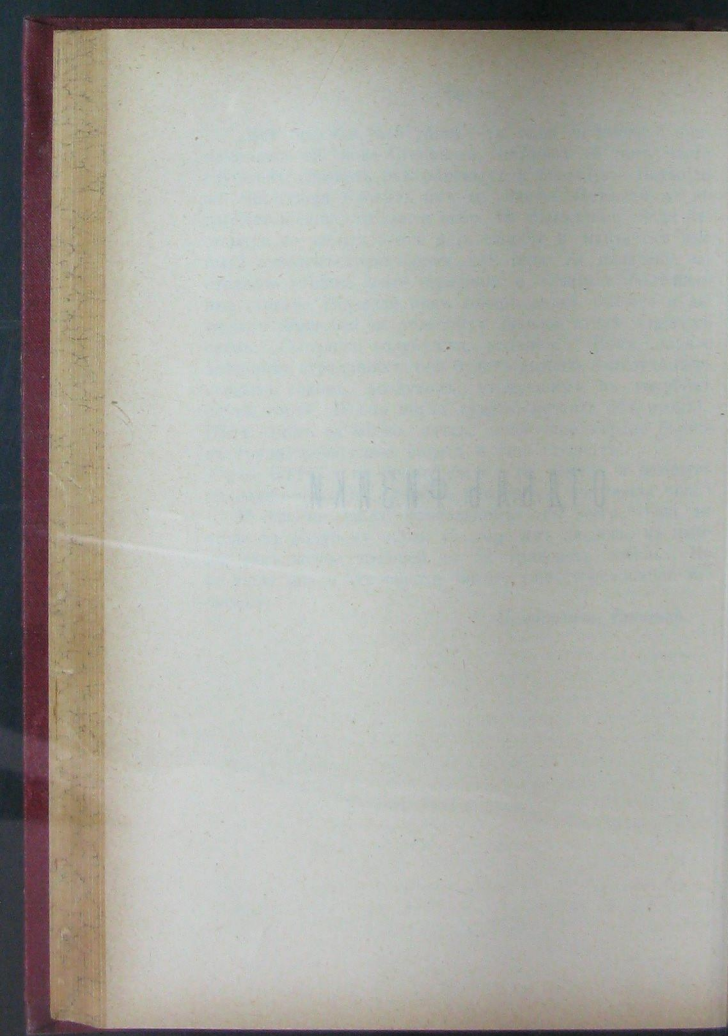


ОТДѢЛЪ ФИЗИКИ.



Сила тяжести. Отвѣсъ. Горизонтальное и вертикальное положеніе.

Англійскій ученый Ньютонъ увидѣлъ, какъ съ дерева упало яблоко, и задумался: почему оно упало внизъ на землю. Можетъ показаться страннымъ, о чемъ тутъ думать: извѣстно, что все падаетъ внизъ; не кверху же было летѣть яблоку, когда вѣтка больше не держала его. Всѣ мы привыкли къ тому, что предметы падаютъ на землю, а почему такъ бываетъ — не всякій скажетъ.

Много происходитъ вокругъ насъ непонятнаго. Въ дѣтствѣ мы часто спрашивали, почему бываетъ то или другое, но, поживъ на свѣтѣ, мы ко всему привыкаемъ, хотя многого не можемъ объяснить или объясняемъ невѣрно. Посмотришь, сколько непонятныхъ перемѣнъ, сколько чудесныхъ превращеній происходитъ постоянно въ окружающемъ насъ мірѣ! Зимой, напримѣръ, закружатся въ воздухѣ хлопья снѣга, упадетъ на руку бѣлая блестящая звѣздочка; не успѣешь разсмотрѣть ее, какъ она уже обратилась въ маленькую каплю воды; еще минута — нѣтъ и капельки. Лѣтомъ найдетъ темная туча, сверкнетъ молнія, ударить громъ... Мы видимъ, слышимъ, чувствуемъ какія-то перемѣны въ природѣ, но не умѣемъ объяснить ихъ. Такія измѣненія въ окружающемъ насъ мірѣ ученые называютъ *явленіями*. Изслѣдованіемъ явленій давно занимается наука, и многія явленія удалось объяснить, т. е. найти ихъ причину. Постараемся и мы дать объясненіе нѣкоторымъ явленіямъ.

Предметы, которые придется намъ наблюдать при этомъ, мы будемъ называть общимъ именемъ *тѣло*; такъ что тѣломъ назовемъ теперь и камень, и желѣзо, и воду, и воздухъ — все, что занимаетъ мѣсто и имѣетъ,

какіе угодно, большіе или хотя бы самыя незначительныя, размѣры.

Займемся тѣмъ явленіемъ, о которомъ говорили вначалѣ — паденіемъ яблока. Мы замѣчаемъ, что всякое тѣло падаетъ на землю, если не имѣетъ подставки и ничто его не удерживаетъ. Упасть можетъ всякій предметъ — какъ живой, такъ и неживой, неодушевленный. Между тѣмъ, легко замѣтить, что неодушевленный предметъ самъ собою не тронется съ мѣста: телѣга не поѣдетъ безъ лошади; камень не сдвинется, если его не толкнуть; паровозъ не поѣдетъ, если не развести паровъ. Причиною движенія всегда бываетъ какая-нибудь сила: телѣгу приводитъ въ движеніе сила лошади; сила вѣтра или сила теченія воды вертитъ мельничныя жернова; сила пара движетъ пароходъ и паровозъ.

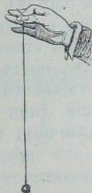
Какая же сила заставляетъ тѣла двигаться книзу, падать? Почему камень, выпущенный изъ руки, тотчасъ же упадетъ и, даже брошенный кверху, вернется опять къ землѣ? Почему сани не ѣдутъ безъ лошади по ровному мѣсту и легко скатываются съ горы?

Всѣ эти явленія имѣютъ одну причину. Причиною паденія тѣлъ является также сила. Люди назвали ее *силою тяжести*. Сила тяжести заставляетъ падать на землю всѣ тѣла, не имѣющія опоры. Отъ дѣйствія этой же силы выливается жидкость изъ сосуда, если его наклонить на бокъ; по той же причинѣ вода разливается по полу или по землѣ, стекая въ самыя низкія мѣста.

Наблюдая за паденіемъ тѣлъ, можно ознакомиться точнѣе съ дѣйствіемъ силы тяжести. Замѣтивъ, что твердыя тѣла падаютъ сверху внизъ, а жидкія льются съ высокаго на низкое мѣсто, можно догадаться, что сила тяжести дѣйствуетъ на тѣла книзу, по направленію къ землѣ, дѣйствуетъ такъ, какъ будто земля притягиваетъ къ себѣ всѣ тѣла. Чтобы точно опредѣлить направленіе силы тяжести, привяжемъ какой-нибудь небольшой, но тяжелый предметъ, напримѣръ металлическую гирику, къ ниткѣ. Если возьмемъ другой конецъ нитки и подымаемъ руку, то гирика повиснетъ на ниткѣ и натянетъ ее по направленію къ землѣ. Попробуемъ

отклонить гирьку въ сторону такъ, чтобы направленіе нитки измѣнилось, а затѣмъ пустимъ гирьку; гирька, покачавшись, остановится на прежнемъ мѣстѣ, и нитка приметъ прежнее направленіе.

Нить съ привѣшенной къ ней гирькой называется *отвѣсомъ*. Направленіе, въ которомъ натягивается въ этомъ случаѣ нить, называется *отвѣснымъ* или *вертикальнымъ*. Отвѣсъ употребляютъ рабочіе при кладкѣ стѣнъ, при установкѣ столбовъ, дверей, оконъ, чтобы придать имъ вертикальное положеніе. Сила тяжести, дѣйствуя на гирьку отвѣса, натягиваетъ нить по вертикальному направленію. Если бы нить оборвалась, то гирька по тому же направленію упала бы на землю. Значить, сила тяжести дѣйствуетъ на тѣла по отвѣсному или вертикальному направленію; поэтому всѣ тѣла падаютъ отвѣсно, если ихъ не отклоняетъ въ сторону какая-нибудь другая сила. Такъ, напримѣръ, капли дождя падаютъ отвѣсно только тогда, когда вовсе нѣтъ вѣтра; если же поднимется вѣтеръ, то онъ будетъ отклонять падающія капли, и дождь пойдетъ косою.



Отвѣсъ.

Подъ вліяніемъ силы тяжести вода на поверхности земли стекаетъ на болѣе низкія мѣста; поэтому послѣ сильнаго дождя обыкновенно ямы и впадины на землѣ наполняются водою. Легко замѣтить, что поверхность воды при этомъ всегда принимаетъ одно и то же положеніе. Положеніе, которое принимаетъ поверхность стоячей воды, называется *горизонтальнымъ*. Поверхность воды и другихъ жидкостей во всякомъ сосудѣ бываетъ также горизонтальна. Если наклонимъ стаканъ съ водою, то жидкость въ немъ перемѣстится, часть ея можетъ при этомъ вылиться, но поверхность оставшейся воды приметъ попрежнему горизонтальное положеніе.

Таково дѣйствіе силы тяжести на твердыя и жидкія тѣла. Чтобы ознакомиться съ нимъ, мы не только наблюдали явленія, происходящія вслѣдствіе силы тяжести, но дѣйствовали сами, производили пробы — *опыты*. На-

блюденіе и опытъ, вообще, служатъ ученымъ для объясненія явленій, происходящихъ въ окружающемъ насъ мірѣ.

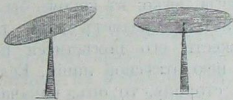
Условія равновѣсія тѣлъ. Точка опоры. Центр тяжести Устойчивость и неустойчивость. Переноска тяжестей.

Сила тяжести постоянно дѣйствуетъ на всѣ окружающіе насъ предметы; подъ ея вліяніемъ всѣ тѣла стремятся упасть какъ можно ниже. Однако, повсюду мы можемъ видѣть предметы, которые, несмотря на дѣйствіе силы тяжести, не падаютъ; такъ, высокія, тяжелыя зданія стоятъ десятки и сотни лѣтъ; въ комнатахъ на полу, на столахъ стоятъ, не падая, различныя вещи, на которыя сила тяжести не производитъ видимаго дѣйствія; сами мы свободно стоимъ, ходимъ, переносимъ различныя тяжести. Иногда же случается, что падаютъ и эти предметы: разрушится домъ, повалится столъ; случается и человѣку упасть или уронить свою ношу. Разсмотримъ же, при какихъ условіяхъ тѣла, несмотря на дѣйствіе силы тяжести, остаются въ покоѣ и когда они падаютъ подъ вліяніемъ этой силы.

Возьмемъ въ руку фунтовую гирю. Сила тяжести дѣйствуетъ на нее, — мы это ощущаемъ, такъ какъ она давитъ на руку. Мы чувствуемъ вѣсъ одного фунта оттого, что съ такою силою гирю тянетъ внизъ, но гиря не падаетъ, потому что сила руки удерживаетъ ее; дѣйствіе силы тяжести встрѣчаетъ сопротивленіе, противодѣйствіе другой силы, которая удерживаетъ гирю отъ паденія. Если бы мы взяли двухпудовую гирю, то у насъ не хватило бы силы сдержать ее, противодѣйствіе руки оказалось бы меньше тяжести гири, и она упала бы. И такъ, тѣло не падаетъ тогда, когда сила тяжести встрѣчаетъ равное себѣ противодѣйствіе. Про такое тѣло говорятъ, что оно *находится въ равновѣсіи*. Предметы, находящіеся на полу, на столахъ, не могутъ упасть, потому что подставка, на которую они опираются, противодѣйствуетъ силѣ тяжести. Лампа, стоящая

на столѣ, стремясь упасть, давить на крышку стола, и столъ выдерживаетъ это давленіе; если бы мы положили на столъ слишкомъ тяжелый предметъ, то столъ могъ бы сломаться, не сдержавъ его тяжести. Тѣла, имѣющія опору снизу, опираются иногда цѣлою поверхностью своего основанія, всѣмъ своимъ основаніемъ, какъ на примѣръ: стѣны, печи, скирды сѣна; иногда же они поддерживаются лишь въ нѣсколькихъ мѣстахъ, какъ столы и стулья, опирающіеся на четыре ножки, экипажи — на четыре колеса, люди — на двѣ ступни; иногда же достаточно одной точки опоры, чтобы предметъ былъ въ равновѣсіи.

Вырѣжемъ изъ картона правильный кружокъ и попробуемъ установить его въ равновѣсіи на остриѣ иглы или на кончикѣ пера. Это намъ не сразу удастся: все будетъ перевѣшивать то одна, то другая сторона; но



можно подпереть кружокъ въ такой точкѣ, что онъ не будетъ больше наклоняться на сторону, и всѣ стороны его уравновѣсятся. Если картонъ вездѣ одинаковой толщины, то эта точка придется какъ разъ въ серединѣ или центрѣ кружка. Эта точка и называется *центромъ тяжести*. И такъ, центромъ тяжести будемъ называть точку, расположенную въ тѣлѣ такъ, что всѣ части тѣла, лежащія вокругъ этой точки, уравниваютъ другъ друга.

Не всегда можно опереть тѣло въ самомъ центрѣ тяжести: на примѣръ, въ сплошномъ шарѣ центръ тяжести находится въ центрѣ шара, гдѣ не можетъ быть точки опоры. Чтобы удержать шаръ въ равновѣсіи, можно или положить его на горизонтальную подставку, или подвѣсить его на ниткѣ. Когда положимъ шаръ, то точка его опоры будетъ ниже центра тяжести, какъ разъ подъ нимъ; а если подвѣсимъ шаръ на ниткѣ, то точка опоры (такъ назовемъ въ этомъ случаѣ ту точку, въ которой нить удерживаетъ шаръ отъ паденія) придется надъ центромъ тяжести. Въ центрѣ тяжести шара

(и всякаго тѣла) какъ будто дѣйствуетъ по отвѣсному направленію внизъ вся тяжесть тѣла; поэтому на отвѣсной линіи, проведенной отъ центра тяжести вверхъ и внизъ, должна лежать точка опоры тѣла для того, чтобы оно было въ равновѣсіи. Если мы положимъ шаръ не на горизонтальную, а на наклонную подставку, то точка опоры придется не подъ самымъ центромъ тяжести, а въ сторону отъ него; отвѣсная линія, проведенная изъ центра тяжести, не встрѣтитъ внизу точки опоры, и шаръ скатится по наклонной подставкѣ.

Если мы хотимъ опереть тѣло въ одной точкѣ, то должны стараться, чтобы точка опоры пришлась или въ самомъ центрѣ тяжести, или на одной съ нимъ отвѣсной линіи. Подвѣсить предметъ въ одной точкѣ всегда легко: въ какомъ бы мѣстѣ мы ни выбрали точку привѣса, предметъ самъ такъ повернется, что центръ тяжести его помѣстится подъ точкой опоры на одной съ нею отвѣсной линіи. Если отклонимъ этотъ предметъ въ сторону, то онъ, покачавшись, приметъ прежнее по-

ложение. Такое равновѣсіе, когда тѣло возвращается въ прежнее положеніе и послѣ того, какъ мы его выведемъ изъ равновѣсія, называется *устойчивымъ*. Значитъ, подвѣшенное на ниткѣ тѣло находится въ устойчивомъ равновѣсіи.

Подпереть тѣло въ одной точкѣ снизу, подъ центромъ тяжести, бываетъ иногда очень трудно. Возьмемъ, на примѣръ, палку и попробуемъ устоявить ее отвѣсно, поддерживая ее внизу на одномъ пальцѣ; при этомъ надо много ловкости, чтобы постоянно держать точку опоры подъ центромъ тяжести, для чего слѣдуетъ двигать руку въ ту сторону, куда накло-



няется палка. На неподвижной подставкѣ почти не удается удержать палку въ отвѣсномъ положеніи: малѣйшее движеніе воздуха можетъ повалить ее. Равновѣсіе подпертой снизу палки называется *неустойчивымъ*.

