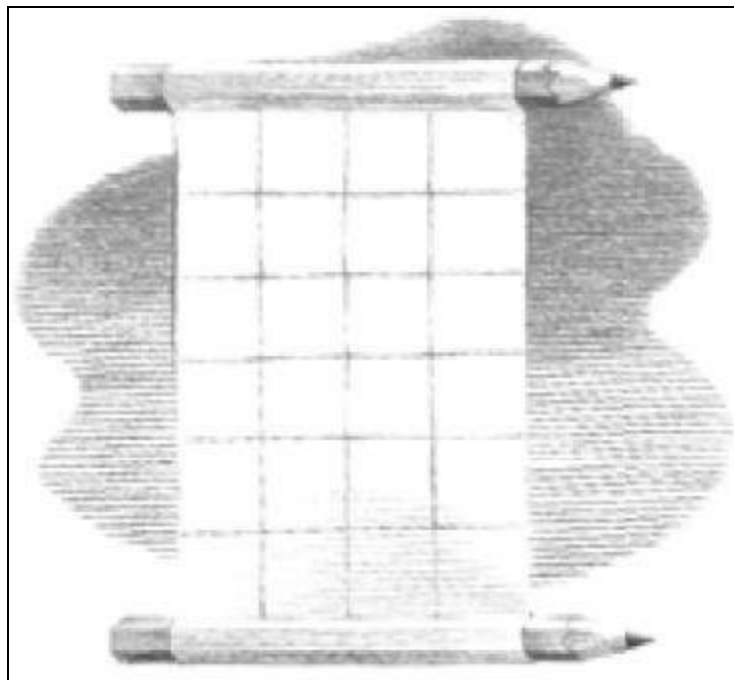


Рис. 57

Опыт № 1. Растяжение. Разведите карандаши в противоположные стороны, растягивая ткань в длину. В результате растягивания вы заметите, что чем больше деформируется ткань, тем уже она становится в середине. Форма квадратных ячеек наглядно меняется – они вытягиваются и худеют (рис. 58). Именно так деформируются различные предметы при растяжении.

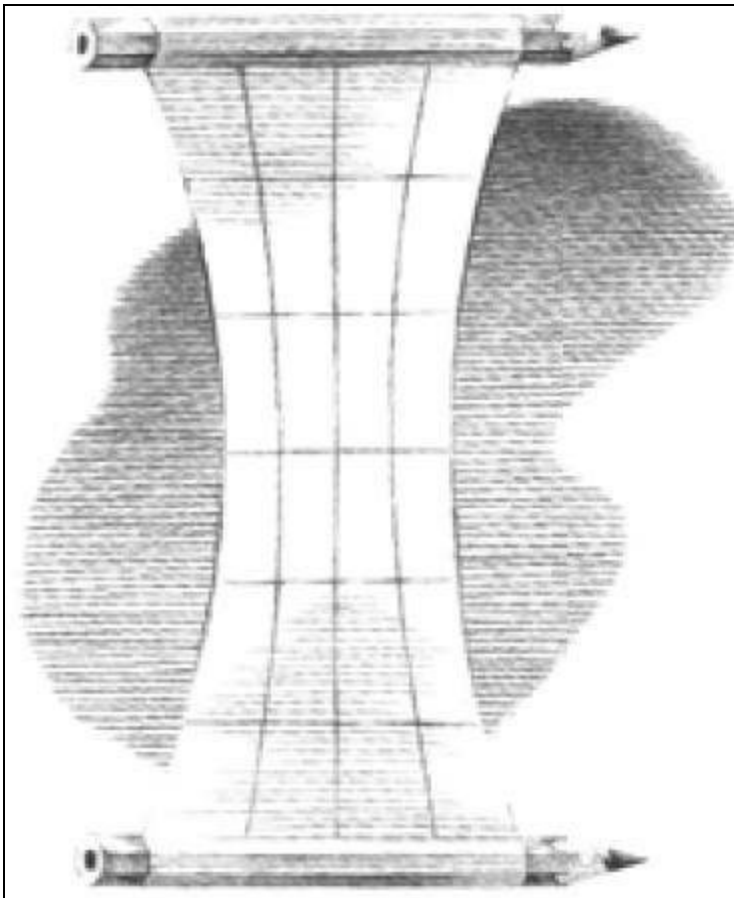


Рис. 58

Опыт № 2. Сдвиг. Удерживая нижний карандаш неподвижно, начните сдвигать

верхний карандаш вправо. По мере все большего смещения станет заметно, как изменяется форма ячеек во время деформации сдвига (рис. 59). Аналогичные явления происходят со стволами деревьев, когда они раскачиваются.

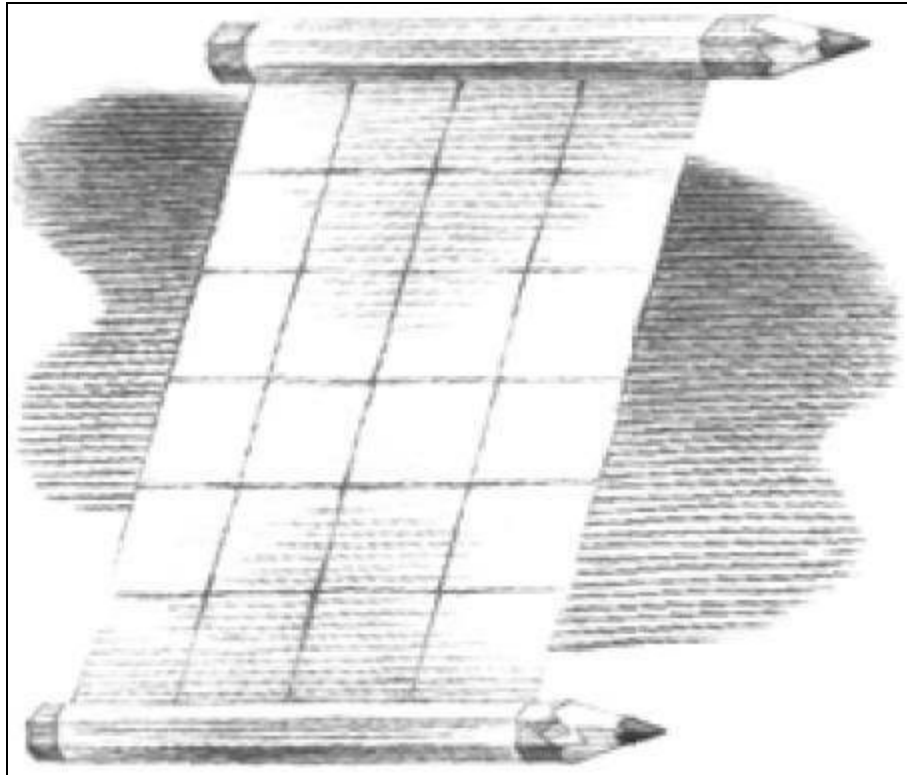
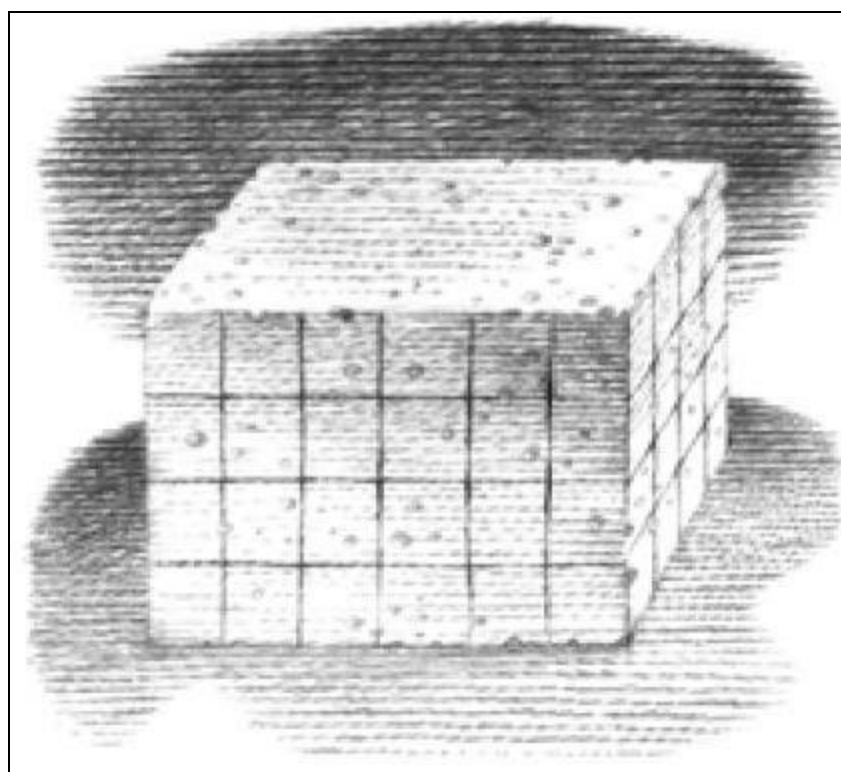


Рис. 59

Опыт № 3. Сжатие. Для исследования деформаций сжатия лучше воспользоваться поролоновой губкой прямоугольной формы.

Так же как и в предыдущем эксперименте, нанесите мелом или маркером разметку по всей поверхности губки (рис. 60) (чем больше губка, тем нагляднее результат).



Положите губку на стол и придавите ее сверху плоским предметом, например толстой книгой. Под весом книги губка сожмется, и вы увидите, как изменилась форма губки и ячеек (рис. 61). Если при растяжении материал сужается в центре, то при сжатии, наоборот, в центре происходит утолщение, а ячейки как бы толстеют.

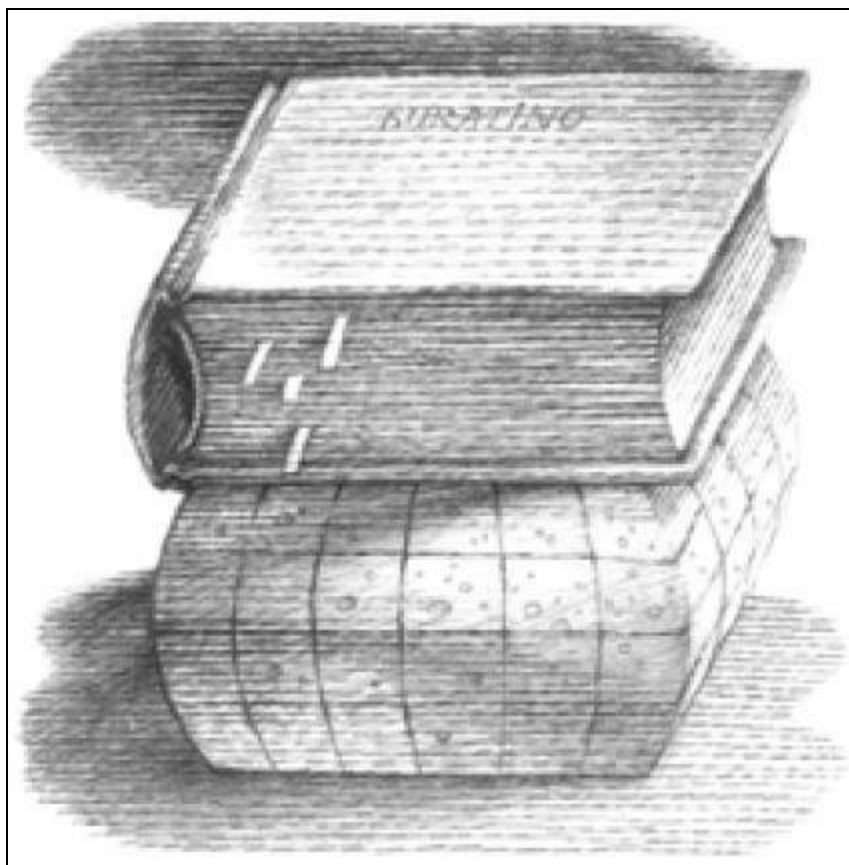


Рис. 61

Опыт № 4. Кручение. Кручение – это более сложный вид деформаций, в котором сочетаются и сдвиг, и сжатие, и растяжение. Для исследования данного явления можно использовать все ту же губку в форме параллелепипеда, но было бы неплохо воспользоваться губкой цилиндрической формы. Чтобы провести более чистый эксперимент, то есть исключить искажающее воздействие, на торцы размеченной губки приклейте куски картона (рис. 62) и дождитесь, пока клей высохнет.

Затем, удерживая нижний лист картона, начните медленно поворачивать верхний лист.

В результате вы сможете наблюдать, как изменяется форма ячеек. Они будут вытягиваться в ромбы (рис. 63), а при сильном скручивании – несколько худеть.