Толстый, прямой обрубокъ дерева легко установить на полу отвѣсно; центръ тяжести находится и въ этомъ случаѣ выше опоры, но самая опора здѣсь не въ одной точкѣ, а на довольно большой поверхности, такъ какъ столбъ опирается о землю довольно большимъ основаніемъ. Чѣмъ больше это основаніе, тѣмъ устойчивѣе будетъ нашъ столбъ, т. е. тѣмъ больше надо наклонить его, чтобы заставить его упасть на бокъ. Центръ тяжести столба лежитъ надъ основаніемъ его, и если немного наклонимъ столбъ, то центръ тяжести его отклонится въ ту же сторону; но пока отвѣсная линія, проходящая черезъ центръ тяжести, не выходитъ за основаніе, до тѣхъ поръ онъ не падаетъ, а возвращается въ прежнее положеніе; если же наклонимъ его сильнѣе, такъ что отвѣсная линія, проведенная изъ центра тяжести, выйдетъ за основаніе, то столбъ повалится. Длинный и тонкій столбъ трудно установить отвѣсно на горизонтальной подставкѣ; если же мы этотъ столбъ распилимъ на небольшіе столбики и поставимъ ихъ, то каждый брусокъ будетъ находиться въ устойчивомъ равновѣсіи. Хотя у длиннаго и у короткихъ столбовъ основанія и одинаковы, но у короткихъ столбовъ центръ тяжести лежитъ невысоко надъ основаніемъ, и отвѣсная линія, опущенная изъ него, не выйдетъ за основаніе, когда мы немного наклонимъ брусокъ; у длиннаго же столба центръ тяжести находится далеко отъ основанія, и, даже при небольшомъ отклоненіи столба, вертикальная линія, проведенная черезъ центръ тяжести, выйдетъ за основаніе, и столбъ повалится. Чѣмъ больше поверхность, на которую опирается тѣло, и чѣмъ ниже центръ тяжести, тѣмъ тѣло устойчивѣе, и наоборотъ: чѣмъ меньше основаніе и чѣмъ выше центръ тяжести, тѣмъ тѣло неустойчивѣе.

У предметовъ, имѣющихъ три или четыре точки опоры, за основаніе слѣдуетъ принимать мѣсто, лежащее между этими точками. У стола и стула основаніемъ будетъ пространство, лежащее между ножками, у экипажа — пространство между колесами; понятно, что для равновѣсія центръ тяжести не долженъ выходить за

это пространство. Если будемъ слегка наклонять стулъ и затѣмъ пускать, то онъ будетъ возвращаться въ прежнее положеніе; если же наклонимъ его сильно, такъ что центръ тяжести выйдетъ за основаніе, то стулъ упадетъ. Мебель бываетъ тѣмъ устойчивѣе, чѣмъ шире разставлены у нея ножки и чѣмъ ближе къ полу лежитъ центръ тяжести. Высокіе столики на трехъ ножкахъ бывають очень неустойчивы и легко падаютъ при малѣйшемъ толчкѣ.

Человѣкъ также испытываетъ на себѣ дѣйствіе силы тяжести. Опорой человѣческому тѣлу служатъ двѣ ступни ногъ. Чтобы сохранять равновѣсіе, человѣкъ долженъ поддерживать центръ тяжести своего тѣла надъ мѣстомъ опоры. Этому искусству мы научаемся еще въ дѣтствѣ,



когда дѣлаемъ первые шаги. Пока ребенокъ еще слабъ, онъ часто падаетъ, теряя равновѣсіе; это происходитъ въ томъ случаѣ, когда центръ тяжести его тѣла отклонится въ сторону настолько, что не будетъ находиться надъ мѣстомъ опоры. Стараясь сохранить равновѣсіе, человѣкъ, при наклонѣ въ одну сторону, невольно взмахиваетъ руками въ

противоположную сторону для того, чтобы поддержать центръ тяжести надъ мѣстомъ опоры. Точно такъ же человѣкъ, незамѣтно для самого себя, старается удержать равновѣсіе при переноскѣ тяжести. Когда рабочій взваливаетъ себѣ на спину какой-нибудь грузъ, то къ тяжести его тѣла прибавляется тяжесть ноши, центръ тяжести переходитъ нѣсколько назадъ, и, чтобы удержать его надъ ступнями, человѣкъ долженъ наклониться впередъ тѣмъ больше, чѣмъ тяжелѣе поднятая имъ ноша. Человѣкъ, который несетъ въ правой рукѣ ведро съ водою, для сохраненія равновѣсія отставляетъ лѣвую руку и наклоняется влѣво. Всѣ эти движенія, направленныя къ поддержанію равновѣсія, мы производимъ невольно, не за-

мѣчая ихъ, научившись имъ на опытѣ, опытъ, вообще, научаеъ насъ сообразоваться съ силами природы, прежде чѣмъ наука дастъ намъ понятіе объ этихъ силахъ.

Сопротивленіе при движеніи. Энергія. Понятіе о работѣ.

Никакое тѣло не можетъ начать двигаться само собою; для этого нужно, чтобы на тѣло подѣйствовала сила; но и при дѣйстви силы не всѣ тѣла движутся одинаково легко; напримѣръ, мячикъ на гладкомъ полу достаточно слегка толкнуть, чтобы онъ покатился, а книга отъ такого же толчка не сдвинется съ мѣста. Передвигая или перенося окружающіе насъ предметы, мы замѣтимъ, что иную вещь перемѣстить легко, другую трудно, одну лучше нести, поднявши отъ полу, другую двигать или катить по немъ. Когда мы переносимъ предметы, намъ тяжело, потому что мы должны осилить всѣхъ этихъ предметовъ; когда мы двигаемъ предметы, не поднимая ихъ, намъ препятствуетъ треніе ихъ о полъ или о землю. Чѣмъ глаже полъ, тѣмъ легче передвигать мебель; чѣмъ ровнѣе дорога, тѣмъ легче катится по ней экипажъ. Зная, какъ треніе препятствуетъ движенію, человѣкъ при перевозкѣ тяжестей старается уменьшить его; для этого онъ ставитъ экипажи на колеса, смазываетъ оси, дѣлаеъ дороги возможно ровнѣе, кладетъ рельсы для перекатыванія по нимъ тяжелыхъ вагоновъ. Однако, совершенно уничтожить треніе невозможно, да едва ли это было бы и удобно: всякій знаетъ, какъ трудно ходить по скользкому льду или взбираться на обледенѣвшую гору. Ледъ имѣетъ ровную, гладкую поверхность, и треніе о нее бываетъ незначительно, но человѣку ходить по скользкому льду трудно, а удобно двигаться по льду лишь на конькахъ. Разбѣжавшись, конькобѣжецъ движется нѣкоторое время по льду, съ разгону, не употребляя никакого новаго усилія. Когда треніе незначительно, движущееся тѣло долго продолжаетъ свое движеніе, хотя сила на него уже перестала дѣйствовать: такъ, долго могутъ двигаться по льду рас-

катившіеся предметы, такъ, мячикъ долго катится послѣ толчка по ровному полу. Если бы ничто не препятствовало движенію тѣла на землѣ, то достаточно было бы толкнуть одинъ разъ предметъ, чтобы онъ продолжалъ постоянно двигаться въ томъ же направленіи и съ такою же скоростью, какъ вначалѣ. Такого постоянного движенія мы на землѣ нигдѣ не замѣчаемъ, потому что всякое движеніе задерживается различными препятствіями. Сопротивленіе движенію оказываютъ, главнымъ образомъ, сила тяжести (въсѣ предметовъ) и треніе.

Однако, стремленіе тѣла продолжать начатое движеніе можно замѣтить и на землѣ: когда экипажъ сразу останавливается, то ѣхавшіе въ немъ люди невольно покачнутся въ ту сторону, куда двигался экипажъ; паровозъ на скоромъ ходу трудно остановить: онъ продолжаетъ двигаться и тогда, когда машина перестала уже работать. Какъ бы, однако, скоро ни шель паровозъ, онъ начнетъ двигаться все тише, когда машина перестанетъ работать, и, наконецъ, остановится, такъ, какъ треніе различныхъ частей машины между собою и треніе по пути оказываютъ сопротивленія его движенію. Движущееся тѣло не можетъ остановиться само собою, не можетъ безъ всякой причины измѣнить движеніе, ускорить или замедлить его; такъ же и неподвижное тѣло не можетъ само собою сдвинуться съ мѣста. Это свойство тѣла называется *инертностью* (*закономъ инерціи*). На землѣ движеніе замедляется и останавливается различными препятствіями, сопротивленіемъ; если движенія не поддерживаетъ какая-нибудь движущая сила, то тѣло останавливается; мы говоримъ: силы сопротивленія измѣняютъ движеніе тѣла.

Человѣкъ своею силой не можетъ одолѣть большого сопротивленія: самый сильный не подниметъ болѣе 5—6 пудовъ. Но человѣкъ умѣетъ пользоваться силою домашнихъ животныхъ и силами природы: лошади и волы пашутъ его нивы, двигая плуги, глубоко взрывающіе землю, возятъ тяжести; вода и вѣтеръ двигаютъ мельничные жернова, одолѣвая большое сопротивленіе тренія; сила пара движетъ по рельсамъ десятки вагоновъ

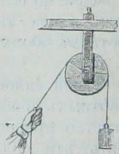
въ тысячу и болѣ пудовъ каждый. Когда сила, преодолевая сопротивленіе, приводитъ въ движеніе какое-нибудь тѣло, она совершаетъ работу. Работа при этомъ считается тѣмъ больше, чѣмъ дальше сила передвинетъ тѣло и чѣмъ больше самая сила. Если одинъ человѣкъ подниметъ на аршинъ отъ полу гирю въ одинъ пудъ, а другой на такую же высоту подниметъ тяжесть въ два пуда, то работа второго будетъ въ два раза больше; если одна лошадь сvezетъ возъ на разстояніе десяти верстъ, а другая такой возъ будетъ везти пять верстъ, то работа второй въ два раза меньше. Поднимая два ведра съ водою, надо употребить силу въ два раза большую, чѣмъ при подъемѣ одного ведра; но если одно ведро поднять на аршинъ отъ земли, а два такихъ ведра только на поларшина, то работа въ обоихъ случаяхъ будетъ одинаковая.

Многія работы человѣкъ совершаетъ своей силой, но ему выгоднѣе пользоваться силами животныхъ и силами природы. Человѣкъ придумалъ множество приспособленій, дающихъ возможность примѣнять эти силы для производства полезныхъ для него работъ. Такія приспособленія называются машинами.

Блокъ. Рычагъ.

Никакая машина не можетъ дѣйствовать безъ участія движущей силы: одна машина приводится въ движеніе силою руки или ноги человѣка, другая — силою лошади, силою пара или еще какой-нибудь иною силою; но сами по себѣ эти силы не могли бы произвести тѣхъ работъ, какія дѣлаютъ приводимыя ими въ дѣйствіе машины. Самое простое приспособленіе уже можетъ измѣнить дѣйствіе силы. Такъ, на примѣръ, сила тяжести, какъ извѣстно, заставляетъ тѣла падать на землю, т. е. двигаться сверху внизъ, но этою же силою, при помощи блока, можно поднимать грузы кверху. *Блокъ* — небольшой кружокъ, свободно вращающійся на оси; по окружности его дѣлается желобокъ для шнура или веревки

Если привязать тяжелую гирию къ веревкѣ и перекинуть черезъ блокъ, прикрѣпленный хотя бы къ потолку, то гирия, падая, своею тяжестью, можетъ поднимать грузъ, привязанный къ другому концу веревки; конечно, для этого вѣсъ груза долженъ быть нѣсколько меньше вѣса гири. Несложная машина — блокъ, а между тѣмъ онъ измѣняетъ направленіе силы и часто бываетъ полезенъ при подъемѣ тяжестей. Человѣкъ, при помощи блока, можетъ высоко поднять грузъ, не сходя съ мѣста: онъ привязываетъ грузъ къ веревкѣ, перекинутой вверху черезъ блокъ, и тянетъ къ себѣ внизъ другой свободный конецъ веревки. Такъ рабочіе, стоя на землѣ, поднимаютъ наверхъ постройки тяжелыя балки.



Блокъ.

Блокъ не уменьшаетъ силы, которую нужно употребить для подъема груза. Поднимая тяжесть въ два пуда безъ всякаго приспособленія, человѣкъ долженъ употребить усиліе, равное сопротивленію груза, долженъ, какъ говорятъ, *затратить силу въ два пуда*; при подъемѣ той же тяжести посредствомъ блока, сила человѣка должна быть даже немного больше вѣса груза, такъ какъ она должна, кромѣ этого вѣса, одолѣть треніе блока объ ось и перегнуть черезъ него веревку.

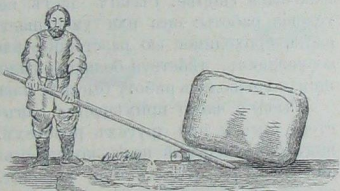
Если сила недостаточна, чтобы одолѣть сопротивленіе груза при подъемѣ, то употребляется другое приспособленіе. Положимъ, надо рабочему приподнять камень пудовъ въ 10 вѣсомъ. Поднять камень, взявъ его прямо руками, у рабочаго не хватитъ силы, но, пользуясь подходящею машиною, онъ можетъ сдѣлать это. Онъ возьметъ ломъ, подсунетъ подъ камень конецъ его, подложитъ поближе къ камню деревянный брусокъ или другой предметъ, который могъ бы служить подпоркой, и, налегая на свободный длинный конецъ лома, легко приподниметъ десятипудовый камень.

Такое простое приспособленіе для подъема тяжестей называется *рычагомъ*. Рычагъ даетъ возможность одолѣть большое сопротивленіе меньшею силою. Въ нашемъ ры-

чагъ мы отмѣтимъ, кромѣ точки опоры, вокругъ которой движется рычагъ, точку приложенія силы, т. е. то мѣсто, на которое налегаетъ рабочій, подымая камень, и мѣсто, на которое дѣйствуетъ тяжесть камня — точку приложенія сопротивленія. Разстояніе отъ точки опоры до точки приложенія силы называется плечомъ силы; другой конецъ лома, отъ точки опоры до точки сопротивленія — плечомъ сопротивленія.

Чѣмъ ближе рабочій подложитъ подпорку къ камню и чѣмъ длиннѣе будетъ другой конецъ лома, на который онъ дѣйствуетъ, тѣмъ легче онъ приподниметъ камень. Поднимая тяжелый грузъ небольшою силою, надо установить рычагъ

такъ, чтобы плечо силы было больше плеча сопротивленія во столько разъ, во сколько сила меньше величины сопротивленія, на примѣръ, тяжести камня. Если нашъ рабочій поставитъ подпорку такъ, что



Рычагъ.

конецъ лома, подсунутый подъ камень, будетъ въ 10 разъ короче свободнаго конца, за который онъ возьмется рукою, то онъ приподниметъ десятипудовый камень такъ легко, какъ бы поднимать одинъ пудъ, т. е. онъ затратитъ силу въ одинъ пудъ, чтобы одолѣть сопротивленіе въ десять пудовъ. Но чтобы приподнять камень короткимъ плечомъ рычага на одинъ вершокъ отъ земли, рабочій долженъ будетъ свой длинный конецъ опустить на десять вершковъ книзу. Значитъ, подымая десять пудовъ усилиемъ въ одинъ пудъ, мы должны этотъ пудъ опустить въ десять разъ больше, чѣмъ приподымаемъ десять пудовъ. Рабочій можетъ положить подпорку на равномъ разстояніи отъ обоихъ концовъ рычага; тогда насколько онъ опуститъ свой конецъ, настолько поднимется другой; но работу онъ себѣ этимъ

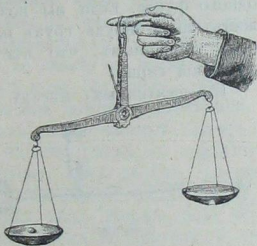
не облегчить, такъ какъ тогда для подъема десяти пудовъ онъ долженъ будетъ употребить и силу въ 10 пудовъ. Наконецъ, если бы точка опоры рычага была ближе къ рукѣ рабочаго, то онъ не поднялъ бы камня и десятипудовой силой; зато, если бы рабочему удалось хоть немного опустить короткое плечо рычага, то длинный конецъ его, подсунутый подъ камень, поднялся бы гораздо выше и быстрее и могъ бы сразу вывернуть камень. И такъ, если сила дѣйствуетъ на короткое плечо рычага, то повернуть такой рычагъ трудно — нужна сила больше сопротивленія; зато другому плечу рычага сообщается большой и быстрый размахъ, работа производится скорѣе. Рычагъ даетъ возможность измѣнить условия работы: онъ или уменьшаетъ силу и увеличиваетъ проходимое ею разстояніе, или, наоборотъ, даетъ возможность, дѣйствуя большой силой на маломъ разстояніи, производить работу быстрее и на большее разстояніе.

Рычагъ часто примѣняется какъ при подъемѣ тяжестей, такъ и при другихъ работахъ. Кому не случалось видѣть въ деревнѣ надъ колодцемъ высокій „журавль“ или „очепъ“. Это длинное коромысло, качающееся на столбѣ надъ колодцемъ, помогаетъ поднимать тяжелую бадью съ водой. Къ короткому плечу коромысла привязываютъ бадью, а длинный конецъ высоко поднимается вверхъ. Опуская длинное плечо рычага за веревку, легко поднимаютъ короткій конецъ съ привязанной къ нему бадьей, которую гораздо труднѣе было бы вытянуть просто за веревку. Но, какъ и всегда, уменьшая силу, которой надо дѣйствовать, рычагъ увеличиваетъ разстояніе: надо опустить длинное плечо далеко книзу, чтобы поднять бадью на незначительную высоту. Такъ, напр., если длинный конецъ журавля въ пять разъ больше короткаго, то его надо опустить на пять футовъ книзу, чтобы поднять ведро всего на одинъ футъ. Зато бадью въ пудъ вѣсомъ можно поднять съ помощью такого рычага силою, равною одной пятой части пуда, т. е. восьми фунтамъ.

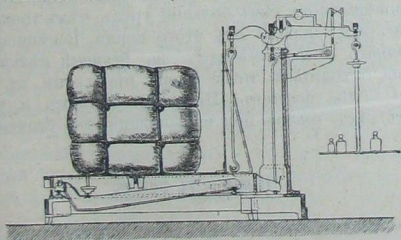
Рычагъ не всегда служитъ для подъема тяжести; во многихъ случаяхъ посредствомъ рычага одолеваетъ со-

противленія иного рода: многія орудія человѣка ничто иное, какъ рычаги. Примѣромъ могутъ служить весла, съ помощью которыхъ лодка разсѣкаетъ волны. Точкой опоры веслу служить уключина; сила гребца дѣйствуетъ на короткое плечо рычага. Чѣмъ весла длиннѣе, тѣмъ шире ихъ взмахи и тѣмъ скорѣе идетъ лодка; но грести длинными веслами тяжелѣе, чѣмъ короткими.

Если оба плеча рычага равны, то онъ не измѣняетъ ни силы, ни скорости движенія, но измѣняетъ его напряженіе. Такой рычагъ употребляется для взвѣшиванія тяжестей и называется вѣсами. Коромысло обыкновенныхъ торговыхъ вѣсовъ, подобно коро-



Обыкновенные вѣсы.



Десятичные вѣсы.

мыслу колодезнаго журавля, свободно вращается вокругъ точки опоры; но чашки вѣсовъ, на которыя кладутся сравниваемые тяжести, привѣшены на равныхъ разстояніяхъ отъ точки опоры. Вѣсъ обѣихъ чашекъ одинаковъ: когда онѣ пусты, коромысло находится въ равновѣсіи и

стоитъ горизонтально. Если положимъ на одну чашку фунтовую гирию, то эта чашка опустится, наклонивъ коромысло на свою сторону. Чтобы поднять ее и привести коромысло въ равновѣсіе, надо и на другой конецъ рычага дѣйствовать такою же силою, т. е. тяжестью одного фунта. Если мы возстановимъ равновѣсіе, положивъ какой-нибудь грузъ на другую чашку, то можно быть увѣреннымъ, что вѣсъ этого груза равенъ вѣсу фунтовой гири.



Въ десятичныхъ вѣсахъ плечи коромысла неравны: плечо съ грузомъ въ десять разъ короче плеча съ гириями, поэтому гирию въ одинъ пудъ на нихъ подымаютъ 10 пудовъ груза.

Безменъ, также употребляемый для взвѣшиванія, имѣетъ нѣсколько иное устройство: въ этомъ рычагѣ точка опоры можетъ перемѣщаться; благодаря этому, тяжелый конецъ безмена уравниваетъ тѣмъ большій грузъ, чѣмъ точка опоры подвигается дальше отъ этого конца. Взвѣшивая гири различного вѣса, отмѣчаютъ на безменѣ мѣтками, гдѣ должна находиться точка опоры при грузѣ въ одинъ, два и болѣе фунтовъ. По этимъ мѣткамъ и узнаютъ потомъ вѣсъ товара при взвѣшиваніи его безменомъ.

О твердыхъ тѣлахъ.

Мы знаемъ, что всѣ предметы, которые насъ окружаютъ, называются тѣлами. Тѣла по величинѣ своей бываютъ различны; но всякое тѣло, какъ бы оно велико или мало ни было, мы можемъ раздѣлить на части, эти части — на части еще меньшія, и если будемъ все дальше дробить ихъ, то получимъ такіе маленькіе кусочки или частицы, которыхъ и не увидишь глазами. Значитъ, всякое тѣло можно раздѣлить на очень маленькія частицы. Въ однихъ тѣлахъ частицы эти крѣпко держатся другъ

около друга, и надо употребить силу, чтобы разорвать, раздробить ихъ. Вотъ такія тѣла и называются *твердыми*; таковы: желѣзо, дерево, воскъ. Есть же тѣла, въ которыхъ частицы совсѣмъ слабо связаны между собою. Если мы воду захотимъ раздѣлить на капли, то намъ не нужно тратить на это особенной силы. Правда, и въ водѣ частицы цѣпляются одна за другую: капля, при встрѣчѣ съ другой каплей, сливается въ одну большую каплю; но, чтобы раздѣлить ее снова, не надо особеннаго усилія. Такія тѣла, какъ вода, керосинъ, спиртъ, называются *жидкими* тѣлами, или просто *жидкостями*.

Но и въ твердыхъ тѣлахъ связь частицъ бываетъ различна, въ однихъ болѣе прочная, чѣмъ въ другихъ; хлѣбъ легче разрѣзать на куски, чѣмъ дерево, — и мы говоримъ: хлѣбъ мягче дерева, а дерево тверже хлѣба. Чтобы узнать, какое изъ двухъ тѣлъ тверже, надо надавить или провести однимъ тѣломъ по другому, и то тѣло, которое само не измѣняется, а царапаетъ или раздавливаетъ другое, будетъ тверже. Возьмемъ куски воска, дерева и желѣза и острымъ краемъ дерева проведемъ по воску — на воскѣ появится царапина; зато желѣзо будетъ царапать дерево, — значитъ, желѣзо тверже дерева, а дерево тверже воска. Самое твердое тѣло изъ всѣхъ — алмазь, которымъ рѣжутъ стекло. Алмазь царапаетъ всякіе камни и металлы.

Достанемъ гдѣ-нибудь три прямыхъ прутика — восковой, деревянный и желѣзный, и будемъ ихъ осторожно гнуть. Восковой согнется и такъ согнутымъ и останется; деревянный будетъ немного сгибаться и разгибаться, хотя плохо, стальной же можно сильно согнуть, а когда пустить, то онъ сразу разогнется и сдѣлается опять прямымъ. Поэтому говорить, что сталь очень упругое тѣло, дерево не такъ упруго, какъ сталь, а воскъ совсѣмъ не упругъ. Пружины, рессоры дѣлаютъ изъ стали, пользуясь ея упругостью: вслѣдствіе этой упругости, пружины и рессоры сгибаются при надавливаніи, а когда ихъ отпустить, то онѣ принимаютъ прежнюю форму.

Намъ извѣстно, что вода на морозѣ обращается въ ледъ, т. е. переходитъ въ твердое состояніе; извѣстно

также, что воскъ, стеаринъ, при нагрѣваніи, становятся сперва мягкими, а затѣмъ и совсѣмъ жидкими. Такимъ образомъ, отъ нагрѣванія твердое тѣло обращается въ жидкое, и наоборотъ: охлаждая жидкое тѣло, можно обратить его въ твердое. Желѣзо — твердое тѣло, но если его сильно нагрѣть, то оно сдѣлается свѣтло-краснымъ и такимъ мягкимъ, что его можно ковать. Если желѣзо еще сильнѣе нагрѣвать, то оно становится жидкимъ, и тогда его можно переливать изъ одного сосуда въ другой, какъ обыкновенную жидкость. Точно такъ же и мѣдь можно расплавить и выливать въ формы. Вообще, нѣтъ такого тѣла, которое при всякихъ условіяхъ всегда оставалось бы твердымъ или жидкимъ; твердое тѣло переходитъ въ жидкое и наоборотъ, главнымъ образомъ, отъ большаго или меньшаго нагрѣванія. Для иныхъ тѣлъ достаточно небольшого нагрѣванія для такого измѣненія; напримѣръ, ледъ, воскъ, стеаринъ легко таютъ и обращаются въ жидкость; для другихъ тѣлъ, какъ для мѣди, чугуна, стали, нужно очень сильное нагрѣваніе, чтобы они расплавились, т. е. перешли въ жидкое состояніе.

Кромѣ твердаго и жидкаго состоянія, тѣла принимаютъ еще состояніе парообразное или *газообразное*; такъ, напримѣръ, вода при нагрѣванія переходитъ въ паръ. Если мы расплавленное желѣзо будемъ нагрѣвать еще больше, то оно изъ жидкаго состоянія станетъ переходить въ парообразное, но для этого необходимъ очень сильный жаръ. Нѣкоторыя жидкости переходятъ въ парообразное или газообразное состояніе очень легко, даже безъ нагрѣванія. Если, напримѣръ, нальемъ на блюдечко немного спирта, то черезъ нѣкоторое время замѣтимъ, что спирта на блюдечкѣ больше нѣтъ: онъ испарился, перешелъ въ газообразное состояніе.

Твердые тѣла, взятые въ одинаковомъ объемѣ, различны по вѣсу: одни тѣла тяжелѣе другихъ. Желѣзные предметы мы называемъ тяжелыми, а деревянные — легкими. Но нѣкоторыя тѣла такъ мало различаются по вѣсу, что сразу этого не замѣтишь. Чтобы узнать, напримѣръ, что тяжелѣе — желѣзо или мѣдь, надо взять

совѣсьмъ одинаковой величины куски желѣза и мѣди и свѣситъ ихъ; окажется, что мѣдь тяжелѣе желѣза.

Твердыя тѣла бываютъ разнаго цвѣта; кромѣ того, одни тѣла, какъ стекло, слюда, прозрачны, другія непрозрачны. Больше тѣлъ непрозрачныхъ, хотя нѣкоторыя изъ нихъ дѣлаются прозрачными, если приготовить изъ нихъ тоненькіе листики. Если изъ золота сдѣлать такой листикъ, то золото просвѣчиваетъ и кажется намъ зеленоватымъ стеклышкомъ.

О ЖИДКОСТЯХЪ.

Намъ уже извѣстно, что въ жидкихъ тѣлахъ или жидкостяхъ частицы слабо связаны между собою, легко подвижны; поэтому жидкости легко измѣняютъ свою форму. Нальемъ воды въ кружку — она приметъ форму кружки; перельемъ воду въ кувшинъ — она приметъ форму кувшина; наклонимъ кувшинъ — вода выльется и разольется по полу.

Всякій знаетъ, что жидкости бываютъ различнаго цвѣта и бываютъ прозрачны или непрозрачны. Вода, водка — прозрачны и не имѣютъ цвѣта, безцвѣтны; молоко имѣетъ бѣлый цвѣтъ и непрозрачно.

Нальемъ въ одинъ сосудъ воды, а въ другой — дегтя: станемъ мѣшать ихъ ложкой. Рука сразу почувствуетъ, что воду мѣшать легче, а деготь труднѣе; это потому, что деготь — жидкость болѣе вязкая, чѣмъ вода. Значитъ, жидкости отличаются одна отъ другой по вязкости.

Жидкости, взятые въ одинаковомъ объемѣ, различны по вѣсу. Если взять одинъ стаканъ воды и такой же стаканъ деревяннаго масла и взвѣситъ ихъ на хорошихъ вѣсахъ, то окажется, что стаканъ воды тяжелѣе, чѣмъ стаканъ масла. Значитъ, вода тяжелѣе масла, взятаго въ томъ же объемѣ. Если отвѣситъ на вѣсахъ одинъ фунтъ масла и одинъ фунтъ воды, то окажется, что одинъ фунтъ воды занимаетъ меньше мѣста, меньшій объемъ, чѣмъ фунтъ масла. Значитъ, вода плотнѣе, чѣмъ масло;

поэтому вода, взятая въ одинаковомъ объемѣ съ масломъ, и тяжелѣе его.

Изъ двухъ жидкостей, налитыхъ въ одинъ сосудъ, та, которая плотнѣе, осѣдаетъ на дно. Если въ стаканъ налить воды и деревяннаго масла, то вода будетъ внизу, а масло сверху. Всякій, вѣроятно, видѣлъ это въ церкви въ лампадахъ.

Если въ жидкость бросимъ нѣсколько твердыхъ тѣлъ, то тѣ тѣла, которыя легче жидкости, будутъ плавать, а нѣкоторыя, тяжелѣе, потонутъ. Если бросить въ воду пробку, кусочекъ дерева и желѣзный гвоздь, то пробка будетъ плавать по водѣ, дерево немного погрузится въ воду, но все же будетъ плавать на водѣ, а гвоздь быстро упадетъ на дно, потонетъ. Положимъ въ стаканъ песку, нальемъ воды и масла, взболтаемъ все это и поставимъ стаканъ; черезъ нѣкоторое время мы увидимъ, что песокъ (самое тяжелое тѣло) осѣлъ на дно, выше его помѣстилась вода, а на самомъ верху — масло.

Если свѣжее куриное яйцо опустить въ воду, то оно потонетъ; въ крѣпкомъ разсолѣ яйцо не потонетъ, а будетъ плавать сверху. Значить, яйцо тяжелѣе чистой воды, но не крѣпкаго раствора, взятыхъ въ томъ же объемѣ. Если опустить яйцо въ разсолъ, а потомъ понемногу разбавлять разсолъ чистой водой, то увидимъ, что яйцо начнетъ понемногу тонуть. Можно такъ разбавить разсолъ, что яйцо въ немъ не будетъ ни тонуть, ни всплывать наверхъ, а будетъ свободно плавать по всему раствору. Это случится тогда, когда яйцо будетъ одного вѣса съ растворомъ, т. е. когда объемъ раствора, равный объему яйца, будетъ вѣсить столько, сколько вѣситъ яйцо.

Теперь понятно, какъ спиртомеромъ узнаютъ крѣпость водки. Водка — это спиртъ, разбавленный водой. Если говорятъ, что водка имѣетъ крѣпость въ 40 градусовъ, то это значитъ, что на ведро водки приходится 40 частей чистаго спирта и 60 частей воды. Спиртъ легче воды. Значить, если въ чистый спиртъ опустить какое-нибудь тѣло, то оно затонетъ въ немъ больше, глубже, чѣмъ затонуло бы въ чистой водѣ. Въ водкѣ

это тѣло затонетъ больше, чѣмъ въ чистой водѣ, но меньше, чѣмъ въ чистомъ спиртѣ. И чѣмъ крѣпче водка, то-есть чѣмъ больше въ ней спирта, тѣмъ наше тѣло глубже затонетъ въ ней. Спиртомѣръ и состоитъ изъ стекляннаго поплавка, который опускають въ воду; чѣмъ крѣпче водка, тѣмъ поплавокъ тонетъ въ ней глубже.