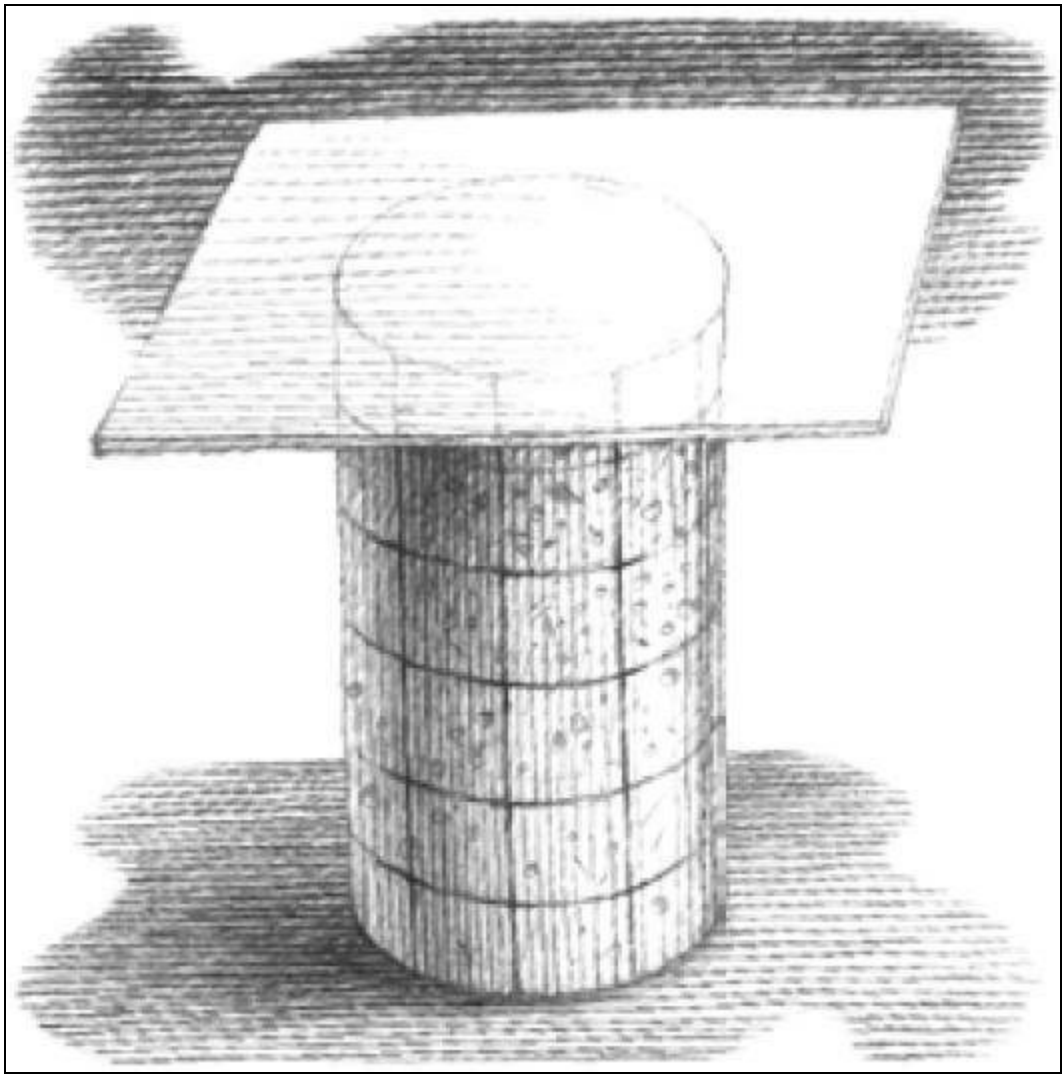


Рис. 62

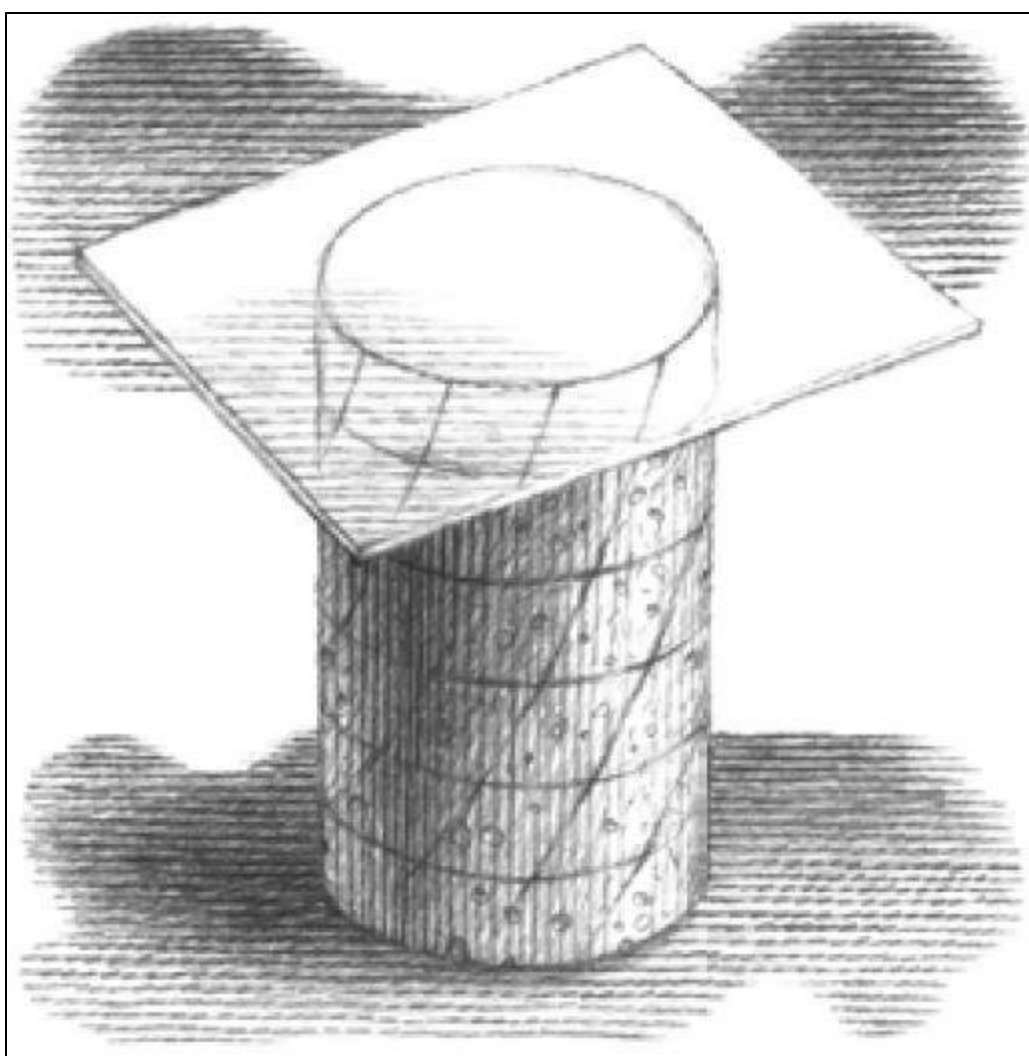


Рис. 63

Загадочный кельтский камень

Оборудование и принадлежности:

- одноразовая столовая ложка;
- пластилин;
- кусок толстого картона или гвоздь.

При раскопках древнекельтских поселений археологи обнаружили странный предмет из камня, получивший название «кельтский камень» (предполагалось, что кельты использовали его в качестве топора) (рис. 64). Кто-то из археологов совершенно случайно крутил на подвернувшейся доске эту находку. И что же обнаружилось? Этот ничем не примечательный предмет обладает интересным свойством: легко вращается в одну сторону, но отказывается вращаться в другую. Если его закрутить в «неправильном» направлении, то, сделав несколько оборотов, он быстро остановится, покачается несколько секунд и начнет вращаться в «правильном» направлении. Закрученный в «правильном» направлении, он продолжает вращаться до остановки.

Кельтский камень можно купить в магазинах, торгующих различными познавательными играми. Но его нетрудно сделать самим в домашних условиях. Нужно взять половинку эллипсоида (подойдет предмет, имеющий форму половинки яйца, или столовая пластиковая ложка с отломанной ручкой) и прикрепить к нему пластилином какой-либо предмет, имеющий форму параллелепипеда (подойдет картон, склеенный в 3–4 слоя), – так, чтобы продольные оси этих тел были сдвинуты относительно друг друга на $5\text{--}10^\circ$. Вместо параллелепипеда можно использовать металлический штырь (например, гвоздь). Не составит особого труда найти кельтские камни в природе, например в речной гальке.

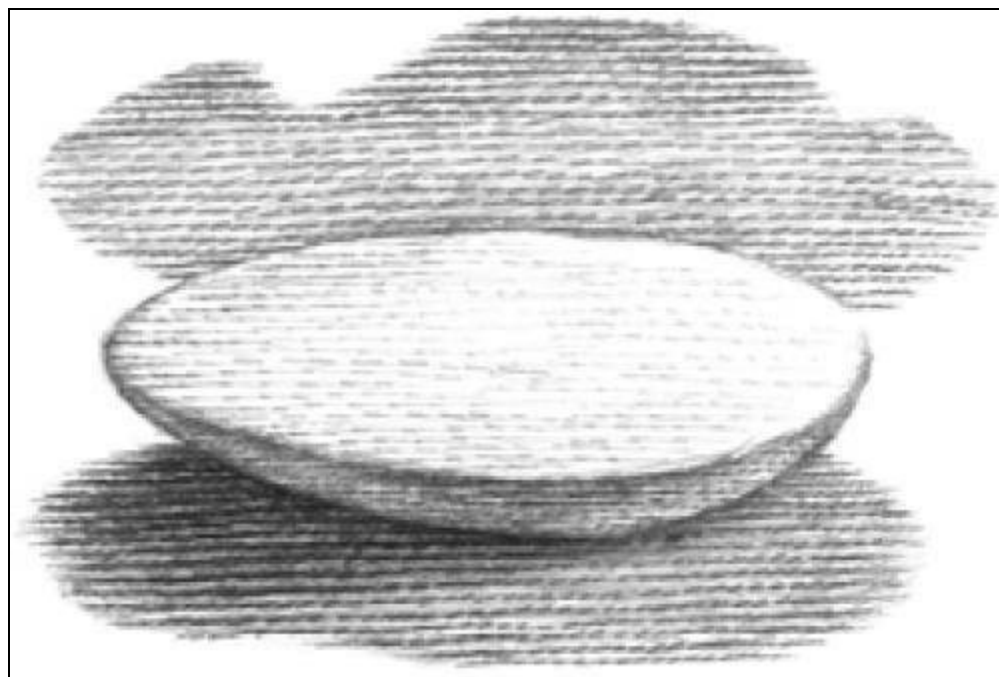


Рис. 64

В чем же кроется секрет данного феномена? Дело в том, что любое твердое тело имеет три взаимно перпендикулярные оси, проходящие через его центр масс, вокруг которых оно может свободно вращаться, не вращаясь при этом вокруг других осей. Когда тело имеет оси

симметрии, то главные оси совпадают с ними.

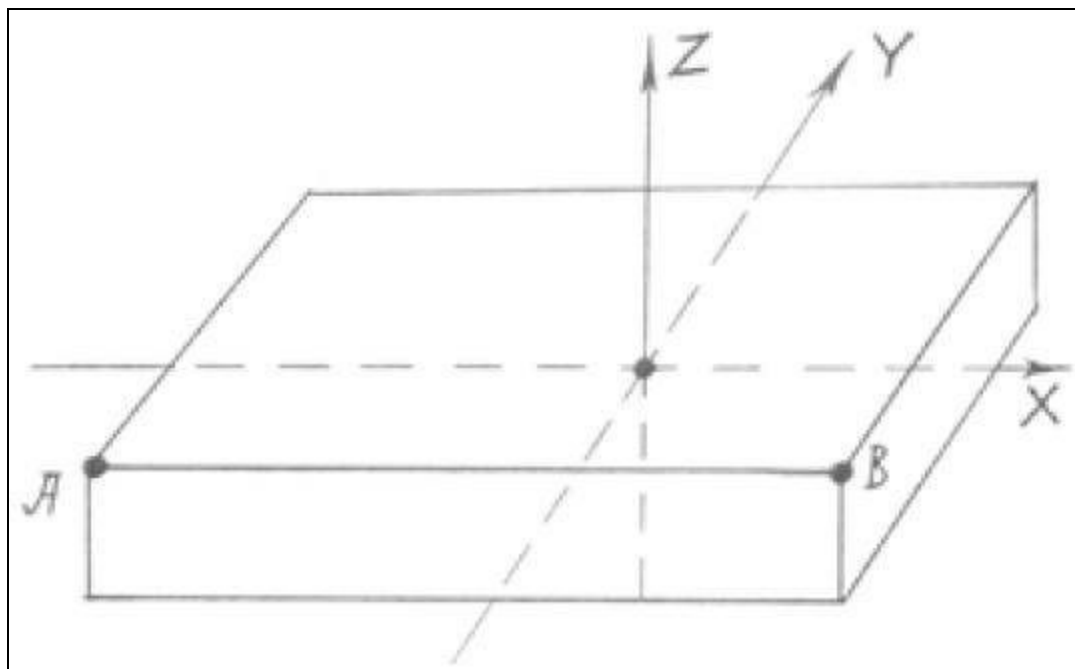


Рис. 65

При рассмотрении моментов инерции кельтского камня для всех возможных осей, проходящих через его центр масс, выясняется, что самое большое и самое маленькое значение соответствуют осям, совпадающим с двумя из трех главных осей тела. На рис. 65 показано, что ось Z соответствует наибольшему моменту инерции параллелепипеда, X – наименьшему, Y – промежуточному. Действительно, момент инерции тем больше, чем дальше части тела находятся от соответствующей оси. Например, кусочки параллелепипеда A и B находятся дальше от оси Z , чем от оси Y , а от оси Y дальше, чем от оси X .

Смачиваемость и несмачиваемость

Оборудование и принадлежности:

- стеклянный стакан;
- парафин;
- бутылка;
- стеклянная палочка.

Когда жидкость налита в сосуд, то большая часть ее поверхности граничит со стенками сосуда. В зависимости от того, смачивает жидкость стенки сосуда или не смачивает, форма поверхности жидкости у места соприкосновения со стенкой имеет разный вид.

Для исследования явления смачиваемости – несмачиваемости проведите следующий эксперимент. Возьмите обычный стакан и натрите его стенки изнутри парафином. Важно, чтобы стакан был чистым и сухим. Затем аккуратно налейте в него чистую холодную воду – чуть больше половины емкости. Когда поверхность воды успокоится, внимательно посмотрите на то, как выглядит поверхность воды в непосредственном месте соприкосновения со стенками стакана. Вы заметите, что вода как бы отталкивается от стекла, натертого парафином (рис. 66, *а*), и поверхность имеет в зоне контакта выпуклый вид, то есть налицо эффект несмачиваемости. Результат вполне ожидаемый, поскольку парафин обладает водоотталкивающими свойствами. Еще проще провести этот же опыт со стеклянной пластинкой. Натрите поверхность чистой сухой пластинки и капните на нее пару капель воды. Капельки воды будут держаться плотными шариками и не растекаться (рис. 66, *б*).

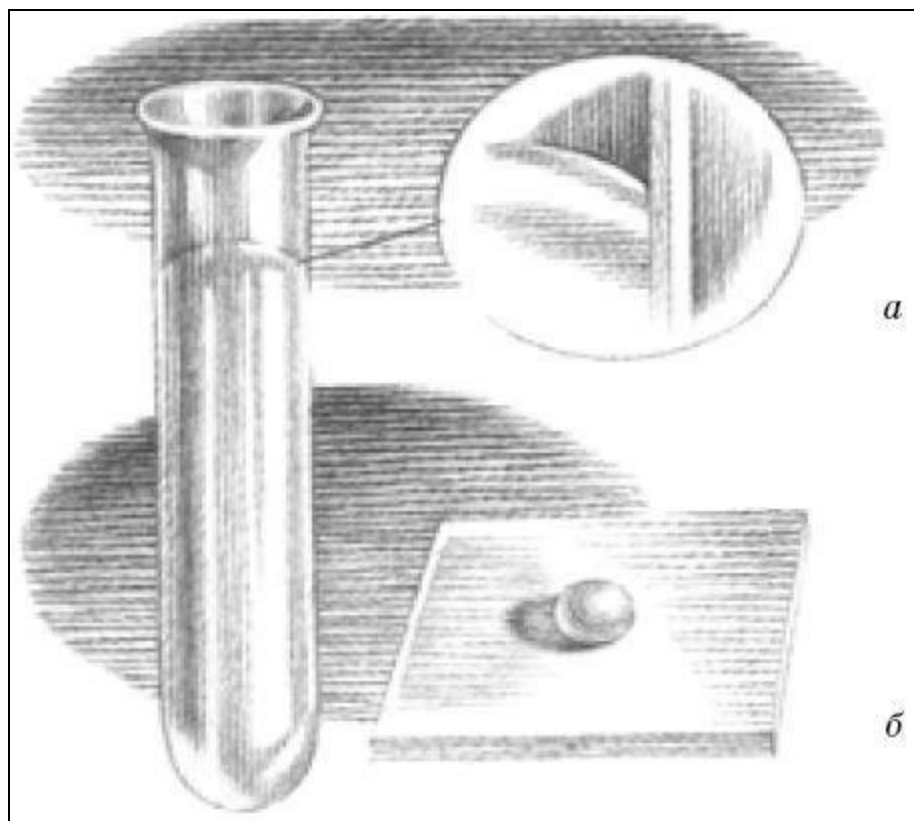


Рис. 66

Теперь повторите все те же действия, но со стаканом, у которого стенки просто чистые,

или с чистой сухой стеклянной пластинкой. Вы увидите совершенно противоположный результат (рис. 67, а, б): вода как бы тянется вверх по стенкам стакана, а в таком узком сосуде, как пробирка, поверхность воды приобретает вогнутую форму – ее еще называют мениском (от греческого «менискос» – полумесяц).

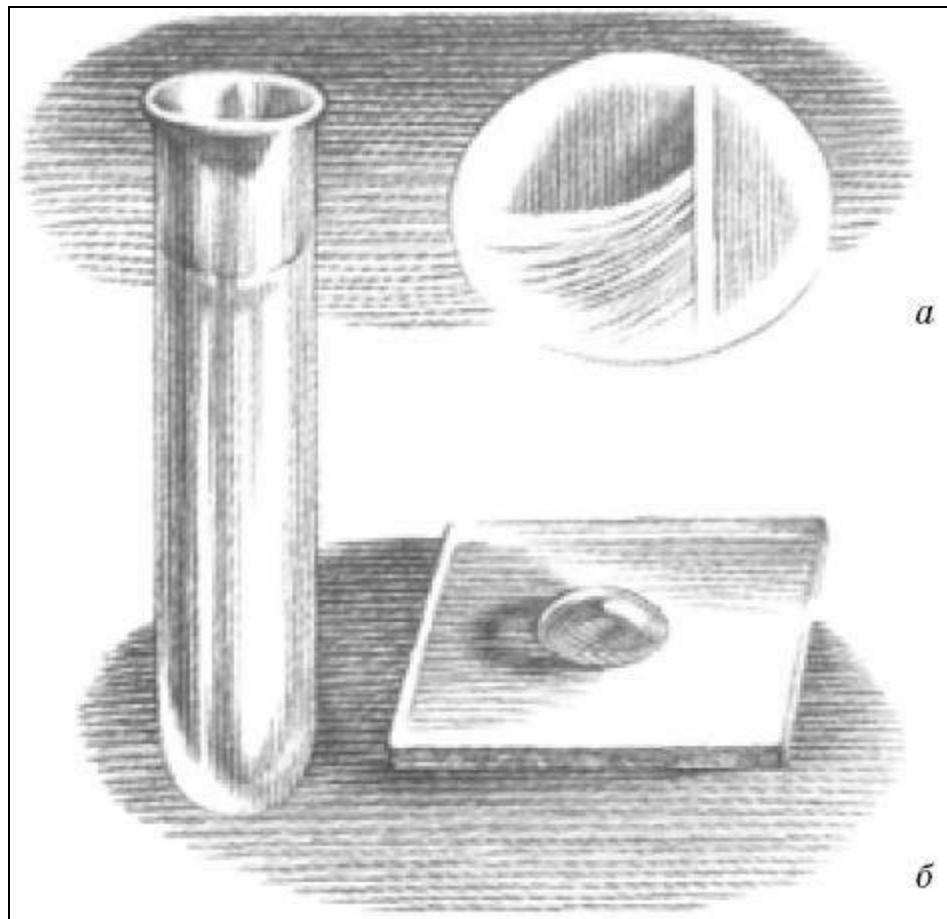


Рис. 67

Каждая жидкость, соприкасаясь с тем или иным твердым материалом, проявляет в определенных условиях смачиваемость или несмачиваемость. Можете поэкспериментировать с различными жидкостями. Для этого достаточно на плоскую горизонтальную поверхность капнуть жидкостью и понаблюдать, как капля распределится на поверхности. Если капля свободно растекается – значит, смачивает, если же, наоборот, держится плотным шариком наподобие ртути – значит, не смачивает.

Еще один простой способ продемонстрировать свойства воды смачивать стеклянные поверхности – это налить воду в бутылку с узким горлышком без применения воронки. Возьмите бутылку, стакан воды и стеклянную палочку. Введите один конец палочки в бутылку, а с другого конца аккуратно лейте на нее воду (рис. 68). Вода будет стекать, не прокапывая мимо.



Рис. 68

Кумулятивный эффект

Оборудование и принадлежности:

- стеклянная пробирка.

На несложном опыте можно воспроизвести явление кумуляции. Для этого вам понадобится стеклянная пробирка с водой и жесткая поверхность. Что же произойдет, если с некоторой высоты уронить на стол вертикально расположенную пробирку с водой? Поскольку в ходе эксперимента высока вероятность того, что пробирка может разбиться, необходимо принять меры предосторожности. Чтобы эксперимент прошел удачно, роняйте пробирку с небольшой высоты (1–3 см).

В предыдущем опыте рассмотрено, как формируется поверхность воды в пробирке – силы поверхностного натяжения формируют мениск. В момент удара о стол к силе тяжести, действующей на воду, добавится инерция движения жидкости, и давление на стенки пробирки существенно возрастет, то есть возникнет гидроудар. Силы поверхностного натяжения не смогут препятствовать стремительному выпрямлению поверхности воды, и в результате возникшего течения жидкость двинется от краев мениска к нижней его части на оси симметрии пробирки. Как следствие, вверх устремится тоненькая струйка воды (рис. 69). Высота, на которую поднимется эта струйка, будет существенно больше той, с которой вы уронили пробирку. Если, рискуя ее разбить, уронить пробирку с высоты 10–15 см, струйка воды вполне может достичь потолка.

Подобное явление называется кумуляцией (от лат. *cumulatio* – скопление), или кумулятивным эффектом.

В целях безопасности стеклянную пробирку можно заменить подходящим сосудом из пластика или металла.

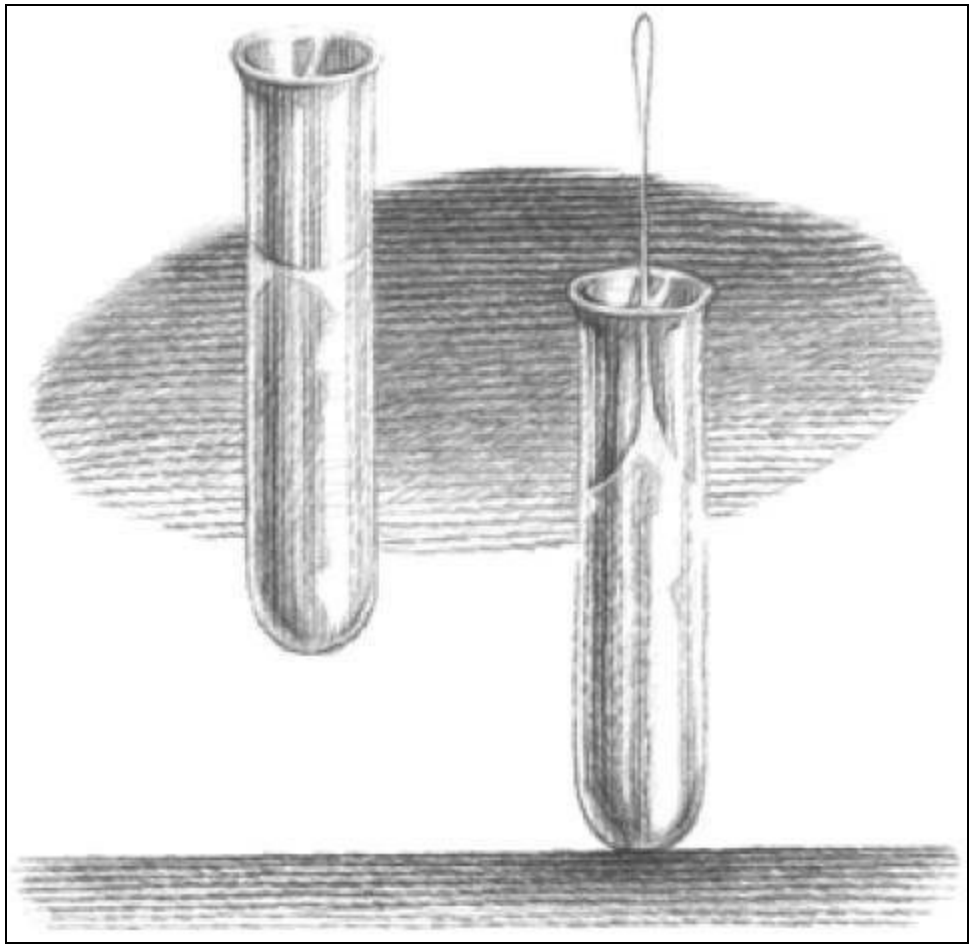


Рис. 69

Оборудование и принадлежности:

- жидкостный манометр;
- вентилятор;
- пластиковая бутылка;
- воздушный шарик;
- скотч.

Изменение давления, вносимое препятствием, можно объяснить на примере действия паруса. При равномерном ветре степень сжатия воздуха в соседних участках одна и та же, поэтому можно было бы предположить, что силы давления, действующие по обе стороны паруса, будут одинаковы, а следовательно, ветер не должен двигать судно. Но в действительности именно парус на протяжении длительного периода служил основным двигателем на воде, поскольку парус существенно изменяет движение воздуха. Ударяясь о препятствие (парус), воздух сжимается, подобно тому, как сжимается мяч, ударившийся о стенку; с подветренной стороны слои воздуха, прилегающие к парусу, сжимаются сильнее, чем остальной воздух, то есть давление повышается. С другой стороны паруса воздух, обтекая парус, оказывается менее сжатым, то есть давление в этой зоне меньше. Таким образом, за счет разницы давлений по разным сторонам паруса возникает равнодействующая сила, приложенная к парусу, которая движет судно.

Как парус меняет скорость потока воздуха, так и манометр, погруженный в текущую жидкость, изменяет скорость потока. После незначительной доработки жидкостного манометра можно создать интереснейший прибор для измерения скорости потока жидкости или газа. Для этого из маленькой пластиковой бутылочки и фрагмента воздушного шарика изготовьте приемник давления – раструб с мембраной (рис. 70). Для большей эластичности и, соответственно, чувствительности шарик желательно несколько раз надуть и спустить, в результате резина растянется, станет тоньше и податливее. Вырежьте из шарика достаточный кусок и натяните его на раструб, как показано на рисунке. Чтобы материал мембраны не соскальзывал, закрепите его скотчем. Готовый приемник давления соедините с приемной трубкой манометра, вставив в пробку раструба иголку от капельницы.

Итак, прибор готов, пора приступать к экспериментам. Если установить мембрану манометра навстречу потоку воздуха (для создания воздушного потока можно использовать домашний вентилятор, а для создания потока жидкости – шланг, присоединенный к водопроводному крану), манометр покажет существенное повышение давления. При повороте мембраны на 90° , то есть вдоль потока, манометр покажет несколько меньшее повышение давления; а при повороте мембраны на 180° от направления потока манометр отразит еще меньшие показания. Меняя интенсивность (поворотом регулятора оборотов вентилятора или крана), то есть скорость потока, вы заметите, что показания манометра будут пропорциональны скорости движения потока.

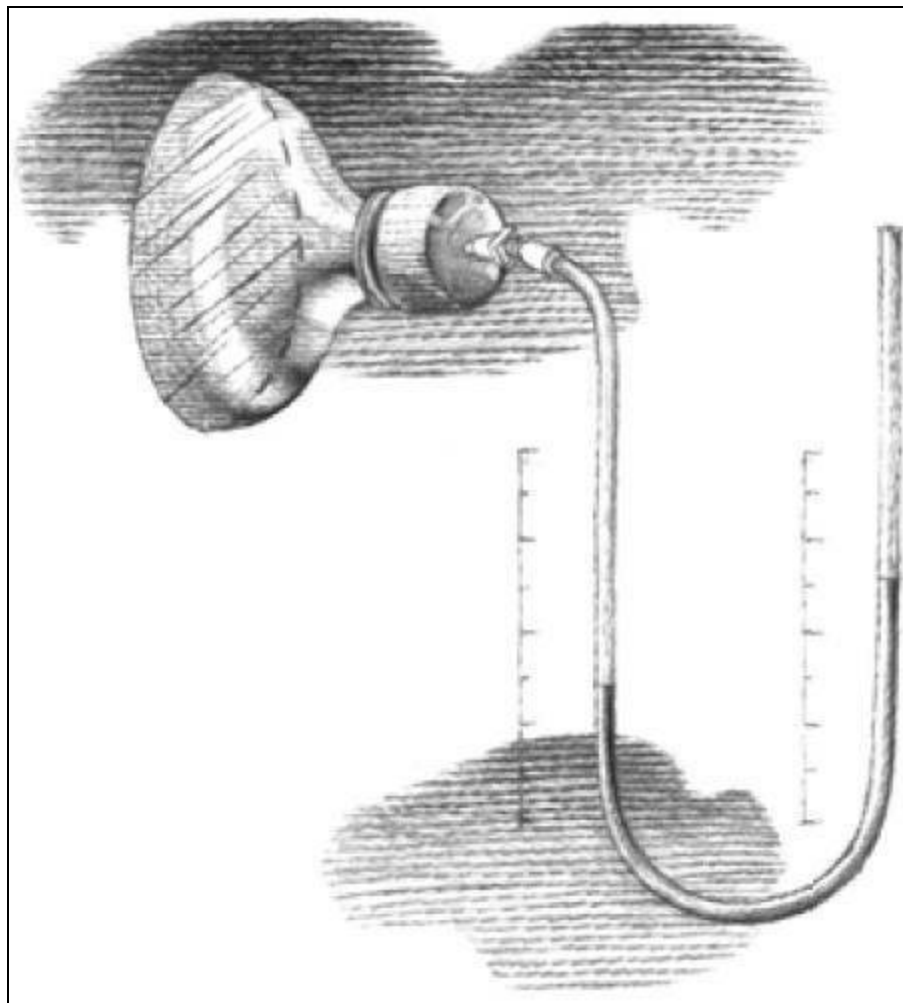


Рис. 70

В авиации для измерения больших скоростей воздушного потока (скорости движения самолета относительно воздушной среды) применяют несколько иной, но работающий на том же принципе прибор – трубку Пито. Для создания такого прибора вам необходимо изготовить приемник давления особой формы (рис. 71) – трубку с закругленным закрытым концом и отверстиями сбоку. Материалом для изготовления такого элемента может послужить дерево или пластик. Струи воздушного потока, проходя мимо отверстий, сохраняют свою скорость практически неизменной, и в колене манометра, соединенного с такой трубкой, создается давление. Такая трубка называется зондом.