Число, показывающее, во сколько разъ какое-нибудь тѣло тяжелѣе воды, взятой въ такомъ же объемѣ, какъ и тѣло, называется *удѣльнымъ вѣсомъ* этого тѣла. Желѣзо въ 7 разъ тяжелѣе воды, взятой въ томъ же объемѣ, значитъ удѣльный вѣсъ желѣза — 7; удѣльный вѣсъ золота — 19, то-есть золото въ 19 разъ тяжелѣе воды; удѣльный вѣсъ серебра — 10, удѣльный вѣсъ кирпича — 2, глины — немного меньше 2, песку — $1\frac{1}{2}$.

Удѣльный вѣсъ человеческого тѣла небольшой: человеческое тѣло немного тяжелѣе воды, взятой въ томъ же объемѣ, поэтому человекъ въ водѣ тонетъ, и для того, чтобы держаться на водѣ, ему надо умѣть плавать. Легко догадаться, почему человеку легче плавать въ соленыхъ озерахъ и въ морѣ, чѣмъ въ рѣкѣ, а также почему толстому человеку легче плавать, чѣмъ худому.

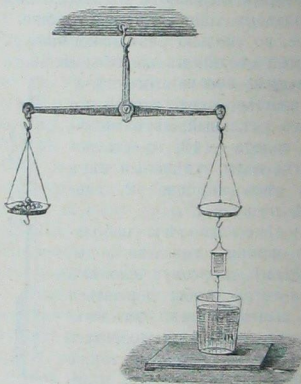
Если человекъ глубоко нырнетъ въ воду, то онъ можетъ замѣтить, что вода давить на него со всѣхъ сторонъ. Если опустить пузырь въ воду, примѣрно на аршинъ, то пузырь станетъ сжиматься. Значитъ, если опустить въ жидкость какое-нибудь тѣло, то жидкость давить на это тѣло со всѣхъ сторонъ.

Налитая въ сосудъ жидкость давить не только на дно его, но и на стѣнки. Если взять высокую бочку съ плохими обручами и налить въ нее воды, то обручи могутъ не выдержать и разорвутся. Это произойдетъ оттого, что вода сильно давить не только на дно, но и на стѣнки бочки, распираетъ бочку со всѣхъ сторонъ. Поэтому на большія бочки набивають желѣзные обручи, которые могутъ выдержать давленіе воды.



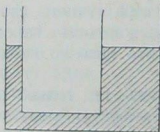
Спиртомѣръ.

Если мы какое-нибудь тѣло погрузимъ въ воду, то оно покажется намъ легче, чѣмъ было въ воздухѣ; это легко замѣтить всякому. Уже двѣ тысячи лѣтъ назадъ одинъ ученый грекъ, по имени Архимедъ, доискался,



насколько тѣло покажется легче, если погрузить его въ воду или, вообще, въ какую-нибудь жидкость. Онъ нашелъ, что *тѣло въ водѣ теряетъ столько своего вѣса, сколько вѣситъ вода, взятая въ такомъ же объемѣ, какъ тѣло.* Это и есть правило или законъ Архимеда. Возьмемъ кусокъ желѣза, вѣсомъ въ 14 фунтовъ; вода въ 7 разъ легче желѣза; значить, вода въ объемѣ нашего куска желѣза вѣситъ 2 фун-

та; и вотъ, если этотъ кусокъ желѣза опустить въ воду, то онъ покажется легче на 2 фунта, то-есть потянетъ уже не 14, а 12 фунтовъ. Для того, чтобы взвѣсить ку-



Сообщающіеся сосуды.

сокъ желѣза въ водѣ, надо привязать его на длинномъ шнуркѣ къ чашкѣ вѣсовъ и опустить его въ воду, но такъ, чтобы вѣсы были надъ водой.

Зная законъ Архимеда и удѣльный вѣсъ разныхъ тѣлъ, можно рѣшить слѣдующія задачи:

Въ кускѣ какого-то металла 38 фунтовъ; взвѣсили его въ водѣ — оказалось 36 фунтовъ. Какой это металлъ? Тѣло потеряло въ водѣ 2 фунта, т. е. одну девятнадцатую часть своего вѣса; значить, оно въ 19 разъ тяже-

лѣ воды, его удѣльный вѣсъ равенъ 19. Значить, наше тѣло золото.

Сколько вѣситъ въ водѣ сплавъ изъ $9\frac{1}{2}$ фун. золота и 10 фун. серебра? — Золото будетъ вѣситъ въ водѣ 9 фун., серебро тоже 9 фунт.; значить, сплавъ въ водѣ вѣситъ 18 фунтовъ.

Возьмемъ два сообщающихся сосуда, т. е. два сосуда, соединенныхъ внизу трубкой; нальемъ воды въ одинъ



Фонтанъ.

сосудъ; вода будетъ перетекать въ другой, пока въ обоихъ сосудахъ не станетъ на одной высотѣ. Этимъ свойствомъ жидкостей пользуются для устройства водопроводовъ. Чтобы провести воду въ городъ, гдѣ-нибудь на горѣ или на высокой башнѣ строятъ большой бакъ для воды, въ нѣсколько тысячъ ведеръ; отъ бака прокладываютъ подъ землею трубы въ городскіе дома; по этимъ трубамъ и перетекаетъ вода изъ бака въ дома. Конечно, если какой-нибудь домъ стоитъ выше бака, то туда вода не пойдетъ; поэтому бакъ ставятъ высоко, выше всѣхъ домовъ. Въ бакъ вода накачивается машинами изъ колодцевъ или изъ рѣки. Тѣмъ же бакомъ можно воспользоваться и для устройства фонтановъ; для этого изъ бака проводятъ трубу, и конецъ ея загибають вверхъ;

тогда вода стремится подняться до такой высоты, на которой она стоит въ бакѣ, и бьетъ вверхъ красивой струей. Это и будетъ фонтанъ.

О газахъ.

Газообразныхъ тѣлъ много; но самый распространенный изъ нихъ—воздухъ. Разсмотрѣвъ его свойства, мы вмѣстѣ съ тѣмъ узнаемъ свойства и другихъ газовъ.

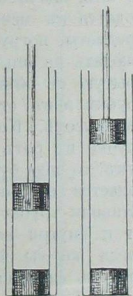
При быстромъ движеніи, напр., когда мы бѣжимъ, мы чувствуемъ, какъ что-то ударяетъ насъ въ лицо и раздуваетъ волосы. Это дѣйствіе производитъ воздухъ, въ которомъ мы движемся. Мы со всѣхъ сторонъ окружены воздухомъ; онъ находится и во всѣхъ тѣхъ предметахъ, которые мы называемъ пустыми. Возьмемъ пустую бутылку и плотно вставимъ въ нее пробку, черезъ которую проходитъ тонкая трубка воронки. Если нальемъ въ воронку воды, то увидимъ, что вода не польется въ бутылку. Это происходитъ оттого, что въ бутылкѣ есть воздухъ; ему некуда уйти, а бутылка не можетъ вмѣстить въ себя за разъ и воду, и воздухъ. Однако, стоитъ только приподнять пробку съ воронкой такъ, чтобы пробка вышла изъ горлышка бутылки, и вода свободно польется въ бутылку, выгоняя оттуда воздухъ. Значитъ, воздухъ, какъ и всѣ тѣла, *непроницаемъ*, т. е.

мѣсто, которое онъ занимаетъ, не можетъ быть занято другимъ тѣломъ, пока воздухъ изъ этого мѣста не вытѣсненъ.

Воздухъ окружаетъ земной шаръ со всѣхъ сторонъ, какъ пелена. Какъ высоко надъ землею тянется воздухъ, никто точно не знаетъ, но ученые думаютъ, что верстъ на двѣсти отъ земли воздухъ еще есть. Люди подымались на воздушныхъ шарахъ верстъ на десять надъ землею; оказалось, что чѣмъ выше, тѣмъ воздухъ дѣлается рѣже и рѣже, такъ что на высотѣ десяти верстъ дышать уже очень трудно.



Возьмемъ длинную трубку, вставимъ въ нее пробку, которая плотно входила бы въ трубку, но такъ, чтобы ее можно было двигать черезъ всю трубку; для этого пробку смазываютъ саломъ. Прикрѣпимъ пробку къ стержню, за который можно было бы ее двигать, — получимъ поршень. Одинъ конецъ нашей трубки заткнемъ плотно пробкой и станемъ вдвигать въ трубку поршень. Поршень можно будетъ вдвинуть въ трубку довольно далеко; значитъ, воздухъ, который раньше заполнялъ всю трубку, отъ давленія сжался. Перестанемъ давить на поршень, и мы увидимъ, что онъ медленно выдвигается изъ трубки: сжатый воздухъ стремится занять столько мѣста, сколько онъ занималъ въ трубкѣ раньше, и выталкиваетъ поршень. Такое свойство воздуха называется *упругостью*. Упругость воздуха объясняется тѣмъ, что мельчайшія частицы, изъ которыхъ онъ состоитъ, отталкиваются другъ отъ друга. Когда мы сжали воздухъ въ трубкѣ, то мы придвинули его частички ближе одну къ другой; какъ только мы перестали давить на поршень, то частички опять оттолкнулись другъ отъ друга и стали выдвигать поршень.

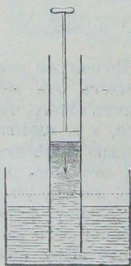


Поршень.

Земля окружена воздушнымъ слоемъ. Почему же воздухъ держится около земли, а не отлетаетъ отъ нея вслѣдствіе своей упругости? Это происходитъ оттого, что воздухъ тяжелъ; онъ притягивается землею, т. е. *имѣетъ вѣсъ*. Разъ воздухъ имѣетъ вѣсъ, его можно взвѣсить. Возьмемъ большой стеклянный шаръ, въ которомъ помѣщалось бы столько воздуха, сколько въ ящикѣ, у котораго длина, ширина и высота равны одному футу, или, говоря иначе, возьмемъ шаръ, объемъ котораго равенъяется одному кубическому футу. Къ этому шару приделанъ кранъ. Сначала взвѣсимъ шаръ, когда онъ наполненъ воздухомъ. Затѣмъ, помощью особой машины,

вытянемъ черезъ кранъ изъ шара весь воздухъ, закроемъ кранъ и опять взвѣсимъ шаръ. Оказывается, что шаръ сдѣлался легче на восемь съ половиною золотниковъ; значить, одинъ кубическій футъ воздуха вѣситъ восемь съ половиною золотниковъ. Если взвѣситъ такой шаръ, наполненный водой, то оказывается, что одинъ кубическій футъ воды вѣситъ шестьдесятъ девять фунтовъ, т. е. вода въ 770 разъ тяжелѣе воздуха.

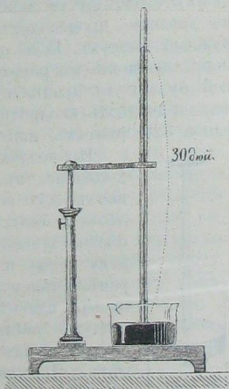
Такъ какъ воздухъ, окружающій землю, имѣетъ вѣсъ, то онъ, значить, давить на всѣ предметы, которые находятся въ немъ, подобно тому, какъ вода давить на предметы, погруженные въ нее. Это давленіе легко наблюдать на опытѣ. Вставимъ въ стаканъ съ водой открытую съ обѣихъ сторонъ стеклянную трубку; вода въ трубкѣ и въ стаканѣ будетъ стоять при этомъ на одной высотѣ. Но если мы возьмемъ свободный конецъ трубки въ ротъ и будемъ тянуть въ себя изъ нея воздухъ, то вода будетъ подыматься по трубкѣ и, наконецъ, вылетѣтъ въ ротъ. Отчего поднялась вода? Когда мы вставили трубку въ стаканъ съ водой, то снаружи трубки и внутри ея воздухъ одинаково давить на воду; когда же мы часть воздуха вытянули изъ трубки, то воздухъ снаружи трубки напиралъ на воду попрежнему, а внутри трубки напоръ стало меньше; вода подъ большимъ напоромъ наружнаго воздуха и пошла туда, гдѣ напора стало меньше, т. е. вверхъ по трубкѣ.



Воду можно поднять по трубкѣ и другимъ способомъ. Вдвинемъ въ трубку поршень до нижняго конца ея и погрузимъ этотъ конецъ трубки въ воду; станемъ подымать поршень, вода подымется за нимъ по трубкѣ. Причина этого та же, что и въ первомъ случаѣ; только въ послѣднемъ опытѣ воздуха подъ поршнемъ нѣтъ съ самаго начала, а значить нѣтъ и напора воздуха въ трубкѣ; снаружи же воздухъ напиралъ на воду, она и вдавли-

вается имъ въ то мѣсто, которое освобождается въ трубкѣ, когда поршень подымается вверхъ. Такая трубка съ поршнемъ для поднятія воды называется *насосомъ*.

Насосъ не можетъ быть какой угодно длины и подымать воду на какую угодно высоту. Объ этомъ случайно узнали двѣсти лѣтъ тому назадъ. Надо было поднять воду на высоту сорока футовъ; сдѣлали такую трубку. Каждый разъ, когда тянули поршень вверхъ, вода подымалась на 34 фута, а дальше не шла. Задумались надъ этимъ ученые; наконецъ, италіанецъ Торичелли объяснилъ, въ чемъ дѣло. Вѣдь вода идетъ вверхъ по трубѣ потому, что на нее давить наружный воздухъ и вдавливать ее въ трубу, гдѣ подъ поршнемъ воздуха нѣтъ. Когда въ насосъ наберется нѣкоторое количество воды, она своею тяжестью давить внизъ, навстрѣчу давленію наружнаго воздуха. Пока наружный воздухъ давить сильнѣе вверхъ, чѣмъ вода въ трубѣ давить своею тяжестью внизъ, до тѣхъ поръ вода будетъ подниматься въ трубѣ; но какъ только воды наберется въ трубѣ столько, что ея тяжесть будетъ равна давленію

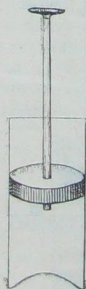


Опытъ Торичелли.

наружнаго воздуха, вода въ трубѣ остановится. Значить, когда вода поднимется на 34 фута, то ея тяжесть давить такъ же сильно, какъ наружный воздухъ. Если такъ, подумалъ Торичелли, то при болѣе тяжелой жидкости въ трубѣ, воздухъ уже не подниметъ ея на тридцать четыре фута, а тѣмъ ниже, чѣмъ жидкость тяжелѣе. Въ самомъ дѣлѣ, взявши ртуть, которая въ четырнадцать

разъ тяжелѣе воды, онъ увидѣлъ, что она подымается воздухомъ на высоту въ четырнадцать разъ меньшую, чѣмъ вода, т. е. всего на 30 дюймовъ.

Значить, давленіе атмосфернаго воздуха равно давленію, которое производитъ вѣсъ столба воды въ 34 фута или столба ртути въ 30 дюймовъ вышиною. Каковъ же этотъ вѣсъ? Это можно узнать вотъ какъ: возьмемъ для ртути трубку въ одинъ квадратный дюймъ въ разрѣзѣ; нальемъ въ нее ртути на тридцать дюймовъ въ вышину, потомъ свѣсимъ эту ртуть; окажется, что она вѣситъ 16 фунтовъ. Значить, на одинъ квадратный дюймъ столбъ ртути давить силой въ 16 фунтовъ; такое же давленіе производить на квадратный дюймъ и наружный воздухъ. Если взять трубку двадцати квадратныхъ дюймовъ въ разрѣзѣ, то вѣсъ столба ртути въ ней будетъ въ двадцать разъ больше, и мы увидимъ, что на двадцать квадратныхъ дюймовъ давленіе воздуха равно 320 фунтамъ, или восьми пудамъ.