Заглушив (заткнув) выходную трубку манометра и присоединив ко входной трубке зонд (рис. 72), вы сможете более точно, чем с помощью мембраны, измерять изменение скорости, например, ветра. Мембранный приемник давления из-за своих габаритов создает более значительные искажения в движущихся массах потока, чем закругленный зонд.

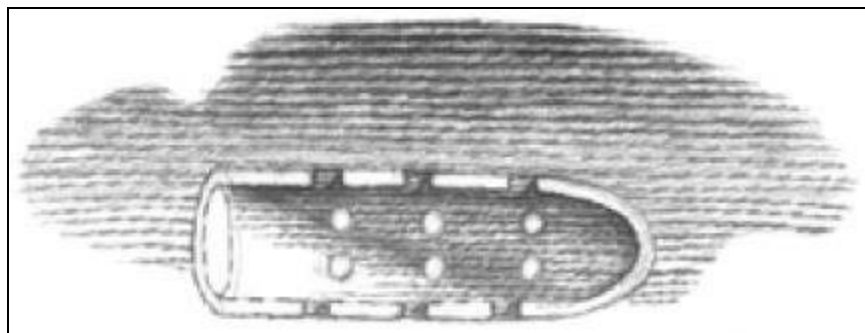


Рис. 71

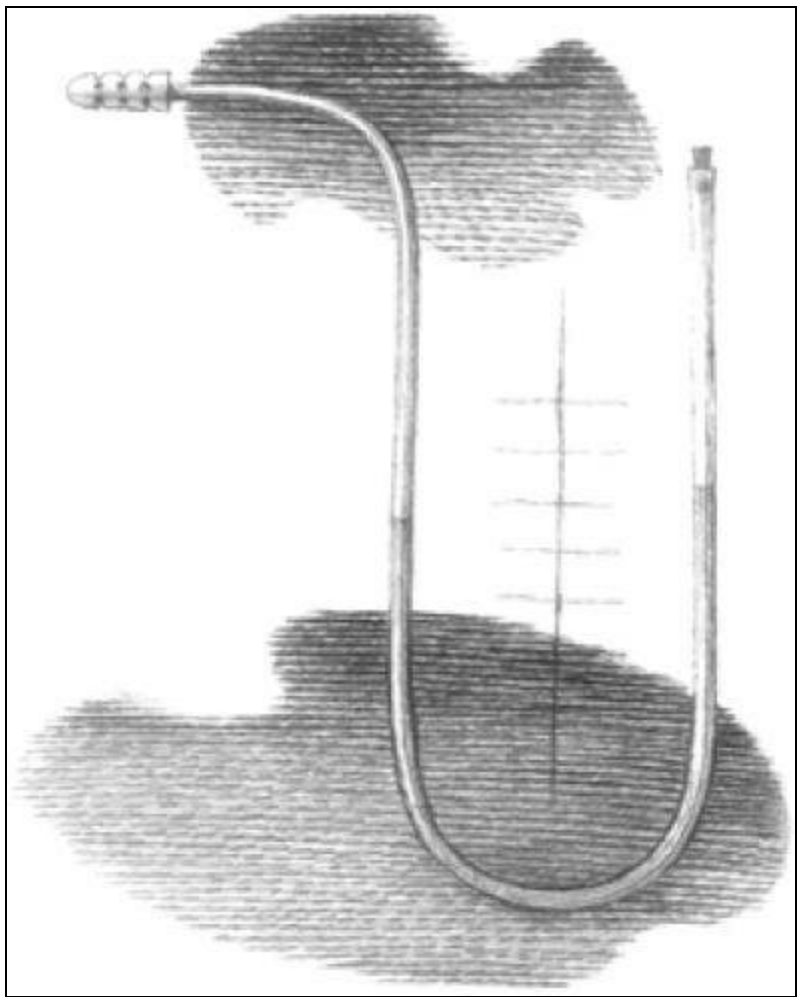


Рис. 72

Сила Магнуса и подъемная сила крыла

Оборудование и принадлежности:

- лист плотной бумаги;
- клей ПВА;
- в качестве наклонной поверхности – крышка от картонной коробки или сама коробка, например от плоского монитора.

Для обнаружения силы Магнуса (поперечной силы, действующей на тело, вращающееся в набегающем на него потоке жидкости или газа; была открыта немецким ученым Г. Г. Магнусом в 1852 г.) можно проделать несложный эксперимент.

Склейте из листа плотной бумаги рулон и скатите его с наклонной обрывающейся поверхности (рис. 73). Естественно, скатываясь, рулон приобретет некоторую скорость. Далее, казалось бы, рулон должен двигаться (падать) по параболической траектории *A*, слегка искажаемой сопротивлением воздуха. Так все и происходило бы, если бы рулон падал без скольжения или скатывался бы тяжелый предмет. Как ни странно, но легкий рулон будет упрямо залетать под поверхность скатывания по траектории *B*, существенно отклоняясь от предполагаемой параболической траектории.

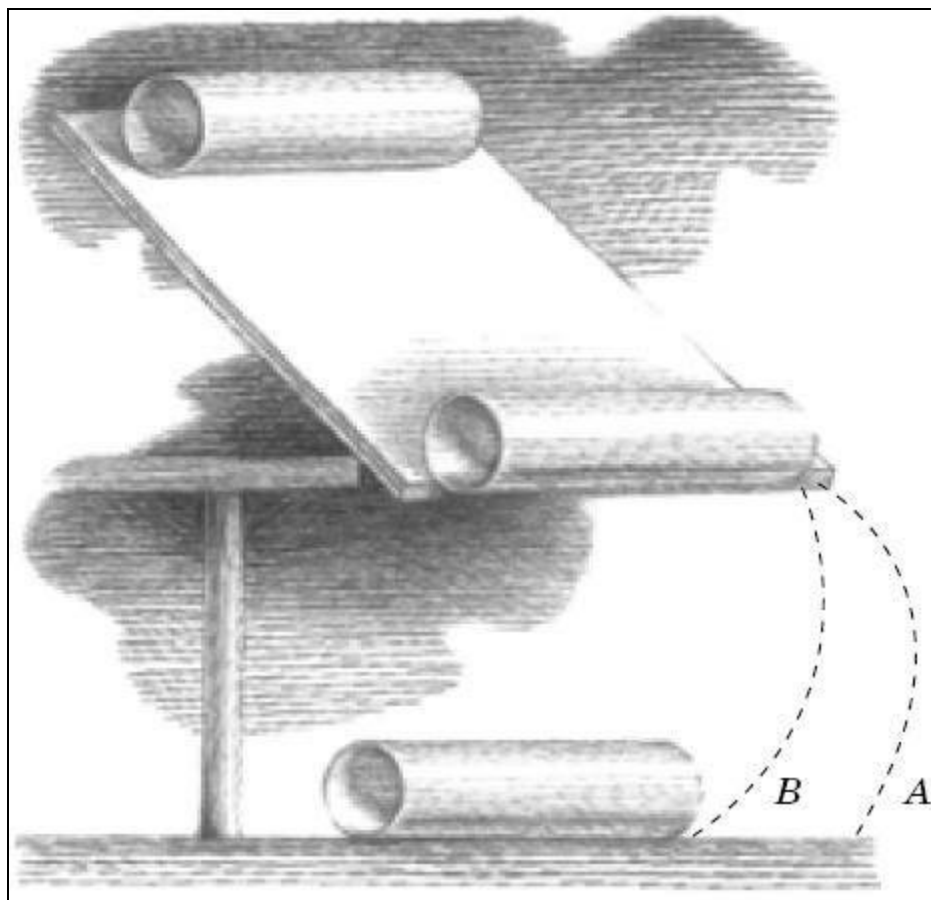


Рис. 73

Объясняется такое явление следующим образом: вращение рулона нарушает симметричность обтекания воздуха за счет эффекта прилипания. С одной стороны бумажного цилиндра скорость воздушного потока больше, значит, там давление понижается и возникает боковая подъемная сила, называемая силой Магнуса.

В футболе одним из коварных для вратаря ударов считается так называемый «сухой лист». Похожий подрезанный удар – «спин» (вращающийся, крученный) применяют в теннисе и других играх с мячом. При этом ударе мяч в полете быстро вращается, и его траектория становится гораздо сложнее в сравнении с траекторией мяча после обычного удара. Эти явления возникают в результате действия все той же силы Магнуса. Очень похожее на эффект Магнуса явление наблюдается при возникновении подъемной силы у крыла самолета.

Чудеса в стакане чая

Оборудование и принадлежности:

- стакан чая;
- диск здоровья или два блюдца.

Возьмите стеклянный стакан и заварите в нем чай, но не в пакетике, а листовый. Обратите внимание, что при помешивании ложечкой в стакане форма поверхности воды представляет собой параболоид вращения. При этом на дне стакана происходят весьма занимательные и, можно сказать, парадоксальные явления. Намокшие чаинки имеют бóльшую плотность, чем вода, в противном случае они бы не опускались на дно.

Соответственно, при вращении на них действует бóльшая, чем на воду, сила инерции, и, казалось бы, она должна относить их подальше от центра вращения, но вопреки этому чаинки собираются именно в центре (рис. 74).

Слегка трансформировав опыт, можно сильно изменить результат. Поставьте стакан с чаем на свободно вращающуюся поверхность (рис. 75), например на диск здоровья или на два блюдца, как описывалось в опыте «Домашняя лотерея или кинозал». Если наполненный стакан вращать с постоянной угловой скоростью, то чаинки соберутся там, где положено, – у стенок стакана. Почему так происходит? И что изменяет в опыте с вращением стакана?



Рис. 74

Жидкость (в данном случае вода) в силу своей вязкости прилипает к поверхности твердых тел (в данном случае – к стенкам и дну стакана). Когда стакан покоится, элементы

жидкости, которые непосредственно соприкасаются со стаканом, тоже покоятся, а элементы, соседние с ними, из-за вязкости тормозятся – скорость вблизи стенок плавно возрастает от нуля до скорости основного потока. Поэтому у стенок стакана поверхность жидкости теряет свою параболическую форму. Область, где стенки стакана замедляют движение воды и ее поверхность отклоняется от формы параболоида, относительно невелика.

Таким же образом и неподвижное дно стакана тормозит жидкость. Давление жидкости возрастает по мере удаления от оси вращения. Сила давления на элемент жидкости со стороны оси вращения меньше силы давления с противоположной стороны. Эта разность является причиной центростремительного ускорения элемента жидкости, из-за чего он движется по круговой траектории. Но когда элемент жидкости приближается ко дну стакана, скорость из-за эффекта прилипания уменьшается, а разность давлений остается прежней. Центробежная сила ее не компенсирует, и поэтому жидкость течет от большего давления к меньшему. Такое течение и увлекает за собой чаинки на дно, собирая их в центре.

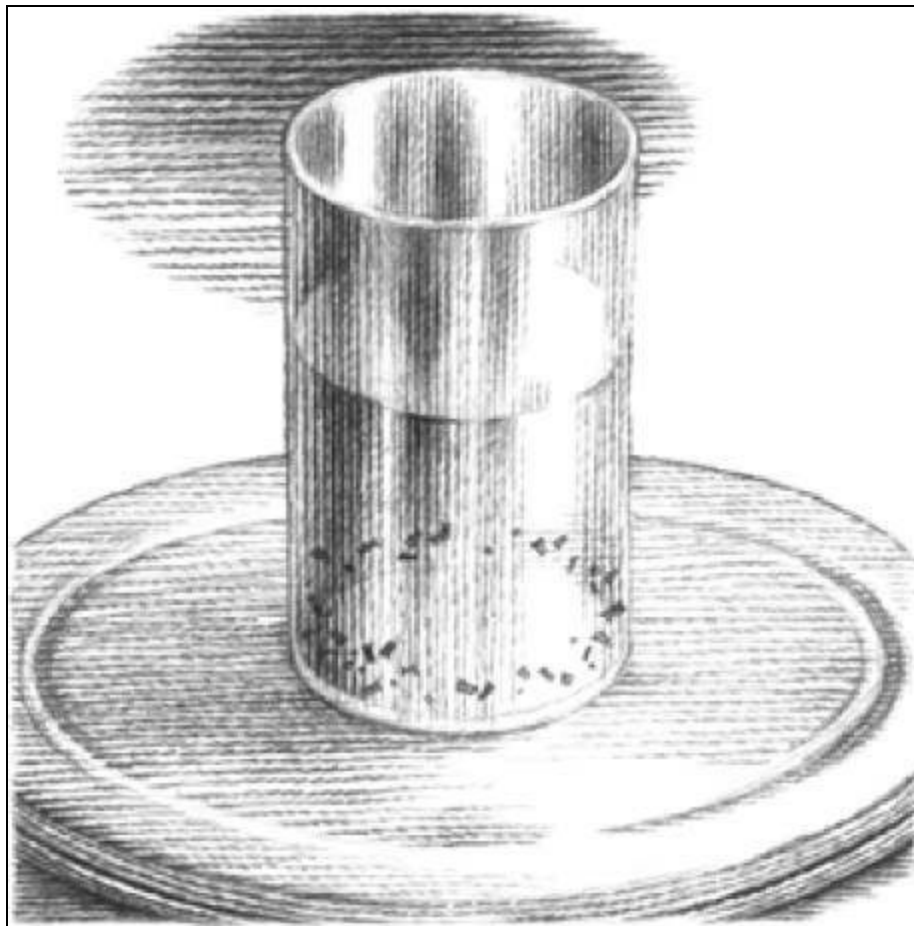


Рис. 75

Исследование воздушных пузырьков в жидкости

Оборудование и принадлежности:

- жидкостный манометр;
- резиновая груша, например аптечная спринцовка;
- стеклянный стакан с гладкими стенками.

На первый взгляд, процесс выдувания воздушных пузырьков в воде кажется настолько простым, что даже не заслуживает никакого внимания. На самом деле природа этого процесса весьма необычна и увлекательна. На рис. 76 изображен прибор для исследования физических процессов, происходящих во время образования воздушных пузырьков в жидкости. Для проведения данных опытов вам понадобится соединить жидкостный манометр с наконечником резиновой груши. Проще всего это осуществить с помощью иглы от капельной системы.

Для удобства проведения эксперимента расположите установку на столе. Наполните чистый стакан или другую прозрачную емкость водой и погрузите наконечник груши в воду на небольшую глубину. Нажимая на грушу, вы создадите внутри трубки повышенное давление, регистрируемое жидкостным манометром. По мере увеличения давления в трубке радиус выдуваемого пузырька все уменьшается (рис. 77, *а – в*). Продолжая плавно увеличивать нажим на грушу, вы дойдете до такого положения, когда радиус пузырька начнет увеличиваться (рис. 77, *г*), а манометр при этом зафиксирует уменьшение давления. Этот опыт показывает, что изогнутость поверхности жидкости связана с добавочным давлением по ту сторону поверхности, куда она обращена своей вогнутостью, и что добавочное давление тем больше, чем меньше радиус кривизны поверхности.

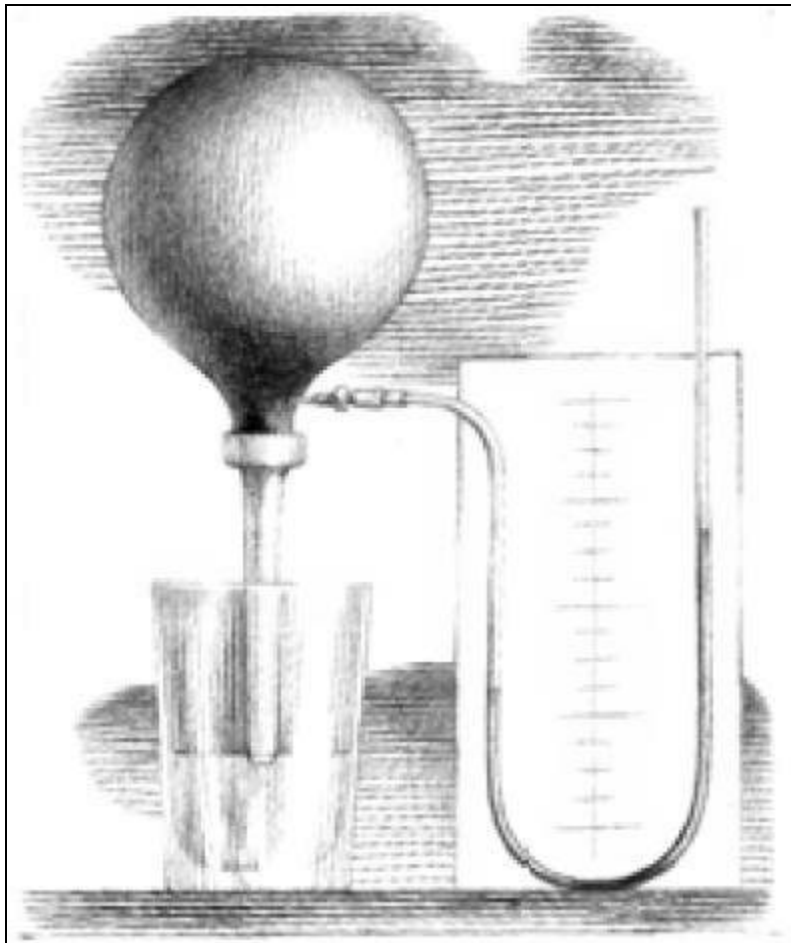


Рис. 76

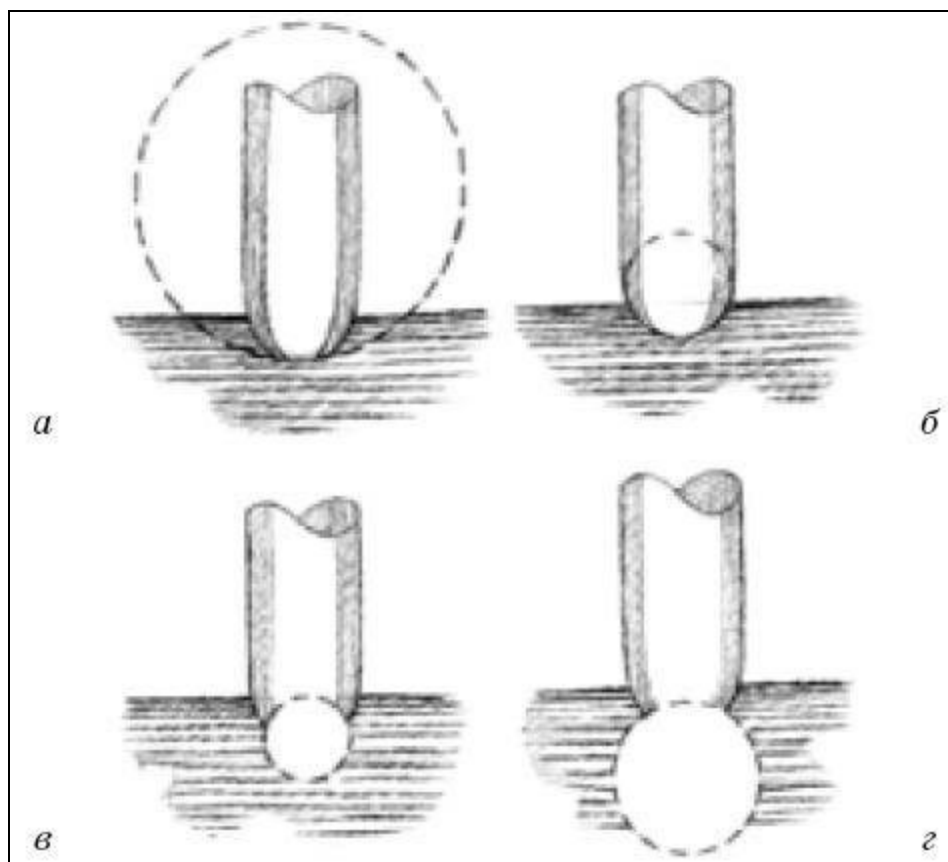


Рис. 77

Если конец трубки окунуть не в воду, а в другую жидкость, например в спирт или подсолнечное масло, то манометр покажет иные максимальные давления. В случае спирта

максимальное давление будет приблизительно в 3,5 раза меньше, чем в воде, так как поверхностное натяжение спирта меньше поверхностного натяжения воды тоже в 3,5 раза.

Какое значение имеет кривизна поверхности? Силы, связанные с наличием поверхностного натяжения и направленные по касательной к поверхности жидкости, в случае выпуклой поверхности дают результирующую силу, направленную внутрь жидкости (рис. 78, *а*). В случае вогнутой поверхности результирующая сила направлена, наоборот, в сторону газа, граничащего с жидкостью (рис. 78, *б*). Следовательно, давление жидкости, ограниченной выпуклой поверхностью, больше давления окружающего газа, а давление жидкости, ограниченной вогнутой поверхностью, наоборот, меньше давления окружающего газа.

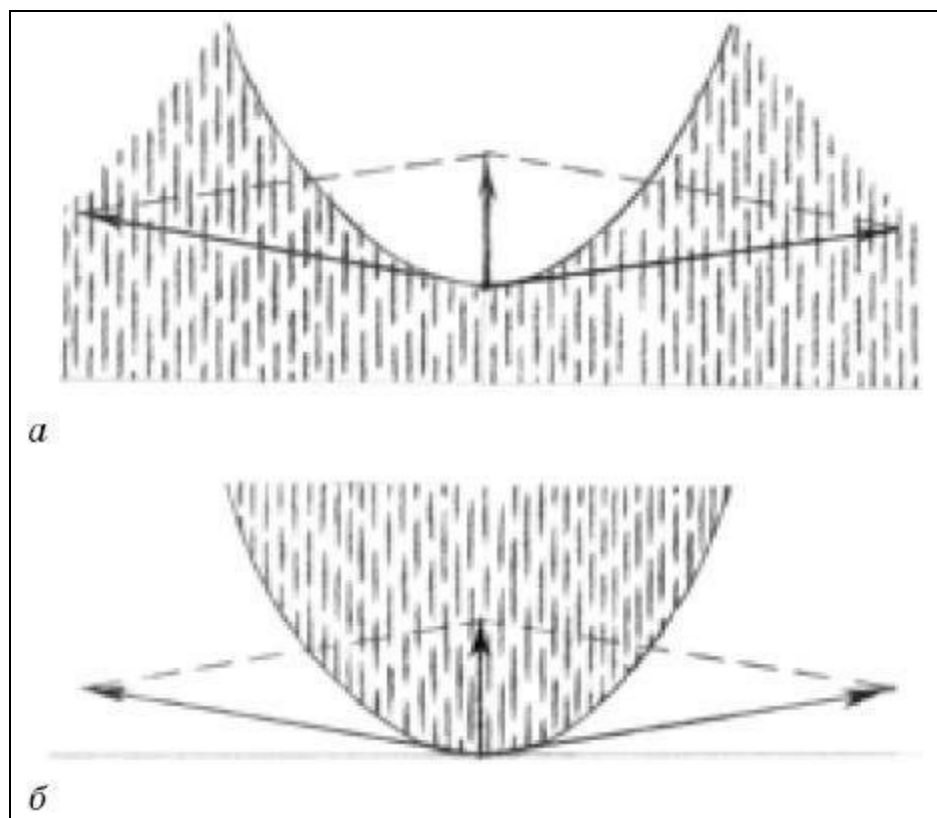


Рис. 78

Исследование магнитных полей, создаваемых постоянными магнитами

Оборудование и принадлежности:

- несколько постоянных магнитов, желательно различной формы;
- лист картона;
- железные опилки.

Огромный круг явлений природы определяется магнитными силами. Магнитные силы – источник многих явлений микромира, т. е. поведения атомов, молекул, атомных ядер и элементарных частиц (электронов, протонов, нейтронов и пр.). Магнитные явления характерны и для огромных небесных тел, Солнце и Земля – это огромные магниты. Половина энергии электромагнитных волн (радиоволн, инфракрасного, видимого и ультрафиолетового излучения, рентгеновских и гамма-лучей) является магнитной.

Массивное железное ядро внутри Земли и мощные вихревые электрические токи, происходящие внутри нашей планеты, порождают электромагнитное поле, защищающее Землю от губительного космического излучения.

Для исследования магнитных полей в домашних условиях вам понадобится как минимум один постоянный магнит и железные опилки. Возьмите обычный большой гвоздь и с помощью крупного напильника настрогайте железных опилок – 2–3 столовые ложки. Затем насыпьте тонким равномерным слоем опилки на картон и поднесите с нижней стороны магнит. Под воздействием магнитного поля опилки займут четко определенное положение, соответствующее силовым линиям магнитного поля. На рис. 79 показано расположение опилок под воздействием плоского прямоугольного магнита. Четко просматривается направление силовых линий от северного полюса N к южному полюсу S.

Передвигая магнит, вы сможете наблюдать, как железные опилки будут переориентироваться в соответствии с изменением положения магнита.

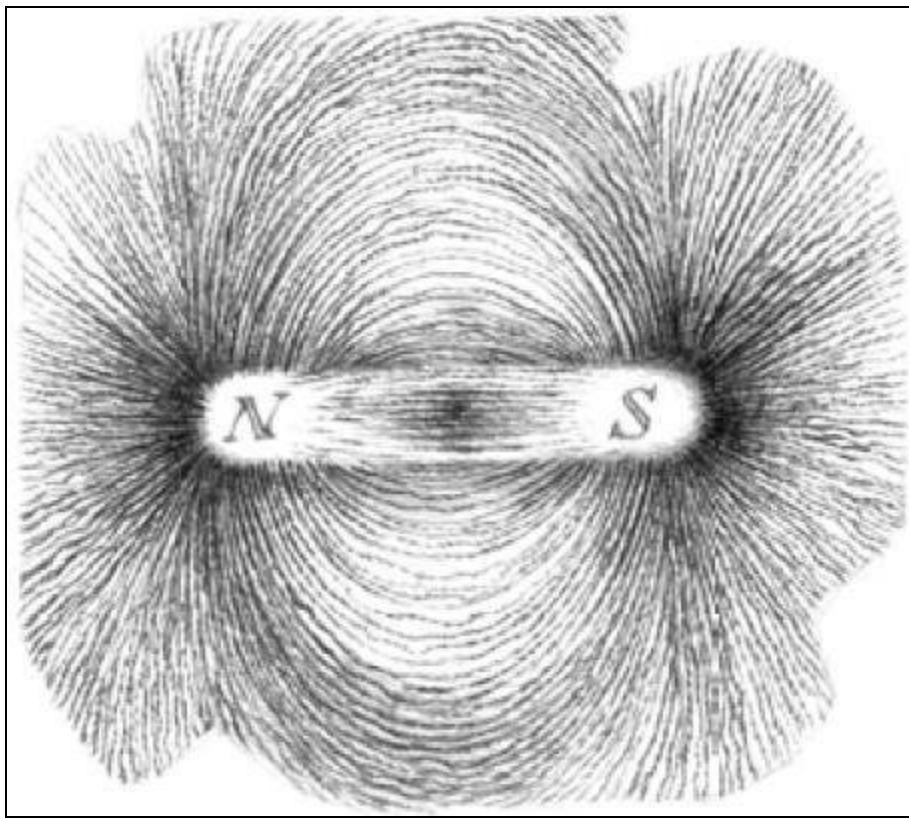


Рис. 79

Проведите аналогичные опыты с магнитами подковообразной или круглой формы, а также с несколькими магнитами одновременно. При передвижении несколько магнитов одновременно у вас получатся весьма интересные и замысловато движущиеся картинки. Чем разнообразнее формы магнитов, тем сложнее и интереснее будет рисунок силовых линий создаваемого ими магнитного поля.

Постоянные магниты можно извлечь из неисправных динамиков или наушников.

Исследование магнитных полей, создаваемых электрическими магнитами

Оборудование и принадлежности:

- один или несколько толстых стальных гвоздей;
- 1–2 м медного или алюминиевого изолированного провода;
- квадратная батарейка;
- лист картона;
- железные опилки.

В 1825 г. английский инженер Уильям Стёрджен изготовил первый электромагнит, представляющий собой согнутый стержень из мягкого железа с обмоткой из толстой медной проволоки. Для изолирования от обмотки стержень был покрыт лаком. При пропускании тока железный стержень приобретал свойства сильного магнита, но при прерывании тока мгновенно их терял. Именно эта особенность электромагнитов и позволила широко применять их в технике.