Но воздухъ, какъ и вода, давить на находящуюся въ немъ тѣла не только сверху внизъ, а со всѣхъ сторонъ; это легко увидѣть на опытѣ. Возьмемъ небольшой насосъ, плотно придвинемъ поршень насоса къ нижнему концу и затащимъ этотъ конецъ пузыря. Станемъ затѣмъ выдвигать поршень — пузырь вдавится внутрь насоса, потому что воздухъ напираетъ на пузырь снаружи, а внутри, между пузыремъ и поршнемъ, воздуха нѣтъ. Повернемъ ли мы насосъ пузыремъ кверху, книзу или все равно въ какую сторону, — пузырь будетъ одинаково вдавливаясь; значить, воздухъ со всѣхъ сторонъ давить одинаково.

Поверхность тѣла взрослого человѣка равна приблизительно 15 квадрат. футамъ, или 2160 квадрат. дюймамъ. Мы знаемъ, что на одинъ квадрат. дюймъ давленіе воздуха равняется 16 фунтамъ; значить, на 2160 кв. дюймовъ оно будетъ равно 34560 фунтамъ, или 864 пудамъ. Почему же мы не чувствуемъ этого сильнаго давленія?

Если бы воздухъ давить на наше тѣло съ одной стороны, то мы не могли бы выдержать этого давленія; но воздухъ давить на насъ и сверху, и снизу, и съ боковъ, и изнутри; такимъ образомъ, напоръ воздуха со всѣхъ сторонъ уравнивается, и мы его не ощущаемъ.

И такъ, главные свойства воздуха слѣдующія: онъ непроницаемъ; сжимается отъ давленія и потому расширяется, когда давленіе на него становится меньше; имѣетъ вѣсъ и потому оказываетъ давленіе на предметы, которые окружаетъ, при чемъ давить на нихъ со всѣхъ сторонъ одинаково. Этими свойствами отличаются всѣ газообразныя тѣла.

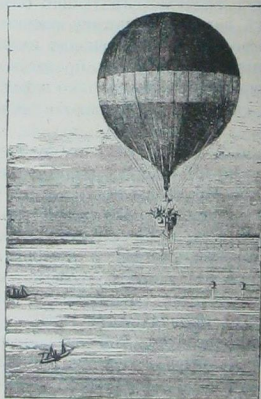
Воздухъ представляетъ смѣсь двухъ различныхъ газовъ: кислорода и азота; азота въ воздухѣ въ четыре раза больше, чѣмъ кислорода. Кромѣ кислорода и азота, есть еще много другихъ газовъ; самый легкій изъ нихъ — водородъ; онъ въ 14 разъ легче воздуха. Газъ, который находится въ сельтерской, содовой и въ фруктовыхъ водахъ и заставляетъ ихъ шипѣть, называется углекислымъ газомъ. Когда жгутъ сѣру, распространяется тяжелый запахъ; этотъ запахъ принадлежитъ газу, который называется сѣрнистой кислотой. Всѣ названные газы безцвѣтны; но есть газы, которые имѣютъ цвѣтъ: хлоръ, напр., желтаго цвѣта. Изъ другихъ газовъ замѣтимъ свѣтильный газъ, употребляемый для освѣщенія, и рудничный газъ. Рудокопы, работающіе въ рудникахъ и шахтахъ, хорошо знаютъ и боятся его. Въ соединеніи съ воздухомъ онъ образуетъ взрывчатую смѣсь.

Для газовъ, какъ и для твердыхъ тѣлъ и жидкостей, можно найти удѣльный вѣсъ. Чтобы опредѣлить удѣльный вѣсъ твердаго тѣла или жидкости, мы брали опредѣленный объемъ этого тѣла и взвѣшивали его; затѣмъ узнавали, сколько вѣситъ такой же объемъ воды; число, показывавшее, во сколько разъ взятый объемъ тѣла тяжелѣе такого же объема воды, и есть удѣльный вѣсъ этого тѣла. Для опредѣленія удѣльнаго вѣса газовъ ихъ сравниваютъ не съ водою, а съ воздухомъ. Сначала взвѣшиваютъ газъ въ стекляномъ шарѣ, потомъ газъ

изъ шара выкачиваютъ, наполняютъ шаръ воздухомъ и взвѣшиваютъ его. Сравнивши, во сколько разъ вѣсъ газа больше или меньше вѣса воздуха, находятъ удѣльный вѣсъ газа.

Мы знаемъ, что тѣло, погруженное въ воду, теряетъ

въ своемъ вѣсѣ столько, сколько вѣситъ вода, взятая въ объемѣ этого тѣла; когда тѣло вѣситъ меньше, чѣмъ вытѣсненная имъ вода, тѣло плаваетъ въ водѣ. То же самое относится и къ газамъ. Поэтому, если взять такое легкое тѣло, которое вѣситъ меньше, чѣмъ воздухъ въ томъ же объемѣ, то оно всплыветъ вверхъ въ воздухѣ. На этомъ основано устройство воздушнаго шара. Воздушный шаръ обыкновенно наполняютъ водородомъ. Чтобы шаръ полетѣлъ, нужно, чтобы его вѣсъ, вмѣстѣ съ корзиной и людьми, былъ меньше, чѣмъ вѣсъ воздуха въ такомъ же объемѣ.



Воздушный шаръ.

Чтобы воздушный шаръ опустился, открываютъ клапанъ сверху шара; воздухъ входитъ въ шаръ, вытѣсняя оттуда водородъ; шаръ дѣлается тяжелѣе и опускается.

Что такое звукъ.

Когда мы ударяемъ однимъ предметомъ о другой, то обыкновенно слышимъ звукъ. Но звукъ можетъ быть слышенъ не только отъ удара, а и во многихъ другихъ случаяхъ. Человѣческая рѣчь, раскаты грома, свистъ вѣ-

ра, журчанье ручья—все это состоитъ изъ разнородныхъ звуковъ, короткихъ и длинныхъ, сильныхъ и слабыхъ; одни изъ нихъ пріятны для нашего слуха, другіе, наоборотъ, раздражаютъ насъ.

Отчего же происходитъ звукъ и отчего мы его слышимъ? Посмотримъ внимательно, что происходитъ съ предметомъ, когда онъ звучитъ. Если по натянутой струнѣ слегка ударить пальцемъ, она начинаетъ быстро колебаться, дрожать и издаетъ звукъ; когда звонарь бьетъ въ колоколъ, колоколъ тоже дрожитъ, и слышится звонъ. Однимъ словомъ, звукъ появляется всякій разъ, когда струна, колоколъ, кожа на барабанѣ начинаетъ чуть замѣтно быстро колебаться. Если колебанія эти остановить, то тотчасъ же прекращается и звукъ. Придержимъ осторожно пальцами дрожащую струну, она перестанетъ колебаться, и звукъ отъ нея пропадетъ.

Не всякое тѣло можетъ, отъ удара быстро колебаться, а слѣдовательно, издавать звукъ. Лучшие всѣхъ производятъ звукъ тѣла упругія, какъ напр., многіе металлы: серебро, сталь, мѣдь; изъ нихъ готовятъ струны, колокола; тѣла же мало упругія, какъ свинецъ, воскъ, звуковъ вовсе не издаютъ.

Разъ звукъ появился, онъ разносится во всѣ стороны, и, если мы находимся не особенно далеко, мы слышимъ его. Не всегда надо быть вблизи звучащаго предмета, чтобы слышать звуки. Бываютъ звуки настолько сильные, какъ напр., звонъ большого церковнаго колокола, выстрѣлъ изъ пушки, что мы слышимъ ихъ за нѣсколько верстъ, хотя и не видимъ, откуда они несутся.

Какъ же это тѣло, находясь такъ далеко отъ насъ, едва замѣтнымъ своимъ дрожаніемъ можетъ передавать намъ звукъ? Мы знаемъ, что земля наша окружена воздухомъ. По воздуху звукъ и доходитъ до насъ.

Всякому приходилось видѣть, что если бросить въ воду камень или другое твердое тѣло, то вокругъ того мѣста, гдѣ камень упалъ, появляются расходящіеся волнистые круги; сначала образуются высокія круглыя волны, а затѣмъ волны становятся все меньше, пока не перей-

дутъ въ едва замѣтную рябь. Эти круги изъ водяныхъ волнъ происходятъ оттого, что камень, упавъ, вдавилъ подъ собой частицы воды; частицы эти тянутъ за собою сосѣднія, и вода начинаетъ двигаться и волноваться. То же самое происходитъ въ воздухѣ, когда въ немъ колеблется какое-нибудь тѣло: колеблющееся тѣло толкаетъ воздушныя частицы, которыя окружаютъ его; эти частицы передаютъ толчки сосѣднимъ, и въ воздухѣ распространяется, идетъ во всѣ стороны невидимое дрожаніе его частицъ, при чемъ и образуются такъ называемыя *звуковыя волны*; расходясь въ воздухѣ, звуковыя волны достигаютъ насъ и попадаютъ въ наше ухо; въ ухѣ есть тонкія перепонки, которыя отъ ударовъ звуковыхъ волнъ сами начинаютъ колебаться и сообщаютъ колебанія слуховымъ нервамъ, — тогда мы слышимъ звукъ. Иногда звуки бываютъ такъ сильны, что заставляютъ дрожать разные предметы; такъ, часто отъ громовыхъ ударовъ въ окнахъ дрожатъ стекла. Если отъ тѣла, которое колеблется и производитъ звукъ, удалить воздухъ, то звука не будетъ слышно. Гдѣ воздухъ рѣже, тамъ звуки слышны слабѣе: такъ бываетъ на высокихъ горахъ, гдѣ воздухъ рѣдокъ.

Теперь понятно, что мы слышимъ звукъ, когда быстрыя колебанія дрожащаго тѣла (не менѣе 32 разъ въ секунду) передаются черезъ воздухъ нашему уху.

Не только твердыя тѣла, но и жидкія, какъ вода, и газообразныя, какъ воздухъ, при колебаніяхъ образуютъ звуковыя волны. Въ открытомъ морѣ, гдѣ далеко кругомъ нѣтъ твердыхъ тѣлъ, часто бываетъ слышенъ плескъ, который происходитъ отъ ударовъ водяныхъ частицъ о водяныя. Прогоняя воду черезъ трубы, можно заставить звучать ихъ; въ этомъ случаѣ звукъ вызывается колебаніями частицъ воды. Въ духовыхъ инструментахъ раздается звукъ, когда мы вдвигаемъ въ нихъ воздухъ; при этомъ звукъ происходитъ отъ колебанія частицъ воздуха. Удары грома въ небѣ, гдѣ нѣтъ твердыхъ тѣлъ, происходятъ отъ сильныхъ внезапныхъ сотрясеній воздуха, которыя образуютъ звуковыя волны, долетающія до насъ.

Мы говорили, что звукъ отъ колеблющагося тѣла передается намъ черезъ воздухъ; но онъ можетъ доходить къ намъ и по твердому тѣлу. Иныя твердыя тѣла проводятъ звукъ даже лучше, чѣмъ воздухъ. Мы еле слышимъ тиканье карманныхъ часовъ, когда держимъ ихъ въ рукѣ; но если положимъ ихъ на столъ и приложимъ ухо къ столу, то на томъ же разстояніи отъ часовъ гораздо яснѣе услышимъ стукъ маятника. Вѣроятно, каждому извѣстно, что топотъ лошади гораздо лучше слышенъ, если приложить ухо къ землѣ. Въ обоихъ случаяхъ звукъ передается по твердому тѣлу. Но звукъ передается и по жидкостямъ. Иногда, чтобы покормить рыбъ, ихъ сзываютъ звономъ; въ этомъ случаѣ звукъ доходитъ до рыбъ черезъ воду.

Звуковые волны бѣгутъ по воздуху очень быстро, но иногда можно замѣтить время, въ которое звукъ доходитъ до насъ. При пушечномъ выстрѣлѣ, если мы находимся далеко отъ него, мы раньше замѣчаемъ дымъ отъ выстрѣла, а спустя нѣкоторое время слышимъ выстрѣлъ. Молнія и громъ въ небѣ происходятъ въ одно время, а мы всегда раньше видимъ молнію, а потомъ уже слышимъ громъ. Найдено, что звукъ пробѣгаетъ въ одну секунду треть версты или въ минуту около 20 верстъ.

Когда звуковые волны встрѣчаютъ на своемъ пути препятствіе, онѣ отскакиваютъ и возвращаются къ прежнему мѣсту, подобно тому, какъ морская волна, ударившись о прибрежныя скалы, бѣжитъ обратно. Когда мы говоримъ въ большой пустой комнатѣ, наши слова кажутся намъ громче; это потому, что звуки нашей рѣчи отражаются и отъ стѣнъ, и отъ потолка, и всѣ эти отраженные звуки сливаются въ одинъ. Въ комнатѣ съ мягкой мебелью голосъ не такъ громко звучитъ по той причинѣ, что мягкіе предметы плохо отражаютъ звукъ. Когда звукъ отражается отъ далекихъ предметовъ, онъ доходитъ до насъ черезъ нѣкоторое время послѣ того, какъ онъ произведенъ, и тогда мы сначала слышимъ первоначальный звукъ, а потомъ, немного спустя, — отраженный. Такіе отголоски называются эхомъ. Въ горахъ, гдѣ звукъ на-

ходить себѣ много преградъ, часто можно слышать эхо. Вотъ почему въ гористыхъ мѣстностяхъ гроза наводитъ особенный страхъ: раскаты грома здѣсь сильнѣе и чаще слѣдуютъ другъ за другомъ.

О С ВѢТѢ

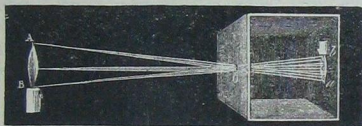
Днемъ землю освѣщаетъ солнце; когда же оно заходитъ и становится темно, тогда люди пользуются искусственнымъ свѣтомъ: зажигаютъ лучину, свѣчи, керосиновые лампы; лучина, свѣча, керосинъ горятъ и этимъ даютъ свѣтъ. Но свѣтъ получается не только при горѣнии: если желѣзный брусокъ или камень сильно накалить въ печи, то въ темнотѣ онъ тоже свѣтитъ, пока не остынетъ.

Свѣтъ отъ темноты человѣкъ отличаетъ посредствомъ зрѣнія; при свѣтѣ глазами онъ видитъ все окружающее. Но для того, чтобы хорошо видѣть, нужны не только глаза и свѣтящіе предметы; надо, чтобы между глазами и свѣтящими предметами, или, какъ говорятъ, *источниками свѣта*, находились прозрачныя тѣла, какъ воздухъ, стекло. Солнце, напр., свѣтитъ такъ ярко, что на него и смотрѣть трудно, а набѣжить большая грозовая туча, закроетъ его, и все потемнѣетъ. Свѣчка освѣщаетъ комнату; накроемъ ее, и въ комнатѣ станетъ темно, хотя свѣча и горитъ.

Отъ солнца и отъ всякихъ другихъ свѣтящихъ тѣлъ свѣтъ въ прозрачныхъ тѣлахъ расходится во все стороны лучами. Лучи свѣта идутъ по прямой линіи. Если по пути попадается какой-нибудь непрозрачный предметъ, то лучи освѣщаютъ его съ той стороны, откуда идутъ, но не проходятъ дальше за предметъ; вотъ почему по другую сторону непрозрачнаго тѣла отъ него падаетъ тѣнь.