В промышленности, в автомобилях и в различных электробытовых приборах широко применяются электромагнитные устройства. Принцип их работы основан на том, что при протекании электрического тока через обмотку возникает магнитное поле, а железный сердечник (магнитопровод или магнитоконцентратор), находящийся внутри устройства (например, электромагнитного реле), приобретает магнитные свойства. Постоянный магнитный поток создается постоянным током в обмотке таким образом, что сила притяжения зависит только от величины силы тока и не зависит от его направления в обмотке (рис. 80). Если пропускать ток по проводнику, то вокруг него создается магнитное поле, которое можно обнаружить при помощи магнитной стрелки.

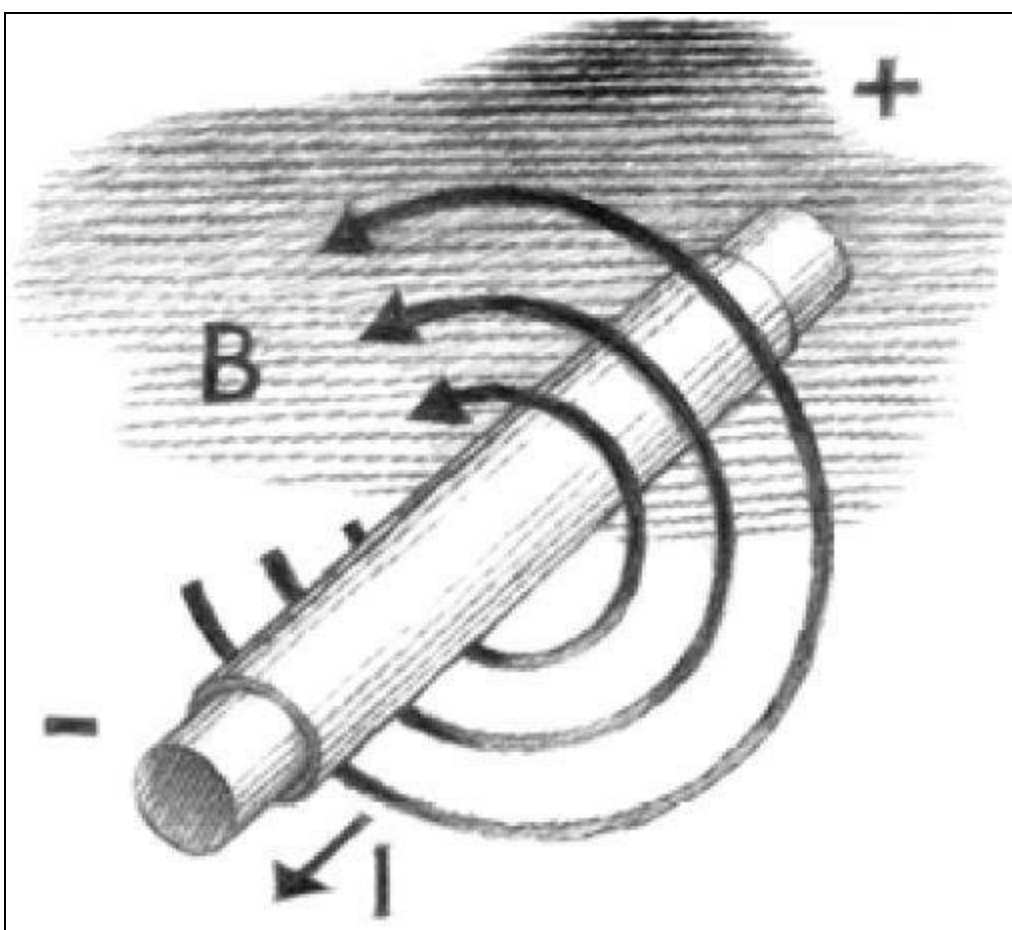


Рис. 80

Для создания самодельного электромагнита обмотайте вокруг сердечника (толстого гвоздя или стального штыря) изолированный провод (рис. 81). Чем больше витков и чем плотнее они намотаны, тем эффективнее будет работать устройство. Для того чтобы провод не разматывался, закрепите его изолентой или скотчем. Затем присоедините к батарейке выходы обмотки – ваш электромагнит готов. Для удобства пользования созданной установкой рекомендуется в электрическую цепь включить размыкатель (подойдет обычный тумблер от светильника или электровыключатель), это позволит вам включать и отключать устройство по мере необходимости.

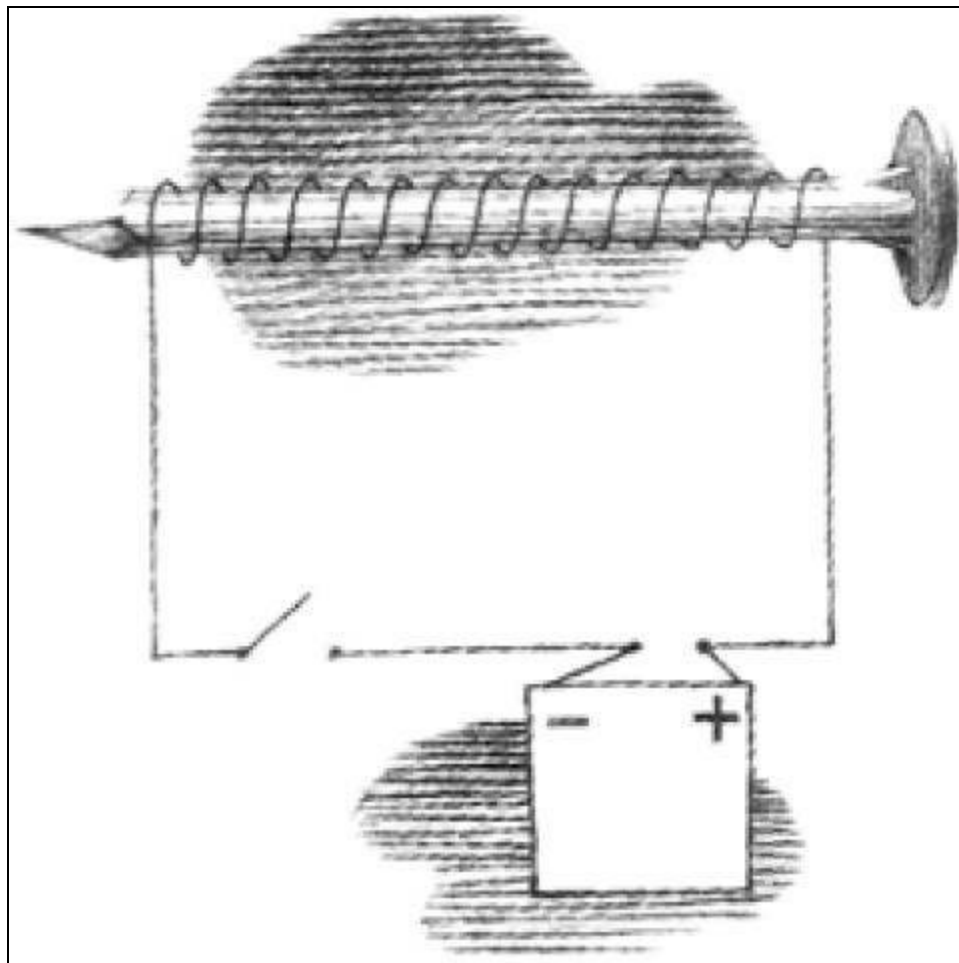


Рис. 81

При желании форму сердечника можно изменять, его можно согнуть в виде подковы, кольца и пр.

С помощью электромагнита можно поднимать или притягивать небольшие железные грузы, а также проводить исследования магнитного поля. Никогда не используйте источники тока с напряжением выше 12 В! Это опасно для жизни! И вообще, желательно все опыты, связанные с использованием электричества, проводить при участии взрослых. Во всяком случае, обязательно с ними проконсультируйтесь.

Воздействие магнитов на магнитное поле Земли

Оборудование и принадлежности:

- магнит;
- компас.

Всем известно, что компасы с магнитной стрелкой всегда показывают, где находится северный и южный магнитный полюса Земли. Принцип их работы заключается в том, что наша планета окружена магнитным полем, и магнитная стрелка компаса ориентируется подобно железным опилкам вдоль силовых линий этого поля. Но если вы поднесете к компасу магнит или массивный железный предмет, то заметите, что положение стрелки отклонится от основного положения. Понаблюдайте за тем, как будет меняться направление стрелки при различных положениях магнита относительно компаса.

Магнит своим магнитным полем хоть и на небольшое расстояние, но все же вносит возмущение в магнитное поле Земли и вынуждает компас врать. Именно поэтому магнитные компасы изготавливали в корпусах из немагнитных материалов – дерева, кости, латуни, бронзы и т. д. В романе Жюль Верн «Пятнадцатилетний капитан» злодей Негоро подложил под судовой компас топор и тем самым изменил курс следования корабля.

Электромагнитная индукция

Оборудование и принадлежности:

- картонная или пластиковая труба;
- катушка медного провода;
- электротестер с милливольтметром;
- постоянный магнит прямоугольной формы.

Электромагнитная индукция – это явление возникновения электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, проходящего через него. Электромагнитная индукция была открыта Майклом Фарадеем 29 августа 1831 г. Он обнаружил, что электродвижущая сила возникает в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром.

Для воспроизводства опыта великого физика вам понадобится изготовить катушку индуктивности. В качестве основы для нее подойдет обрезок пластиковой или картонной трубы диаметром около 3 см и длиной около 15 см. Возьмите провод и, закрепив на трубке ниткой или скотчем первый виток, аккуратно, ровно и не спеша намотайте обмотку (рис. 82). Должно быть не менее 200 витков. Учтите, что чрезмерное количество витков может привести к тому, что электрическое сопротивление обмотки полностью поглотит генерируемый ток и вы его не сможете зарегистрировать. Последний виток, так же как и первый, закрепите на катушке. Концы обмотки подсоедините к тестеру, включенному в режим миллиамперметра.

Теперь возьмите в руку магнит и резко опустите его внутрь катушки, а затем резко выньте оттуда.

В момент движения магнита миллиамперметр будет регистрировать возникновения электрического тока. Для большего удобства данный эксперимент желательно проводить с помощником.

Итак, проводя опыты с электромагнитом, вы убедились в известном факте, что переменный магнитный поток порождает электрический ток и, наоборот, электрический ток порождает магнитное поле. Именно это явление – причина возникновения электромагнитных волн.

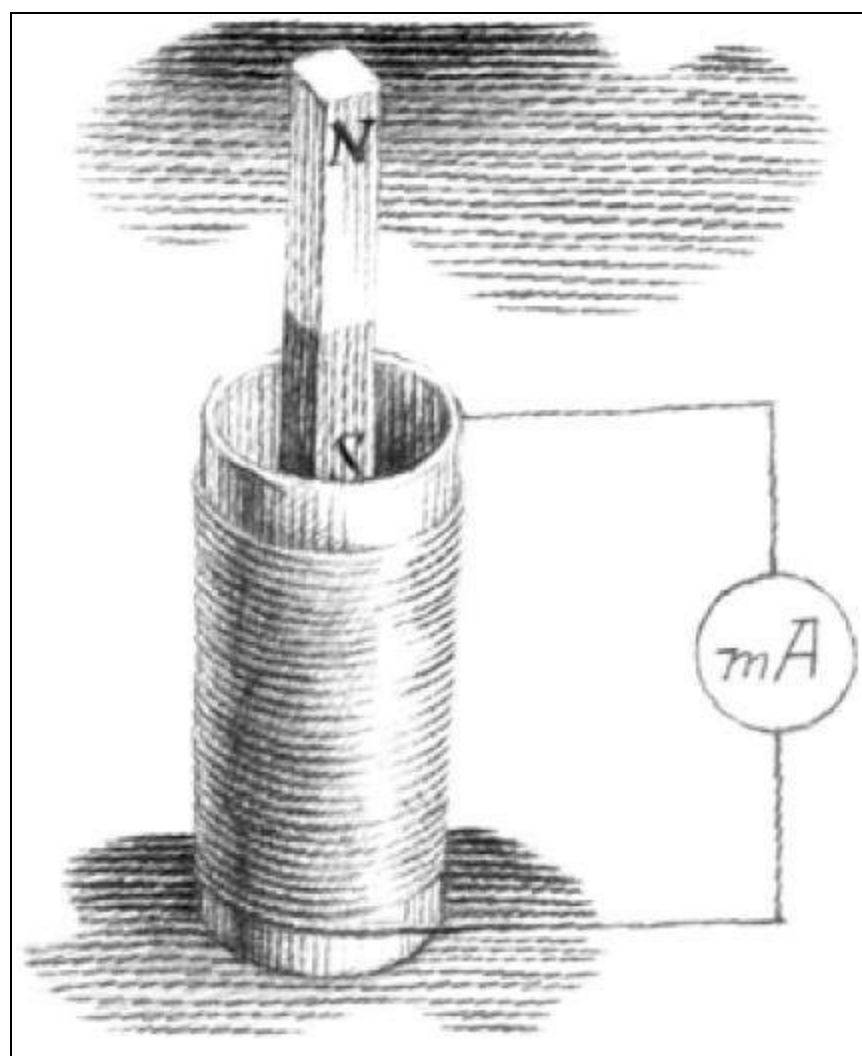


Рис. 82

Подводная лодка в ванне

Оборудование и принадлежности:

- пластиковая бутылка с крышкой;
- трубка от капельной системы с иглой и дозатором;
- пластилин;
- проволока;
- металлические гайки;
- маникюрные ножницы.

Во все времена людей манили тайны глубин морей и океанов. Люди придумывали и строили различные устройства, позволявшие им погружаться под воду и находиться на глубине. Это были воздушные колокола, батисферы, батискафы, водолазные скафандры, акваланги, но самым совершенным аппаратом для покорения и исследования морских глубин является субмарина (подводная лодка).

Для исследования очень больших глубин применяют батисферы и батискафы. Батисфера – это стальной полый шар, способный выдерживать огромное давление воды в морских глубинах. В стенках батисферы обустраиваются иллюминаторы – отверстия, герметично закрытые особо прочными стеклами.

Прожектора освещают слои воды, куда уже не может проникнуть солнечный свет. Батисферу, в которой помещается исследователь, опускают с корабля на стальном тросе. Таким образом удавалось достигнуть километровой глубины.

Батискаф – это батисфера, к которой прикреплена внизу большая стальная цистерна, заполненная бензином. В батискафах опускаются на еще большие глубины. Так как бензин легче воды, то такой аппарат может плавать в глубине моря подобно дирижаблю в воздухе. Батискаф снабжается запасом балласта и двигателями, при помощи которых он, в отличие от батисферы, может самостоятельно передвигаться, не будучи связан с кораблем на поверхности воды.

Вначале батискаф плавает на поверхности воды, подобно подводной лодке. Для погружения пустые балластные отсеки (цистерны) заполняются забортной водой, и батискаф уходит под воду, опускаясь все глубже и глубже, до самого дна. Сбросив балласт, облегченный батискаф всплывает на поверхность. Наиболее глубокое погружение было совершено 23 января 1960 г., когда батискаф 20 минут пролежал на дне Марианской впадины в Тихом океане, на глубине 10 919 м, где давление воды составляло свыше 1150 атмосфер. Исследователями, опускавшимися в батискафе, даже на этой наибольшей глубине мирового океана были обнаружены живые существа.

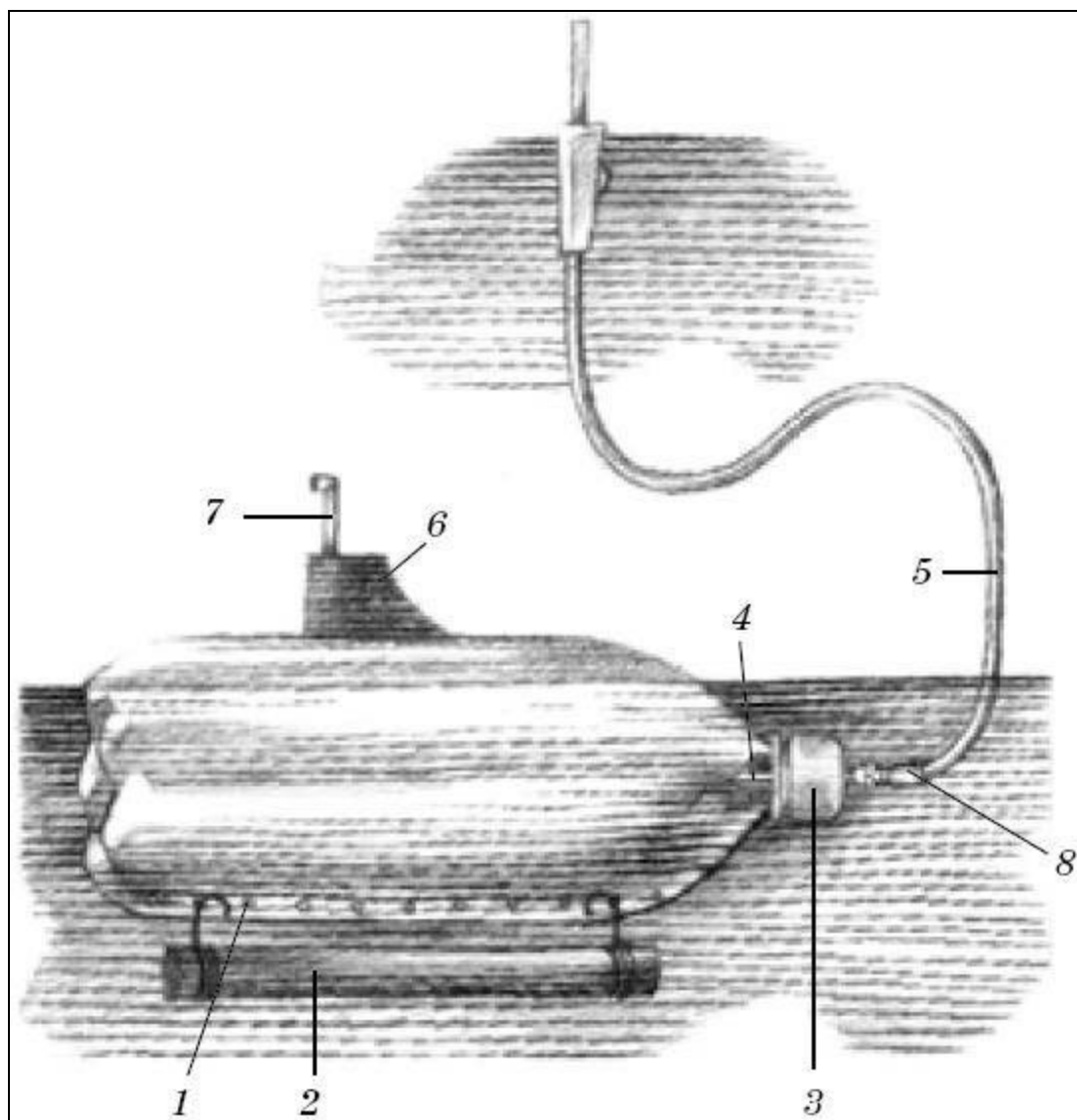
Подводная лодка (субмарина) – это судно, способное передвигаться как на поверхности воды, так и в ее глубинах совершенно автономно. В отличие от батисфер и батискафов подводные лодки не могут погружаться на очень большие глубины (как правило, не более 350 м), но зато они способны совершать длительные переходы, не всплывая на поверхность. К тому же субмаринам, в отличие от батискафов, нет необходимости перед каждым погружением принимать дополнительный балласт и сбрасывать его при всплытии.

Все субмарины, не зависимо от того, где и когда они были созданы, устроены по одному принципу – это герметичный корпус, в котором размещены жилые отсеки, силовая

установка, системы жизнеобеспечения и управления, отсеки специального назначения и балластные цистерны. Подводные лодки конструируются так, чтобы иметь незначительную положительную плавучесть, то есть чтобы архимедова сила удерживала лишь небольшую их часть в надводном положении. В надводном положении в цистернах находится воздух. При погружении под воду цистерны заполняются забортной водой. Для всплытия вода из цистерн выдувается сжатым воздухом.

Надеемся, вы знакомы с захватывающими приключениями героев романа французского писателя-фантаста Жюль Верна «20 000 лье под водой», в котором увлекательно описан подводный мир и невероятный подводный корабль «Наутилус».

Предлагаем вам построить собственное подводное судно (рис. 83). Возьмите пластиковую 1,5-литровую бутылку. Прорисуйте маркером две продольные линии на расстоянии 4 см друг от друга. Вдоль этих линий прорежьте отверстия через каждые 2 см. Эти дырочки послужат для крепления балласта и в качестве водозаборных клапанов (1). Тонкой проволокой или нитками прикрепите балласт (2). В качестве балласта можно использовать металлические гайки или несколько железных штырей. Также неплохо для балласта в прорезанные отверстия вкрутить болты, но в этом случае между обозначенными линиями необходимо провести еще одну линию и проделать в ней дополнительные водозаборные отверстия, так как через отверстия с болтами вода будет плохо входить и выходить.



В пробку (3) вставьте иглу (4) с трубочкой (5) от капельницы. На противоположной от балластной стороне бутылки из пластилина укрепите ходовую рубку (6). Из трубочки для коктейлей прекрасно получится перископ (7). Итак, ваша субмарина готова к испытаниям.

Наполните ванну или другую подходящую по объему емкость водой. Положите на воду испытуемый объект. При правильной балластной балансировке подлодка будет занимать правильное положение, то есть рубка с перископом будет находиться вверху. Судно должно принять в себя некоторое количество воды через водозаборники и занять устойчивое положение.

Количество принятой воды вы сможете регулировать, перекрывая клапан (8). В зависимости от количества воды, принятой лодкой, будет зависеть глубина ее погружения. При постоянно открытом клапане она будет опускаться все глубже и глубже, пока полностью не ляжет на дно. Для всплытия вам нужно ртом или насосом вдувать воздух внутрь субмарины. Воздух будет выдавливать воду за борт, и лодка всплывет.

Конечно, это не полная аналогия настоящей подлодки, поскольку у модели нет двигающего винта и рулей глубины. Но если вы проявите фантазию и изобретательность, то вполне сможете доработать и усовершенствовать предложенный вариант подводного корабля.

Распространение звука в упругой среде

Оборудование и принадлежности:

- наручные механические часы;
- гладкая деревянная поверхность (стол).

Звук – это упругие механические колебания, распространяющиеся в виде волн в какой-либо среде, воспринимаемые человеческим ухом (частоты от 16 до 20 000 Гц). Любые механические колебания могут распространяться только в упругих средах – в воздухе, воде, древесине, бетоне, металлах и т. п. Чем плотнее среда, тем лучше в ней распространяются механические волны. В древности, для того чтобы узнать о приближающейся вражеской кавалерии, стражники прикладывали ухо к земле. Земля намного плотнее воздуха, и топот копыт вражеских лошадей передавался по земле на многие десятки километров. Так дозорные заблаговременно узнавали о приближающейся опасности. Подобным же образом поступали грабители поездов на Диком Западе (США) – прикладывая ухо к рельсу, они узнавали о приближении поезда задолго до его появления.

Предлагаем вам убедиться в том, насколько эффективно распространяется звук в материалах плотнее воздуха. Возьмите обычные наручные механические часы и положите их на край стола (рис. 84). Обычно их тиканье можно услышать, только приложив часы к уху, а даже на маленьком расстоянии его уже не слышно. Приложите ухо к противоположному от часов краю стола – и вы четко услышите звук работы часового механизма. Воздух, конечно, достаточно упруг, но по сравнению с деревом его плотность очень мала, поэтому через древесину столешницы звуковые колебания распространяются гораздо эффективнее.

Еще одним примером этого явления может послужить сравнение шумового фона в деревянном, кирпичном и бетонном домах. Чем тверже и плотнее материал стен, тем хуже звукоизоляция помещений. Именно поэтому для борьбы с нежелательным шумом используют различные пористые материалы, которые препятствуют распространению звука и поглощают его.

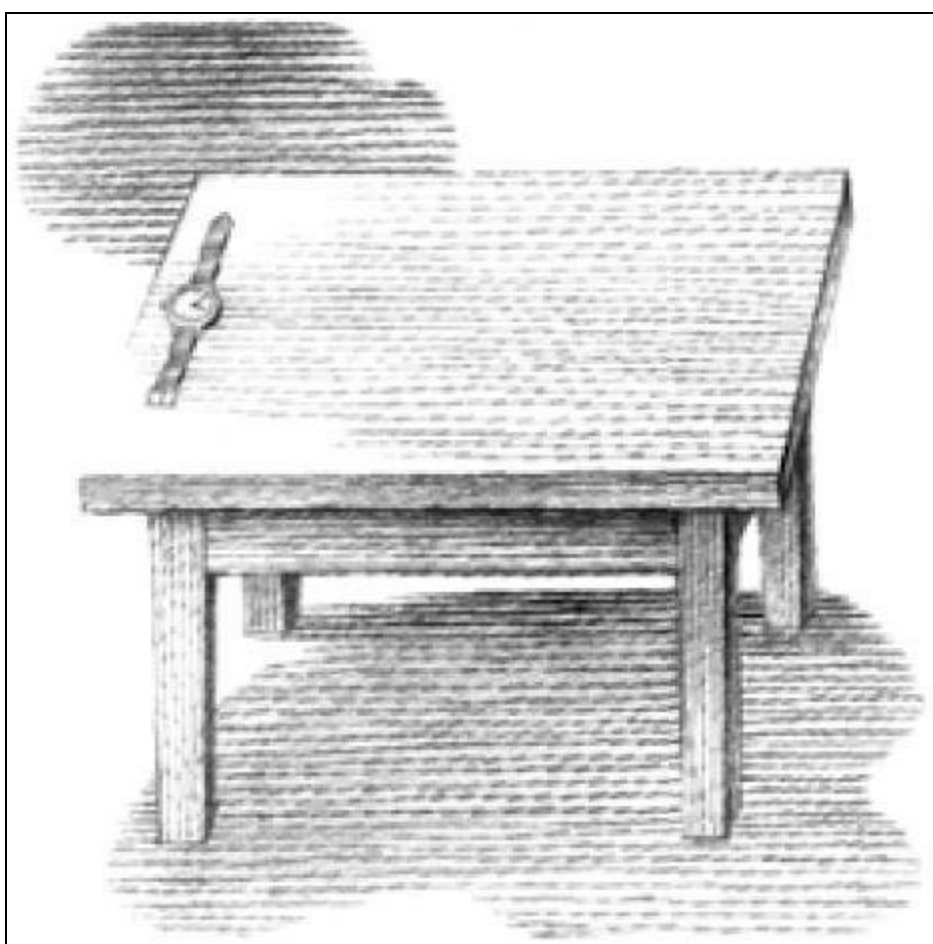


Рис. 84

Занимательные факты

Множество трагических историй и ужасных легенд связано с болотами! Человек или животное, плавая, свободно держатся на поверхности воды, но никакое умение, никакие действия не помогут им выбраться из трясины. Почему так коварно болото?

Для начала скажем несколько слов о том, какая жидкость является ньютоновской, а какая – неньютоновской. Ньютоновская жидкость (названа так в честь И. Ньютона) – это вязкая жидкость, подчиняющаяся в своем течении закону вязкого трения Ньютона. Для ньютоновской жидкости вязкость зависит от температуры и давления, а также от химического состава. Жидкость эта несжимаема! Например, вода – ньютоновская жидкость, ее свойства сохраняются вне зависимости от скорости перемешивания.

Неньютоновские жидкости – это жидкости сильно неоднородные, они состоят из крупных молекул, образующих сложные пространственные структуры.

Вязкость неньютоновских жидкостей изменяется в зависимости от скорости тока жидкости, к примеру перемешивание может оставлять «дыру» позади, которая со временем понемногу заполняется. Такое поведение вещества можно наблюдать, например, в пудингах, суспензии крахмала (1 часть воды + 1 часть крахмала), сыпучих песках, красках.

По некоторым признакам болото напоминает жидкость, по крайней мере, оно может течь и в нем можно утонуть. В то же время топь ведет себя, как твердое тело, – довольно тяжелые предметы, например камни, способны держаться на ее поверхности, несмотря на то что их плотность больше плотности вещества, составляющего болото. Кстати, его плотность заметно превышает плотность воды, а плотность человека и животных незначительно выше плотности воды, и поэтому если бы для болота выполнялся только закон Архимеда, то в нем невозможно было бы утонуть.

Все-таки болото можно считать жидкостью, но особой – вести себя как жидкость трясина начинает только тогда, когда нагрузки превышают некую предельную величину T . Поэтому тяжелый камень не обязательно утонет в болоте, сначала он будет погружаться, но при этом будет возрастать выталкивающая сила и в какой-то момент может оказаться, что вес камня, скомпенсированный частично силой Архимеда, уже не создает нагрузки, большие T , и возникает состояние недопогружения.

Такое же состояние возникает, когда человек совершает первый шаг по трясине. В обычной жидкости нога погружается до тех пор, пока вес всего тела не уравнивается выталкивающей силой (или не достигнет дна).

В болоте же происходит недопогружение – процесс погружения останавливается тогда, когда разница между весом тела и вытесненного вещества болота станет равной величине T . Так болото обманывает человека, привлекая его дальше и дальше вглубь трясины.