Всякому легко сдѣлать слѣдующій опытъ: возьмемъ свѣчу и поставимъ ее противъ бѣлой стѣны, на небольшомъ разстояніи отъ нея; приготовимъ большой кусокъ картона съ отверстіемъ, сдѣланнымъ въ немъ булавкой:

этотъ картонъ помѣстимъ посрединѣ между стѣной и свѣчой такъ, чтобы отверстіе приходилось противъ середины пламени. Тогда на стѣнѣ, на тѣни отъ картона, увидимъ изображеніе пламени, только вверхъ ногами:



свѣтильня сверху, а язычокъ пламени внизу. Происходить это вотъ отчего. Отъ всѣхъ частей пламени свѣтъ расходитъ лучами во всѣ стороны; падаютъ эти лучи и на картонъ, но пройти черезъ него не могутъ; только тѣ лучи проходятъ, которые попадаютъ въ отверстіе картона. Средняя часть пламени освѣщаетъ стѣну какъ разъ противъ отверстія. Верхушка пламени находится выше отверстія, и отъ нея только тѣ лучи попадаютъ въ отверстіе, которые идутъ внизъ; за картономъ они встрѣчаютъ стѣну и освѣщаютъ ее ниже отверстія. Отъ нижней части пламени попадаютъ въ отверстіе и проходятъ за картонъ только лучи, идущіе вверхъ; они освѣщаютъ стѣну выше отверстія. Такимъ образомъ, выходитъ, что нижняя часть пламени освѣщаетъ мѣсто стѣны выше отверстія, а верхняя часть пламени—мѣсто ниже отверстія, и на стѣнѣ получается изображеніе пламени перевернутымъ. Этого не было бы, если бы лучи свѣта не шли по прямой линіи.

Свѣтъ распространяется отъ источника свѣта съ страшной быстротой. Чтобы узнать скорость лучей свѣта, ученымъ пришлось устроить очень сложные приборы и машины; съ помощью ихъ ученые опредѣлили, что лучъ свѣта проходитъ въ одну секунду почти 300 тысячъ верстъ.

Дѣти часто забавляются тѣмъ, что подставляютъ солнечнымъ лучамъ блестящій ножики или кусочекъ стекла; тогда на стѣнахъ или на потолкѣ комнаты появляется

яркое свѣтлое пятно и быстро бѣгаетъ во всѣ стороны при поворачиваніи ножика или стеклышка. Происходить это оттого, что солнечный лучъ, встрѣтивъ гладкую поверхность, отскакиваетъ, отражается отъ нея. Явленіе это называется *отраженіемъ свѣта*. Солнечные лучи отражаются отъ всѣхъ предметовъ, но чѣмъ глаже поверхность тѣла, тѣмъ они лучше отражаются. Зеркало прекрасно отражаетъ лучи; когда же на него насадеть пыль или оно запотѣетъ, то поверхность его станетъ негладкой, и оно уже не такъ хорошо отражаетъ лучи.

Поставимъ человѣка прямо передъ зеркаломъ; свѣтъ отъ его лица, одежды падаетъ на зеркало, отскакиваетъ прямо назадъ, попадаетъ въ глаза, и человѣкъ видитъ себя въ зеркалѣ. Если онъ станетъ на нѣсколько шаговъ лѣвѣе, то свѣтъ отъ него упадетъ на зеркало подъ косымъ угломъ и отразится въ другую сторону, вправо; поэтому человѣкъ уже не будетъ видѣть себя въ зеркалѣ; его можетъ увидать въ зеркалѣ тотъ, кто станетъ не лѣво и не прямо противъ зеркала, а вправо. И чѣмъ лѣвѣе станетъ одинъ, тѣмъ правѣе долженъ стать другой, чтобы увидѣть въ зеркалѣ перваго. Такимъ образомъ, лучи свѣта подъ какимъ угломъ падаютъ, подъ такимъ же угломъ и отражаются, только въ другую сторону. При отраженіи весь путь луча представляетъ уже не прямую линію, а ломанную, при чемъ переломъ приходится у самаго зеркала.

Лучъ мѣняетъ свое направленіе и тогда, когда переходитъ изъ одного прозрачнаго тѣла въ другое, напр., изъ воды въ воздухъ. Всякій, вѣроятно, видѣлъ, что если въ воду опустить не прямо, а косо прямую палку или весло, то оно кажется какъ будто сломаннымъ. Опустивъ карандашъ въ стаканъ съ водой, увидимъ то же самое. Это явленіе называется *преломленіемъ свѣта*. Отъ погруженной въ воду части карандаша, лучи свѣта идутъ въ водѣ по прямой линіи, но когда лучъ изъ воды переходитъ въ воздухъ, то онъ уже не идетъ



по прежнему пути, но отклоняется немного въ сторону, преломляется и затѣмъ уже попадаетъ въ глазъ; оттого глазу и кажется, что нижняя часть карандаша наклонена иначе, чѣмъ верхняя, а весь карандашъ кажется надломаннымъ.

Такимъ образомъ, мы знаемъ, что отъ источника свѣта лучи расходятся во всѣ стороны по прямымъ линіямъ; если лучи эти встрѣчаютъ на своемъ пути какія-нибудь тѣла, то они задерживаются ими или проходятъ насквозь, отражаются или преломляются. Зная это, можно понять и объяснить себѣ многія явленія, которыя раньше казались непонятными. Отчего, напр., тѣни отъ стоящихъ людей въ полдень короткія, а утромъ и вечеромъ длинныя? Отчего бываетъ затменіе солнца? Отчего при освѣщеніи двумя свѣчами отъ палки на стѣну падаютъ двѣ тѣни? Отчего нельзя ничего видѣть черезъ изогнутую трубку?

Отчего происходитъ радуга.

Кто видѣлъ стеклянныя подвѣски на подсвѣчникахъ и люстрахъ въ домахъ или на паникадилахъ въ церквахъ, тотъ, вѣроятно, обращалъ вниманіе на то, какъ красиво отливаютъ разноцвѣтными огнями эти подвѣски, когда на нихъ попадаютъ лучи свѣта отъ свѣчей или отъ солнца. Если подвѣски качаются или если мы станемъ переходить съ мѣста на мѣсто, то цвѣтъ подвѣсокъ мѣняется: одна и та же подвѣска блеститъ то краснымъ, то зеленымъ свѣтомъ, то синимъ, то желтымъ и т. д. Точно такъ же блестятъ разноцвѣтными огнями брильянты и граненая стеклянная посуда. Замѣчательно при этомъ то, что ни стеклянныя подвѣски, ни посуда, ни брильянты сами по себѣ не имѣютъ никакого цвѣта, — они совершенно безцвѣтны; но стоитъ только упасть на нихъ яркому свѣту отъ свѣчей или отъ солнца — и стеклянныя подвѣски, точно такъ же, какъ посуда и брильянты, начинаютъ играть разноцвѣтными огнями. Откуда же берется этотъ разноцвѣтный свѣтъ?

Долго никто не могъ объяснить этого, пока, наконецъ, знаменитому англійскому ученому Ньютону не пришлось въ голову сдѣлать нѣсколько опытовъ. Опыты эти не трудно понять, а нѣкоторые изъ нихъ можно легко сдѣлать и самому. Вотъ главнѣйшіе изъ нихъ.



Рис. 1. Трехгранная призма.

Выберемъ такую комнату, окна которой выходятъ на солнечную сторону. Закроемъ всѣ окна ставнями или картономъ; такимъ образомъ, получимъ совершенно темную комнату. Если въ ставнѣ или въ картонѣ сдѣлать небольшое отверстіе, величиною, напр., въ гривенникъ, то въ комнату черезъ это отверстіе пройдетъ яркій пучокъ солнечнаго свѣта. Возьмемъ такъ называемую трехгранную стеклянную призму (рис. 1), поставимъ ее на пути пучка свѣта такъ, какъ показано на рис. 2-мъ,

и мы увидимъ слѣдующее:

1. Пройдя черезъ призму, пучокъ свѣта *измѣнитъ свое направленіе*: до призмы онъ шелъ сверху внизъ, а послѣ призмы идетъ снизу вверхъ; слѣдовательно, *пучокъ свѣта, проходя призму, преломляется*.

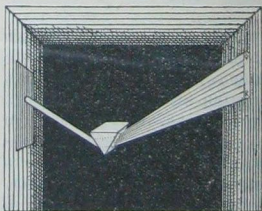


Рис. 2. Преломленіе свѣта въ призмѣ.

2. Отъ окна до призмы пучокъ свѣта имѣетъ всюду одну и ту же ширину; а пройдя призму, онъ начинаетъ расширяться, и чѣмъ далѣе отъ призмы, тѣмъ онъ шире; эта расширенная часть пучка оказывается какъ бы

окрашенной и какъ бы составленной изъ семи цвѣтныхъ пучковъ свѣта: фіолетоваго, синяго, голубого, зеленого, желтаго, оранжеваго и краснаго. Если на пути этого расширеннаго пучка поставить бѣлую бумагу или же если онъ встрѣтитъ бѣлую стѣну, то какъ на бумагѣ, такъ и на стѣнѣ мы увидимъ радужную полоску, состоя-

щую изъ перечисленныхъ выше семи цвѣтовъ. Такая полоска называется *солнечнымъ спектромъ*.

3. Если мы сами станемъ на пути лучей свѣта, идущихъ отъ призмы, и повернемся лицомъ къ призмѣ такъ, чтобы этотъ свѣтъ попадалъ въ наши глаза, то мы увидимъ, что призма будетъ блестѣть разными цвѣтами.

Но откуда же берутся эти цвѣтные лучи? Ньютонъ объяснилъ это такъ. Обыкновенный безцвѣтный или, какъ говорятъ, бѣлый свѣтъ не есть простой свѣтъ, а сложный; онъ состоитъ изъ лучей семи цвѣтовъ: краснаго, оранжеваго, желтаго, зеленаго, голубого, синяго и

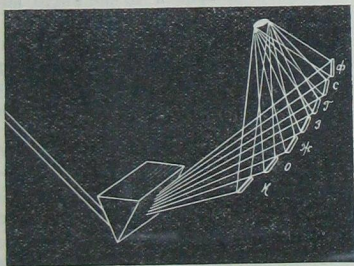


Рис. 3. Образованіе бѣлаго цвѣта посредствомъ отраженія всѣхъ семи цвѣтныхъ пучковъ свѣта въ одно и то же мѣсто.

фіолетоваго. Когда всѣ эти лучи смѣшаны вмѣстѣ, они кажутся намъ бѣлымъ цвѣтомъ; если же эти лучи раздѣляются, то мы увидимъ каждый цвѣтъ отдѣльно. Это можно подтвердить многими опытами. Такъ, на примѣръ, если взять сферическое зеркало и расположить его на пути цвѣтныхъ лучей, вышедшихъ изъ призмы, такъ, чтобы лучи, попавъ на зеркало, отражались отъ него на одно и то же мѣсто стѣны или потолка, то мы увидимъ тамъ свѣтлое пятно бѣлаго цвѣта (рис. 3).

Особенно интересно произвести этотъ опытъ въ такомъ порядкѣ: сначала установить зеркало такъ, чтобы оно отражало, на примѣръ, фіолетовый цвѣтъ; тогда на

потолкъ или на стѣнѣ, куда упадетъ этотъ свѣтъ, мы увидимъ фіолетовое пятно; потомъ отразимъ синій цвѣтъ—мы увидимъ, что цвѣтъ пятна измѣнился; пустимъ на зеркало третьи лучи—цвѣтъ пятна опять измѣнится и т. д. Цвѣтъ пятна все будетъ мѣняться, пока не направимъ послѣднихъ лучей; тогда получится пятно бѣлаго цвѣта. Лучи спектра можно пропускать по одному, по два и т. д., закрывая или задерживая остальные бумажой. И такъ, этотъ опытъ показываетъ, что *отъ смѣшенія всѣхъ семи пучковъ цвѣтнаго свѣта, дѣйствительно, получается бѣлый цвѣтъ.*

Если направить на одно и то же мѣсто потолка или стѣны не всѣ семь пучковъ цвѣтнаго свѣта, а только два, три и т. д., выбирая ихъ въ какомъ угодно порядкѣ, наприимѣръ, то красный и синій, то красный и фіолетовый и т. д., то пятно будетъ получаться разныхъ цвѣтовъ, при чемъ иногда будутъ появляться и такіе цвѣта, какихъ нѣтъ въ спектрѣ, такъ, напр.: розовый (отъ соединенія краснаго и фіолетоваго), пурпурный, коричневый и т. д. Изъ этого слѣдуетъ заключить, что цвѣтные лучи, соединяясь по два, по три и т. д., могутъ дѣлать всевозможные отѣнки всѣхъ другихъ цвѣтовъ. Однако, опытъ смѣшенія цвѣтныхъ лучей помощью отраженія ихъ отъ зеркала требуетъ большого умѣнья и привычки производить опыты; поэтому не всякій сумѣетъ сдѣлать такой опытъ. Въмѣсто него, можно посоветовать слѣдующій, гораздо болѣе простой опытъ.

Возьмемъ призму въ руку и, пропустивъ черезъ нее пучокъ бѣлаго свѣта, получимъ на стѣнѣ солнечный спектръ. Если призму будемъ теперь медленно поворачивать, то и цвѣтъ въ спектрѣ будетъ перемѣщаться вверхъ и внизъ; при этомъ каждый изъ цвѣтовъ спектра, при измѣненіи положенія призмы, будетъ становиться на то мѣсто, гдѣ передъ тѣмъ получались другіе цвѣта. Если станемъ быстро шатать призму вверхъ и внизъ, то разные цвѣта спектра, быстро слѣдуя одинъ за другимъ, будутъ получаться на одномъ и томъ же мѣстѣ стѣны, и на серединѣ того мѣста, гдѣ видны разноцвѣтные полосы, увидимъ совершенно бѣлый свѣтъ.

Вырѣжемъ кружокъ картона какой угодно величины и наклеимъ на него семь кусковъ цвѣтной бумаги такъ, какъ показано на рисункѣ (см. рис. 4). Если такой кружокъ начать быстро вертѣть, то вмѣсто семи цвѣтовъ, которые есть на кружкѣ, мы увидимъ только одинъ почти бѣлый или сѣроватый. Совершенно бѣлымъ кружокъ не будетъ казаться, потому что не существуетъ цвѣтныхъ бумагъ точно такихъ же цвѣтовъ, какіе встрѣчаются въ солнечномъ спектрѣ. Если затѣмъ приготовить еще нѣсколько картонныхъ кружковъ, на которые наклеить цвѣтную бумагу только двухъ или трехъ какихъ-



Рис. 4. Кружокъ для получения бѣлаго цвѣта.



Рис. 5. Кружокъ для соединенія нѣсколькихъ цвѣтовъ.

либо цвѣтовъ (какъ, на примѣръ, на рис. 5), то при быстромъ вращеніи каждого такого кружка получится такой цвѣтъ, который образуется отъ соединенія выбранныхъ цвѣтовъ.

Убѣдившись въ томъ, что бѣлый цвѣтъ, дѣйствительно, состоитъ изъ соединенія разноцвѣтныхъ лучей, въ которыхъ различаютъ семь главныхъ цвѣтовъ, Ньютонъ объяснилъ также и то, отчего бѣлый цвѣтъ, пройдя черезъ стеклянную призму, раздѣляется на эти семь цвѣтовъ. Онъ обратилъ вниманіе на то, что пока солнечный свѣтъ идетъ отъ окна до призмы, онъ идетъ сверху внизъ, а пройдя чрезъ призму, онъ уже идетъ снизу вверхъ (см. рис. 2), то-есть мѣняетъ свое направленіе, или преломляется. Но при этомъ фіолетовые лучи располагаются всего выше, синіе идутъ немного ниже, голубые еще ниже и т. д.; всего ниже располагаются красные; слѣдовательно, *фіолетовые лучи преломляются всего сильнѣе*, т. е. отклоняются отъ прежняго пути всего болѣе, синіе преломляются слабѣе, голубые еще

слабѣе и т. д.; *всего слабѣе преломляются красные лучи*. Пучокъ лучей по выходѣ изъ призмы потому и расширяется, что различные цвѣтные лучи преломляются различно—одни сильнѣе, другіе слабѣе; если бы всѣ лучи преломлялись въ призмѣ одинаково сильно, то по выходѣ изъ нея они шли бы пучкомъ одинаковой толщины, т. е. шли бы всѣ вмѣстѣ, и мы, вмѣсто цвѣтныхъ лучей, видѣли бы бѣлый цвѣтъ; но такъ какъ лучи преломляются въ призмѣ неодинаково сильно, то, по выходѣ изъ

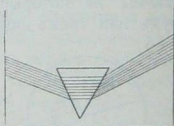


Рис. 6. Такъ шли бы лучи, если бы они всѣ преломлялись одинаково.