Второй шаг тоже вызовет недопогружение, создавая иллюзию того, что все в порядке. Она рассеется при попытке вытащить ногу из трясины. Основная проблема в том, что под ногой начнет образовываться пустота (вакуум). Обычная жидкость, сразу же следуя за ногой, не позволяет возникать такой пустоте, но грязь болота – не обычная жидкость. В результате разреженное пространство под ногой создает дополнительную силу, направленную вниз (засасывает).

Вспомните, как при ходьбе по неглубокой обычной грязи постоянно хлопает под ногами – это с шумом всасывается воздух в освобождающееся пространство под

поднимающейся ступней. Чтобы преодолеть эту силу, другую ногу придется погрузить несколько глубже. Каждая следующая попытка освободить ногу или какую-то часть тела из трясины будет вызывать все большее погружение. Теперь вы понимаете, почему лучше обходить болото стороной. Если же все-таки вам придется по нему идти, обязательно имейте при себе прочный шест, которым можно проверить, насколько надежен путь в сомнительных местах, и на который можно опереться, чтобы преодолеть всасывающую силу болота.

Как уже упоминалось выше, аналогичная ситуация складывается и в том случае, когда погружившаяся подводная лодка ложится на дно с глинистым грунтом. Выдавливая при этом из-под себя воду, лодка лишается возможности использовать архимедову силу для всплытия и таким образом «присасывается» ко дну. Давление толщи воды сверху способствует ее медленному погружению в глинистый грунт, засасывающее действие которой не позволяет подводному судну вырваться из «вязкого плена».

Первые модели неньютоновских жидких сред были предложены во второй половине XIX в. Джеймсом Клерком Максвеллом и Уильямом Томпсоном. В XX в. благодаря работам Бингама и Рейнера этот раздел механики сплошных сред стал самостоятельной наукой, которая носит название «реология» (от греческого слова «реос» – течение, поток). Объектами изучения реологии являются такие материалы, как краски, лаки, битум, почвы, горные породы и т. п.

Падающая кошка

Все знают, что, как кошку ни бросить, она все равно приземлится на лапы. На первый взгляд, это кажется удивительным. Если кошку бросили, с самого начала не придав ей вращения, а значит, и момента импульса, то каким же образом она поворачивается лапами вниз? Ведь для этого ей нужно, падая, какое-то время вращаться, то есть приобрести угловую скорость, хотя ее суммарный момент импульса должен быть все время равен нулю. Как же кошка ухитрится получить угловую скорость, не имея стартового момента импульса?

Все объясняется необычной гибкостью кошки. Предположим, что сначала кошка, оттопырив задние лапы, поджав передние и вытянув шею вперед, станет, скручивая тело, поворачивать переднюю часть туловища. Момент импульса у кошки, конечно, не появится, как его не было изначально. Но поскольку масса ее задних ног отодвинута далеко от оси вращения, то очень маленькая угловая скорость задней половины тела кошки сообщит такой же момент импульса, что и бóльшая угловая скорость его передней половины, так как масса передних лап придвинута близко к оси вращения. Направления этих вращений противоположны, и оба момента импульса взаимно уничтожаются, давая нулевой суммарный момент. Однако при этом передняя половина туловища кошки поворачивается в одном направлении гораздо сильнее, чем задняя половина – в противоположном.

Затем кошка оттопыривает передние лапы, поджимает задние и перекручивается в обратную сторону. Теперь, с большей угловой скоростью движутся задние лапы, а передние с меньшей, так как задние лапы приближены к оси вращения, а передние наоборот, удалены. На этом втором этапе передняя часть тела кошки повернется, конечно, но намного меньше, чем ее задняя часть. Когда в конце этого этапа кошка снова оттопырит задние лапы и подожмет передние, ее положение будет тем же, что и в самом начале, только вся она окажется повернутой на заметный угол. Раз за разом, быстро повторяя такие движения, кошка правильно ориентирует свое тело в пространстве и приземляется на все четыре лапы.

Почему Земля не является шаром

Земля напоминает эллипсоид вращения – шар, приплюснутый сверху и снизу.

Такая форма Земли вполне объяснима – из-за ее вращения на экваторе возникают центробежные силы, в то время как на полюсах их нет. В результате вращения и центробежных сил по экватору Земля «располнела». Экваториальный диаметр планеты примерно на 42 км больше, чем полярный.

На форму Земли влияет также неоднородная плотность планеты: где-то сосредоточены тяжелые горные породы, а где-то есть пустоты, по всей поверхности разбросаны горы и впадины, моря и равнины.

Еще в XVII веке знаменитый физик и математик И. Ньютон сделал смелое предположение, что Земля – никакой не шар, вернее, не совсем шар. Предположил – и математически доказал.

Ньютон «пробурил» (разумеется, мысленно) до центра планеты два сообщающихся канала: один от Северного полюса, другой – от экватора. И «заполнил» их водой. Расчеты показали, что вода установилась на разных уровнях. Ведь в полярном колодце на воду действует только сила тяготения, а в экваториальном ей еще противостоит центробежная сила. Ученый утверждал: для того чтобы оба столба воды оказывали на центр Земли одинаковое давление, то есть чтобы они имели равный вес, уровень воды в экваториальном колодце должен быть выше, по подсчетам Ньютона, на $1/230$ от среднего радиуса планеты. Иными словами, расстояние от центра до экватора больше, чем до полюса.

Чтобы проверить расчеты Ньютона, Парижская академия наук отправила в 1735–1737 гг. две экспедиции – в Перу и в Лапландию. Участники экспедиций должны были измерить дуги меридиана – по 1° каждая: одну в экваториальных широтах, в Перу, другую – в полярных, в Лапландии. После обработки полученных данных руководитель северной экспедиции, геодезист Пьер-Луи Мапертюи, объявил, что Ньютон прав – Земля сжата у полюсов.

Вопрос о форме нашей планеты вовсе не праздный – ее точное определение дает в руки ученым мощный инструмент для вычисления координат земных и небесных тел. Это важно для морской и космической навигаций, для проведения геодезических, строительных работ и для многих других областей деятельности человека.

Особенности движения тел в воде и на воде

При движении тел в воде возникают силы, направленные противоположно движению тела. Если тело движется под водой (например, рыба, подводные лодки), то гидравлическое сопротивление вызывается теми же причинами, что и сопротивление воздуха: трением воды о поверхность тела и изменением потока, создающим дополнительное сопротивление. Быстро плавающие рыбы (акула, меч-рыба) и китообразные (дельфины, косатки) имеют обтекаемую форму, уменьшающую сопротивление воды при их движении. Обтекаемые формы придают и подводным лодкам. Вследствие большей плотности воды по сравнению с плотностью воздуха сопротивление движению данного тела в воде много больше сопротивления в воздухе при той же скорости движения.

Для обычных судов, идущих на поверхности воды, есть еще дополнительное *волновое сопротивление*: от идущего судна на поверхности воды расходятся волны, на создание которых непроизвольно затрачивается часть работы судовой машины (двигателя).

Корабль создает волны на поверхности воды при любой скорости хода, приводя в движение границу раздела между жидкостью и воздухом. Для уменьшения волнового сопротивления, которое для быстроходных судов может составлять свыше $\frac{3}{4}$ полного сопротивления, корпусу судна придают специальную форму. Нос судна в подводной части иногда делают «бульбообразной» формы, при этом образование волн на поверхности воды уменьшается, а значит, уменьшается и сопротивление.

От игрушки к вертолету

О способности вращающегося винта подниматься в воздух было известно еще древним китайцам. Примерно в I в. до н. э. в Китае появилась игрушка, дошедшая до наших дней практически в первозданном виде, – палочка с винтом на конце. Когда палочку раскручивали в ладонях, она взлетала. К XII в. это устройство в Европе сильно модернизировали – механизм снабдили «двигателем», то есть это была трубка с пучком упругих жил внутри и двумя винтами по краям. Скрученные жилы, распрямляясь, вращали винты в разные стороны на обоих концах трубки. Этот вроде бы нехитрый механизм предвосхитил конструкцию современного вертолета одноосной схемы.

В 320 г. китайский ученый Го Хун предложил экипаж с вертикальным винтом для путешествий по воздуху. Это была одна из первых попыток использования машин с вертикальным винтом.

Считается, что первый проект вертолета разработал Леонардо да Винчи в 1489 г.

В 1754 г. М. В. Ломоносов продемонстрировал в Академии наук модель «аэродинамической машины», предназначенной для подъема в верхние слои атмосферы различной метеорологической аппаратуры.

Судя по сохранившимся документам, это был аппарат вертикального взлета с винтами, приводимыми в действие посредством пружины. Но дальше модельных испытаний «машинки маленькой» дело не пошло.

Со второй половины XIX в. неоднократно предпринимались попытки создания винтокрылой машины, но оторваться от земли смогли только аппараты французов Л. и Ж. Бреге и П. Корню в 1907 г. В 1912 г. русский ученый Б. Н. Юрьев развил теорию воздушного винта и предложил вертолетную схему, ставшую классической. Именно по ней в 1930-х гг. он сконструировал первый экспериментальный одновинтовой вертолет и заложил таким образом основы вертолетостроения.

Однако в виду сложностей конструкции вертолеты вошли в эксплуатацию гораздо позже самолетов. Произошло это в годы Второй мировой войны. Первыми серийными винтокрылыми машинами стали аппараты немецкого конструктора Генриха Фоке и американца русского происхождения И. И. Сикорского. В СССР наибольший вклад в вертолетостроение внесли конструкторы А. М. Черемухин, И. П. Братухин, М. Л. Миль и Н. И. Камов.

Конвертоплан – два в одном

Белл-Боинг V22 «Оспри» – конвертоплан, он объединяет отдельные возможности самолета и вертолета.

Эти винтокрылые летательные аппараты относятся к самолетам вертикального взлета и посадки, или к вертолетам-самолетам. Название конвертоплан происходит от английского слова «converter» – изменять, превращать. Благодаря особенностям конструкции они способны взлетать и приземляться вертикально, как вертолеты, а горизонтальный полет осуществлять, подобно самолетам, с большой скоростью. При взлете и посадке конвертоплана оси его поперечно размещенных винтов располагаются вертикально, а при переходе к поступательному движению горизонтального полета поворачиваются в горизонтальное положение, превращая несущие винты в тянущие. При этом V22 может достигать скорости 600 км/ч.

Преобразование одного вида энергии в другой всегда сопровождалось различного вида потерями. Например, в паровозе тепловая энергия от сгорания топлива трансформировалась в механическую путем нескольких преобразований и с большими потерями. При сгорании в топке горючего часть выделенного им тепла безвозвратно терялась с дымом, часть – при перегреве воды в пар, не говоря уже о механических потерях в трущихся деталях. Не вдаваясь в подробности термодинамических процессов, приведем коэффициент полезного действия (КПД) паровоза – он не превышал 7 %, и это с учетом того, что паровоз считался весьма совершенной тепловой машиной по сравнению с более ранними паровыми двигателями.

В современных паровых турбинах КПД гораздо выше. Существуют тепловые двигатели внешнего и внутреннего сгорания. Двигатели внешнего сгорания – это паровые турбины, у которых топливо сгорает в отдельной топке (котле) для производства пара высокого давления, который непосредственно вращает ротор турбины. В двигателях внутреннего сгорания (бензиновых и дизельных) горючее сгорает непосредственно внутри цилиндров, и продукты горения воздействуют непосредственно на поршни, сообщая им движущий момент. В настоящее время самым экономичным тепловым двигателем считается дизельный, его КПД превышает 60 %.

Самыми эффективными источниками механической энергии являются электрические двигатели с КПД более 90 %, но их основной недостаток – потребность в источнике электроэнергии.

Преобразование (конвертация) химической энергии топлива в электрическую на тепловых электростанциях сопровождается большими потерями: только треть первичной энергии становится электрической. Так происходит из-за того, что, прежде чем стать электрической, химическая энергия, выделяющаяся в результате горения, не раз меняет свое «лицо». Вначале тепловая энергия топлива превращается в энергию пара. Затем энергия пара на роторе турбины преобразуется в механическую энергию вращения. И наконец, в обмотках генератора механическая энергия становится электрической. На каждом этапе неизбежны потери.

Электрическая энергия в плане конвертации самая удобная. Именно поэтому всегда проявлялся повышенный интерес к разработке различных более экологических способов получения электроэнергии с минимальными потерями. Ветроэлектрогенераторы и солнечные элементы слишком зависимы от капризов погоды и не всегда могут выдать необходимую мощность, но, кроме них, весьма перспективным направлением преобразования химической энергии в электрическую являются топливные элементы.

В топливном элементе химическая энергия «горящего» топлива сразу конвертируется в электрическую. Необходимо пояснить, почему слово «горящий» поставлено в кавычки. Топливный элемент, или электрохимический генератор, – это устройство, в котором протекает реакция окисления топлива, в результате которой вырабатывается электроэнергия. Топливом могут служить водород, аммиак и различные углеводороды (спирты, природный газ, нефть и т. д.), а окислителем (горение есть процесс окисления) – кислород, азотная кислота и др. Чаще всего применяют водородно-кислородные топливные элементы.

Конструктивно топливный элемент не очень сложный, но для полного понимания

природы его работы вам могут понадобиться некоторые основы знаний по химии и физике. Итак, топливный элемент, или их еще называют топливными ячейками, – это емкость с электролитом (водным раствором кислоты или щелочи), двумя пористыми электродами (анодом и катодом, как в аккумуляторной батарее) и трубками для подачи топлива на анод и окислителя на катод. На аноде молекулы водорода распадаются на атомы, которые теряют свои электроны, становятся положительными ионами и переходят в электролит. Потерявший ионы анод приобретает отрицательный заряд по отношению к другому электроду, и свободные электроны движутся к последнему по внешней цепи. Там они соединяются с атомами кислорода, образуя отрицательные ионы. Эти ионы, проходя через электролит, соединяются с положительными ионами водорода. В результате возникает замкнутая цепь, по которой идет электрический ток, и топливный элемент становится электрогенератором. Побочным продуктом работы такого устройства является дистиллированная вода.

Одиночный топливный элемент создает напряжение около 1,5 В. Для получения более высокого напряжения необходимо последовательно соединять друг с другом несколько таких элементов в батарее.

В виду невысокой мощности и достаточной дороговизны в настоящее время ведутся активные работы по совершенствованию батарей из топливных элементов. Сейчас такие источники энергии используют для обеспечения электричеством глубоководных аппаратов, околоземных космических станций и на некоторых экспериментальных электромобилях.

notes

Примечания

Преломление света состоит в том, что при переходе световых лучей из одной среды в другую (в рассматриваемом случае – из воды в воздух) они *преломляются*, то есть отклоняются от первоначального направления.

Роберт Гуден (1805–1871) – французский иллюзионист, прозванный отцом современной магии.