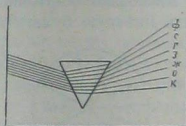


Рис. 7. Такъ идутъ лучи въ дѣйствительности, потому что различные цвѣтные лучи преломляются неодинаково сильно.

призмы, они расходятся, и мы видимъ каждый цвѣтъ отдѣльно (сравните рис. 6 и 7).

Припомнимъ теперь все то, что мы узнали относительно свѣта:

1. Бѣлый цвѣтъ не есть простой цвѣтъ, а сложный; онъ состоитъ изъ смѣси семи цвѣтовъ: краснаго, оранжеваго, желтаго, зеленаго, голубого, синяго и фіолетоваго.

2. Пройдя черезъ призму, лучи свѣта отклоняются отъ прежняго пути, т. е. преломляются; различные цвѣтные лучи преломляются при этомъ неодинаково сильно.

И такъ, мы знаемъ, что свѣтъ преломляется и раздѣляется на цвѣта, если мы поставимъ на его пути что-нибудь граненое и прозрачное: призму, граненую посуду и т. п. Но это еще не все. Возьмемъ стеклянный шарикъ, наполненный водой. Въ темной комнатѣ черезъ маленькое отверстіе пропустимъ пучокъ свѣта и поставимъ на пути его нашъ шарикъ. Пучокъ свѣта, попадая на шарикъ, преломится и разложится, но уже не въ видѣ полосокъ, какъ при преломленіи въ призмѣ, а въ видѣ

или когда дождь у насъ почти прекратился, т. е. когда воздухъ возлѣ насъ уже достаточно прояснился, но тамъ, гдѣ образуется радуга, еще идетъ дождь; когда прекратится тамъ дождь, исчезнетъ и радуга. Происходитъ радуга вслѣдствіе преломленія свѣта въ капелькахъ дождя; каждая дождевая капелька—это нашъ шарикъ съ водой въ маленькомъ видѣ; лучи солнца, попадая въ капельки, преломляются и разбиваются на цвѣта, образуя кружки, какъ и въ нашемъ опытѣ съ шарикомъ; всѣ же капельки даютъ радугу, т. е. часть большого разноцвѣтнаго круга. Радуга и солнце всегда находятся на противоположныхъ сторонахъ, такъ что, когда мы видимъ радугу, солнце всегда бываетъ у насъ сзади.

Т е п л о т а.

I.

Тепло и холодъ хорошо знакомы каждому. Всякій ребенокъ чувствуетъ, тепло ему или холодно, и легко отличить горячій предметъ отъ холоднаго. Тепло и холодъ мы различаемъ осязаніемъ; чтобы узнать, тепла ли вода, мы опускаемъ въ нее руку. Не разъ случается обжечься, взявшись за горячую вещь, потому что по виду не всегда узнаешь, насколько она нагрѣта. Но и осязаніе насъ иногда обманываетъ: часто одинаково нагрѣтый предметъ въ одномъ случаѣ кажется намъ холоднымъ, а въ другомъ — теплымъ. Возьмемъ три кувшина: одинъ съ холодной водой, другой съ горячей, третій съ комнатной. Опустимъ руку сначала въ холодную воду, а потомъ въ комнатную; комнатная вода покажется намъ теплой. Теперь опустимъ руку въ горячую воду, а потомъ опять въ комнатную,—та же вода уже покажется намъ холодной. Если войдемъ съ мороза въ сѣни, намъ покажется тепло, а войдемъ туда же изъ теплой комнаты, скажемъ холодно. Такія наблюденія показываютъ намъ, что хотя ощущенія тепла и холода различны, но происходятъ отъ одной причины — отъ *теплоты*, которая есть во всякомъ тѣлѣ. Теплоты мы не видимъ, но чувствуемъ, когда ея становится больше или меньше.

Тѣло, въ которомъ много тепла, кажется намъ наощупь горячимъ; тѣло же, въ которомъ тепла мало или которое охлаждаетъ наше тѣло, кажется намъ холоднымъ.

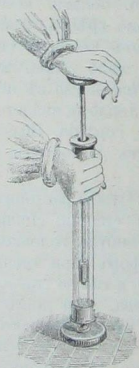
Нѣтъ на землѣ такого холоднаго тѣла, въ которомъ совсѣмъ не было бы теплоты; не бываетъ такого мороза, чтобы въ воздухѣ вовсе не осталось тепла. Для жизни теплота такъ же необходима, какъ воздухъ и свѣтъ; безъ нея на землѣ все было бы мертво и неподвижно. Откуда же берется на землѣ теплота? Конечно, больше всего отъ солнца: всѣ мы чувствуемъ, какъ оно грѣетъ, и видимъ, какъ весною оживаетъ земля отъ теплоты его лучей. Зимой же, когда солнце даетъ мало тепла, мы топимъ печи въ домахъ. Печь нагрѣвается, когда въ ней горитъ какое-нибудь топливо; значитъ, тепло появляется не только отъ солнца, но также отъ горѣнія. Всякій горящій предметъ даетъ теплоту: грѣетъ и костеръ, и зажженная лампа.

Но ничто не загорается само собою. Чтобы растопить печь, зажечь лампу или лучину, нужны спички; спичка вспыхиваетъ, если потереть ее обо что-нибудь головкой, намазанной сѣрой и фосфоромъ; фосфоръ при треніи загорается и зажигаетъ сѣру, а потомъ и самую спичку. Можно зажечь и просто два куска дерева, если долго и сильно тереть ихъ одинъ о другой. Такъ добываютъ огонь дикари. Отъ тренія загорается ось телѣги, если колеса не подмазаны. Когда пилать, то желѣзо пилы такъ нагрѣвается, что объ него можно обжечься. Значитъ, *трение* бываетъ также причиною появленія теплоты; этимъ *источникомъ тепла* мы пользуемся теперь для добыванія огня помощью спичекъ.

Не такъ давно вмѣсто спичекъ употребляли огниво: огонь высѣкали, ударяя кускомъ стали о камень; отъ удара появлялась искра, которая зажигала трутъ. Эта искра есть ничто иное, какъ отскочившій кусочекъ стали, раскалившійся вслѣдствіе удара о камень. Когда лошадь быстро бѣжитъ по мостовой, то изъ-подъ копытъ ея часто летятъ искры, оттого, что подковы ударяютъ о твердые камни. Отъ *удара* одного тѣла о другое всегда

появляется теплота: когда мы бьемъ молотомъ по наковальнѣ, то и молотъ, и наковальня нагрѣваются.

Труднѣе замѣтить, что теплота вызывается въ большинствѣ случаевъ и *сжатіемъ* предмета. Чтобы убѣдиться въ этомъ, надо сдѣлать такой опытъ: возьмемъ стеклянную трубку съ толстыми стѣнками, закрытую съ одного конца; вставимъ въ нее поршень, который не пропускалъ бы воздуха, и прикрѣпимъ къ поршню кусочекъ тута; если сильно толкнуть поршень въ трубку, то онъ надавитъ на воздухъ, сожметъ его; отъ этого сжатія получится такъ много тепла, что трутъ можетъ затлѣться.



Замѣчено еще, что теплота получается при *гніеніи* какого-нибудь тѣла. Если зерновой хлѣбъ ссыпать въ амбаръ, не просушивъ хорошенько, то онъ начнетъ гнить, „погоритъ“, какъ говорятъ крестьяне. И дѣйствительно, гніеніе походитъ на медленное горѣніе: гнѣющее тѣло такъ же чернѣетъ и затѣмъ распадается, какъ и горящее. Но измѣненіе гнѣющаго тѣла происходитъ медленнѣе, чѣмъ при горѣніи, и тепло выделяется не такъ замѣтно, какъ при горѣніи. Однако, бывали случаи, что загнившая

внутри копна сѣна загоралась вслѣдствіе гніенія.

И такъ, солнце, треніе, ударъ, сжатіе, горѣніе и гніеніе вызываютъ теплоту, почему ихъ можно называть *источниками тепла*.

Можно подумать, что и одежда источникъ тепла, потому что и она, будто бы, грѣетъ. Правда, намъ теплѣе зимою въ шубѣ, но можетъ ли самая теплая шуба согрѣть камень? Растаетъ ли подъ ней снѣгъ или ледъ? Сдѣлаемъ опытъ и убѣдимся, что даже самый лучшій мѣхъ не даетъ тепла: подъ нимъ можетъ согрѣться только живое существо, въ самомъ тѣлѣ котораго есть теплота. Значить, одежда сама по себѣ не есть источ-

никъ тепла; она только сохраняетъ въ тѣлѣ ту теплоту, которая въ немъ уже есть.

Подержимъ въ рукѣ мѣдную монетку — она согрѣется; возьмемъ кусочекъ льду — онъ начнетъ таять, а рукѣ будетъ холодно, потому что теплота будетъ передаваться отъ руки льду. Мы постоянно замѣчаемъ, что одно тѣло отдаетъ теплоту другому, которое холоднѣе его: нальемъ кипятку въ стаканъ — стекло стакана тотчасъ же нагрѣется; опустимъ въ кипятокъ металлическую ложечку — она станетъ горячѣе; возьмемся за нее — теплота передается рукѣ, и мы можемъ обжечься. Если всунемъ въ печку конецъ желѣзной кочерги и оставимъ ее такъ, то скоро и другой конецъ ея настолько нагрѣется, что за него нельзя будетъ взяться.

Однако, не по всѣмъ тѣламъ теплота можетъ распространяться одинаково скоро. Возьмемъ три палочки, мѣдную, деревянную и стеклянную, и будемъ нагрѣвать конецъ каждой на свѣчкѣ: по мѣдной теплота скоро разойдется, и вся палочка раскалится такъ, что ее нельзя будетъ держать въ рукѣ; стеклянная будетъ нагрѣваться медленно, и ее можно будетъ долго держать въ рукѣ; деревянная же палочка вся не согрѣется: одинъ конецъ ея можетъ даже загорѣться, въ то время какъ другой будетъ оставаться холоднымъ. Изъ этого опыта мы узнаемъ, что не всѣ тѣла одинаково хорошо пропускаютъ или, какъ говорятъ, *проводятъ* теплоту.

Пробуя разныя тѣла, мы легко убѣдимся, что всѣ металлы хорошо проводятъ тепло; другія тѣла, какъ напимѣръ, кость и стекло, — хуже, и, наконецъ, есть тѣла, которыя совсѣмъ плохо проводятъ тепло, напимѣръ: дерево, бумага, шерсть, пухъ, воздухъ. Тѣла, которыя скоро проводятъ теплоту, называются *хорошими проводниками* теплоты; тѣ же, по которымъ тепло распространяется медленно, называются *дурными проводниками* теплоты. Металлы — хорошіе проводники тепла, а дерево, бумага, мѣхъ, воздухъ — дурные. Поэтому деревянная ложка въ горячемъ кушаньѣ не нагрѣвается, какъ серебряная; зато на металлической ложкѣ кушанье скорее стынетъ, отдавая свою теплоту ложкѣ. Хорошіе про-

водники тепла скорѣе нагрѣваются и скорѣе остываютъ, чѣмъ дурные. Поэтому желѣзная печь сильно раскаляется, но быстро остываетъ; изразцовая же печь нагрѣвается медленно, но держитъ тепло долго.

Дурные проводники тепла могутъ служить защитой отъ холода: мѣховая одежда не даетъ теплотѣ уходить изъ нашего тѣла; деревянные стѣны домовъ защищаютъ отъ мороза лучше, чѣмъ каменные. Вода, снѣгъ и ледъ также дурные проводники тепла. Поэтому зимою вода на днѣ рѣки не такъ остываетъ и бываетъ теплѣе, чѣмъ у поверхности; на большой глубинѣ вода сохраняетъ теплоту и въ самые сильные морозы, отчего рыбы и держатся зимою ближе ко дну. Ледъ также предохраняетъ воду рѣкъ и озеръ отъ сильнаго охлажденія. Снѣгъ зимою защищаетъ отъ мороза озимые посѣвы; въ безснѣжныя зимы они часто вымерзаютъ. Воздухъ также одинъ изъ самыхъ дурныхъ проводниковъ тепла. На зиму вставляютъ двойныя рамы, и слой воздуха, находящійся между рамами, не пропускаетъ тепла изъ комнатъ.

II.

Мы знаемъ, что смѣна временъ года зависитъ отъ солнца: зимою, когда солнце недолго остается на небѣ и невысоко подымается въ полдень, такъ что освѣщаетъ землю косыми лучами, у насъ бываетъ холодно; весною солнце поднимается выше, остается на небѣ дольше, — становится теплѣе. Не сразу отогрѣвается остывшая земля: ранней весною днемъ солнце замѣтно пригрѣваетъ, а воздухъ еще холоденъ, въ тѣни морозъ, а на солнцѣ тепло и таетъ снѣгъ. Теплота эта идетъ отъ солнца. Солнце посылаетъ намъ свое тепло не по проводнику: воздухъ дурной проводникъ тепла и не можетъ провести солнечной теплоты, да къ тому же воздухъ и не достигаетъ солнца: онъ окружаетъ землю слоемъ верстъ въ 200 въ вышину, а до солнца громадное разстояніе въ 144 милліона верстъ.

Какъ же посылаетъ намъ тепло такое далекое свѣтило? Оно посылаетъ намъ тепло вмѣстѣ со свѣтомъ лучами,

Отъ солнца идутъ лучи и свѣта, и тепла; лучи эти мы ощущаемъ, когда они падаютъ на наше тѣло. Теплота, которая распространяется лучами, называется *лучистой теплотой*. Лучи тепла идутъ не отъ одного солнца: грѣясь у костра или у горячей печки, мы тоже пользуемся лучистой теплотой. Всякое сильно нагрѣтое тѣло способно испускать лучи тепла.

Между лучами, идущими отъ разныхъ источниковъ, мы можемъ замѣтить различіе: отъ солнца и огня идутъ лучи, которые даютъ вмѣстѣ и свѣтъ, и тепло, а отъ горячей печки идетъ только тепло: мы чувствуемъ, какъ отъ нея пышетъ жаромъ, а свѣта не видимъ. Тѣ лучи, которые даютъ намъ и свѣтъ, и тепло вмѣстѣ, называются *свѣтлыми тепловыми лучами* (это тѣ же свѣтовые лучи, о которыхъ мы читали въ статьѣ о свѣтѣ); тѣ же лучи, которые даютъ только тепло, а свѣта не даютъ, называются *темными тепловыми лучами*. Они такіе же, какъ и свѣтлые тепловые лучи, только не дѣйствуютъ на глазъ и потому невидимы. Отъ зажженной лампы, отъ раскаленныхъ угольевъ идутъ свѣтлые лучи тепла; отъ каменныхъ стѣнъ, нагрѣтыхъ солнцемъ, отъ горячаго утюга, отъ котла съ кипяткомъ идутъ темные тепловые лучи. Если нагрѣвать кусокъ желѣза въ печи, то сначала оно будетъ распространять темные лучи тепла, которые мы почувствуемъ, если вынемъ желѣзо изъ печи и приблизимъ къ нему руку; когда же, продолжая нагрѣвать, мы накалимъ желѣзо докрасна, отъ него вмѣстѣ съ темными пойдутъ и свѣтлые лучи тепла; такое желѣзо будетъ грѣть сильнѣе, чѣмъ тогда, когда оно было темнымъ.

Нагрѣтое тѣло испускаетъ лучи тепла по всѣмъ направленіямъ. Темные лучи тепла такъ же, какъ и свѣтлые или свѣтовые, идутъ по прямой линіи, пока не встрѣтятъ препятствія. Встрѣтивъ на пути своемъ какое-нибудь тѣло, тепловые лучи нагрѣваютъ его, какъ бы отдаютъ ему свое тепло. Если мы станемъ около топящейся печки, то наше платье скоро согреется; если же подойдемъ слишкомъ близко, то оно можетъ отъ нагрѣванія лучами даже затлѣться. Наше платье при этомъ

не прикасается къ огню, но оно вбираетъ въ себя, *поглощаетъ* лучи тепла, идущіе отъ огня.

Не всѣ тѣла способны въ одинаковой степени поглощать теплоту лучей. Чтобы убѣдиться въ этомъ, будемъ ставить на пути солнечныхъ лучей преграды изъ различныхъ тѣлъ: деревянную дощечку, полированную пластинку металла, куски зеркала, стекла, покрытаго сажей, и чистаго стекла. Дерево нагреется сильнѣе металла, потому что блестящая металлическая пластинка отброситъ назадъ, отразитъ часть тепла, подобно тому, какъ отражаетъ свѣтъ. По той же причинѣ зеркало нагреется меньше закопченнаго стекла. Вообще, все блестящее, гладкое отражаетъ часть тепловыхъ лучей и нагревается менѣе, чѣмъ шероховатое. Сажа лучше другихъ тѣлъ поглощаетъ тепловые лучи. Черные предметы нагреваются сильнѣе бѣлыхъ и цвѣтныхъ, такъ какъ они болѣе поглощаютъ тепла; цвѣтные предметы отражаютъ значительную часть лучей и нагреваются слабѣе; предметы бѣлаго цвѣта отражаютъ лучи сильнѣе другихъ и поглощаютъ всего менѣе тепла. Поэтому лѣтомъ на солнцѣ не такъ жарко въ бѣломъ платѣ, какъ въ цвѣтномъ и, особенно, въ черномъ. Прозрачное, безцвѣтное стекло не только мало нагреется отъ лучей солнца, но и отразитъ лишь незначительную часть ихъ: почти все тепло отъ лучей солнца оно пропуститъ сквозь себя, какъ пропускаетъ свѣтъ. Поэтому, стоя у окна, освѣщеннаго солнцемъ, мы чувствуемъ теплоту солнечныхъ лучей; если же закроемъ ставни, то дерево не пропуститъ ни тепла, ни свѣта. Не всѣ прозрачныя тѣла пропускаютъ тепло: сквозь пластинку льда хорошо виденъ свѣтъ, между тѣмъ какъ тепло ледъ пропускаетъ слабо.

Тѣла, пропускающія лучистую теплоту, называются *теплопрозрачными*. Каменная соль пропускаетъ лучи тепла лучше, чѣмъ стекло: даже слабые темные лучи тепла могутъ проникнуть сквозь нее, тогда какъ стекло такіе лучи задерживаетъ.

Люди умѣли воспользоваться свойствомъ стекла пропускать свѣтлые тепловые лучи солнца и задерживать

слабые темные тучи. Въ парникахъ покрываютъ растенія стеклянными рамами; стекло свободно пропускаетъ днемъ свѣтъ и тепло солнечныхъ лучей, ночью же, когда земля начинаетъ остывать, испуская, въ свою очередь, теплоту, стекло не пропускаетъ этихъ слабыхъ темныхъ лучей тепла, идущихъ отъ земли, и задерживаетъ тепло въ пространствѣ, закрытомъ рамой.

Воздухъ, окружающій землю, теплопрозраченъ: онъ пропускаетъ тепловые лучи, которые отдаютъ свое тепло землѣ. Зимой же, когда земля больше испускаетъ тепла, чѣмъ получаетъ отъ солнца, воздухъ не задерживаетъ и этихъ лучей, уносящихъ тепло отъ земли.

Если небо покрыто тучами, то онѣ задерживаютъ тепло, уходящее отъ земли, и земля не такъ остываетъ. Поэтому въ облачные дни зимою бываетъ не такъ холодно, какъ въ иные ясные. Послѣ ясной ночи обыкновенно бываетъ холодное утро, такъ какъ ночью тепло безпрепятственно уходило отъ земли.

Проходя черезъ теплопрозрачныя тѣла, лучи тепла измѣняютъ свое направленіе, *преломляются*, и ихъ можно собрать посредствомъ двояковыпуклаго стекла. Поставимъ такое стекло на пути солнечныхъ лучей; лучи будутъ падать на стекло всѣ по одному направленію, но, пройдя черезъ стекло, лучи измѣнятъ свое направленіе и сойдутся по другую сторону стекла въ одной точкѣ. Въ этой точкѣ соберется такъ много тепла, что можно больно обжечь руку, а спичка безъ тренія загорается. Если подставимъ въ этой точкѣ бумагу, то увидимъ на ней яркое свѣтлое пятнышко, и скоро бумага въ этомъ мѣстѣ затлѣется.



Двояковыпуклое
стекло, собирающее
лучи.

Такимъ образомъ, мы узнали, что темные тепловые лучи во многомъ сходны съ свѣтлыми тепловыми лучами, или, какъ мы ихъ иначе называемъ, лучами свѣта, хотя сначала и кажется, что между ними мало общаго, потому что свѣтлые лучи дѣйствуютъ на глазъ, бываютъ видимы, темные же тепловые лучи невидимы; они только осегаются всею поверхностью тѣла.

III.

Тепла нельзя видѣть, но горячій предметъ отъ холоднаго иногда можно отличить съ перваго взгляда. Напримѣръ, когда отъ воды, стоящей на плитѣ, идетъ клубами паръ, то всякій знаетъ, что вода очень горяча; если кусокъ желѣза свѣтится краснымъ или бѣлымъ свѣтомъ, то за такое желѣзо никто не возьмется рукою, зная, что оно сильно нагрѣто. Въ обоихъ этихъ случаяхъ мы не видимъ самаго тепла, но наблюдаемъ явленія, которыя, какъ мы знаемъ по опыту, происходятъ отъ болѣе или менѣе сильнаго нагрѣванія.

И такъ, невидимая теплота производитъ иногда въ тѣлахъ видимыя перемѣны, по которымъ легко отличить горячее тѣло отъ холоднаго. Теплота бываетъ причиною многихъ явленій; но не всѣ перемѣны, производимыя ею въ тѣлахъ, легко замѣтить.

Если, напримѣръ, возьмемъ мѣдную монету и подержимъ ее нѣкоторое время надъ пламенемъ спиртовой лампочки, то монета скоро нагрѣется, но и горячая будетъ имѣть совершенно такой же видъ, какъ прежде. Однако, въ монетѣ отъ нагрѣванія происходитъ перемѣна, которую мы можемъ замѣтить, если сдѣлаемъ такой опытъ: возьмемъ металлическую дощечку съ такимъ прорѣзомъ, чтобы наша монета какъ разъ могла пройти въ него; холодная монета, опущенная въ эту щель, свободно пройдетъ въ нее; когда же мы сильно нагрѣемъ монету, то она остановится въ прорѣзѣ: онъ сталъ для нея тѣснѣе. Такъ какъ съ дощечкой ничего не дѣлали, то, очевидно, перемѣна произошла въ самой монетѣ: отъ нагрѣванія она сдѣлалась больше. Мѣди къ ней не могло прибавиться, и вѣсъ ея остался тотъ же, но отъ тепла монета раздалась, расширилась, частицы мѣди раздвинулись, дальше отошли одна отъ другой. Когда монета охладится, она опять пройдетъ въ прорѣзъ. Этотъ опытъ убѣждаетъ насъ въ томъ, что мѣдь отъ нагрѣванія расширяется, а отъ охлажденія — сжимается.

Ученые пробовали нагревать различныя твердыя тѣла и, посредствомъ многихъ опытовъ, убѣдились, что твердыя тѣла, вообще, отъ нагреванія расширяются, а отъ охлажденія сжимаются. Перемена эта въ твердыхъ тѣлахъ такъ незначительна, что замѣтить ее трудно. Сильнѣе другихъ твердыхъ тѣлъ расширяются отъ тепла металлы, а изъ нихъ больше всего—золото.

Нагревая различныя тѣла, мы легко можемъ замѣтить, что нѣкоторыя изъ нихъ даютъ при этомъ трещины, лопаются. Такъ бываетъ, напримѣръ, со стекломъ. Часто случается видѣть, какъ лопается ламповое стекло, если пустить сразу сильный огонь. Это происходитъ оттого, что нижняя часть стекла быстро нагревается отъ огня и расширяется, въ то время какъ верхняя остается еще холодной и не расширяется. Стекло хрупко, частицы его довольно легко разъединяются, и верхняя часть лампового стекла съ легкимъ трескомъ сразу отдѣляется отъ нижней части. Если въ стаканъ съ толстымъ доньшкомъ налить кипятку, то доньшко можетъ отстать, точно отрѣзанное. Въ этомъ случаѣ стаканъ лопается оттого, что толстое дно нагревается и расширяется медленнѣе, чѣмъ тонкія стѣнки стакана. Вообще, тонкое стекло нагревается скорѣе и ровнѣе и потому не такъ легко лопается при нагреваніи; при опытахъ для нагреванія берутъ посуду изъ самаго тонкаго стекла. Твердыя тѣла иногда лопаются и отъ неравномернаго охлажденія. Довольно брызнуть на горячее стекло холодною водою или обернуть его мокрой ниткой, чтобы оно дало трещину.

Люди давно замѣтили свойство твердыхъ тѣлъ расширяться при нагреваніи и умѣютъ пользоваться этимъ свойствомъ. Бочарь, прежде чѣмъ набить на бочку желѣзный обручъ, разогрѣваетъ его. Горячій обручъ легко входитъ на бочку, а затѣмъ, охладившись, сжимается и крѣпко стягиваетъ боковыя дощечки. Такимъ же способомъ надѣваютъ желѣзныя шины на колеса.

И такъ, твердыя тѣла отъ тепла раздуются, расширяются; въ этомъ насъ убѣждаетъ и опытъ, и наблюденіе. Чтобы узнать, расширяются ли отъ тепла жидкія

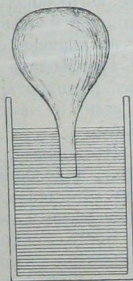
тѣла, будемъ нагревать жидкость въ какомъ-нибудь сосудѣ. Сосудъ надо взять такой, который выдерживать бы нагреваніе и давалъ возможность слѣдить за расширеніемъ жидкости. Возьмемъ стекляную колбу съ тонкими стѣнками и наполнимъ ее жидкостью, которую хотимъ испытать, хотя бы водою. Чтобы малѣйшее расширеніе жидкости въ колбѣ было замѣтно, заткнемъ колбу пробкой, въ которую вставлена тонкая стеклянная трубка. Если будемъ нагревать воду, то замѣтимъ, что вода станетъ подниматься вверхъ по трубкѣ, и если трубка недостаточно длинна, то часть воды выльется наружу: водѣ уже не хватаетъ мѣста въ колбѣ, потому что она расширилась отъ тепла. Когда перестанемъ нагревать колбу, вода, охлаждаясь, начнетъ уплотняться, сжиматься и изъ трубки войдетъ обратно въ колбу. При расширеніи плотность или удѣльный вѣсъ жидкости становится меньше; поэтому горячая жидкость нѣсколько легче холодной, взятой въ такомъ же объемѣ.

Изъ жидкостей самое большое значеніе имѣетъ для человѣка вода. Нагреваніе воды производится ежедневно во всякомъ хозяйствѣ, но рѣдко кто задумывается надъ тѣмъ, какъ нагревается вода и какія явленія при этомъ происходятъ. Поставимъ на горячую плиту котелокъ съ водою. Сначала нагреется дно котла, потомъ теплота станетъ передаваться его стѣнкамъ. По металлическимъ стѣнкамъ котла теплота разойдется скоро, потому что металлы хорошіе проводники тепла; вода же проводитъ тепло медленно, но въ ней отъ нагреванія происходитъ другое явленіе. Бросимъ въ котелокъ съ водой древесныхъ опилокъ или мелкихъ бумажекъ. Мы скоро замѣтимъ, что опилки или бумажки станутъ то опускаться ко дну, то снова подыматься. Очевидно, въ водѣ происходитъ движеніе: частицы ея безпрестанно поднимаются и опускаются. Если перестанемъ нагревать воду, то и замѣченное нами движеніе въ ней мало-по-малу прекратится. Не трудно понять причину этого явленія: нагревшаяся внизу вода, расширяясь, становится легче верхней холодной и потому поднимается вверхъ, уступая свое мѣсто болѣе плотной холодной водѣ, которая

и опускается на дно; нагрѣвшись тамъ, она, въ свою очередь, поднимается къверху, а на ея мѣсто спускается менѣе нагрѣтая вода. Такое движеніе частицъ воды въ котлѣ распространяетъ теплоту въ ней отъ низу до верху по всей водѣ. Если бы нагрѣваніе шло сверху, то теплота въ водѣ распространялась бы медленнѣе, и вся вода нагрѣлась бы очень не скоро. Если, напри- мѣръ, станемъ нагрѣвать воду въ стеклянной трубочкѣ сверху, то вода можетъ закипѣть вверху, внизу же она попрежнему останется холодной. При нагрѣваніи жидко- сти въ сосудѣ, нагрѣвается и расширяется не только жидкость, но и сосудъ; несмотря на это, мы все-таки ясно замѣчаемъ расширеніе жидкости; значить, жидко- сти при нагрѣваніи расширяются сильнѣе, чѣмъ твердыя тѣла.

Еще сильнѣе расширяются при нагрѣваніи газообраз- ные тѣла. Частицы газовъ, какъ намъ извѣстно, очень подвижны; онѣ и безъ нагрѣванія постоянно стремятся разойтись. Газообразное тѣло всегда стремится расш- иряться и остается въ одномъ и томъ же объемѣ только тогда, когда встрѣчаетъ препятствіе со стороны другихъ тѣлъ. Стремясь расшириться, газъ давить на тѣла, оказывающія ему со- противленіе. Это давленіе бываетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше сжать газъ и, какъ извѣстно, называется упру- гостью газа.

Изъ газообразныхъ тѣлъ самое большое значеніе для человѣка имѣетъ воздухъ, среди котораго мы живемъ и которымъ дышимъ; мы и будемъ наблю- дать дѣйствіе тепла на воздухъ. Опу- стимъ колбу горлышкомъ внизъ въ чашку съ водою. Вода своимъ напо- ромъ нѣсколько сдавитъ воздухъ, на- ходящійся въ колбѣ, и займетъ часть мѣста въ ея горлышкѣ. Дальше вода не пойдетъ, потому что сжатый воздухъ въ колбѣ бу- детъ препятствовать ей. Воздухъ этотъ, стремясь расш-



рится, будетъ оказывать давленіе на воду, и оба давленія уравниваются.

Будемъ нагрѣвать часть колбы, находящуюся надъ водою. Иногда достаточно даже положить на дно колбы руку, и мы замѣтимъ, какъ воздухъ, расширившись, станетъ вытѣснять воду изъ горлышка колбы и начнетъ выходить изъ колбы и пузырьками подыматься на поверхность воды. Если перестанемъ нагрѣвать колбу и смочимъ ее холодною водою, чтобы скорѣе охладить, то увидимъ, что вода начнетъ набираться въ горлышко колбы и поднимется въ немъ выше, чѣмъ была прежде. Давленіе воды внутри колбы все время было одинаково, но при нагрѣваніи упругость воздуха увеличилась, и онъ расширился, осиливъ давленіе воды. При охлажденіи стремленіе воздуха къ расширенію стало слабѣе, упругость его уменьшилась, и вода опять сжала его, занявъ прежнее мѣсто и мѣсто воздуха, который вышелъ изъ колбы при нагрѣваніи.

Въ нашей колбѣ воздухъ могъ раздаться при нагрѣваніи; часто бываетъ, что для расширенія газа не хватаетъ мѣста, тогда онъ производитъ сильное давленіе — его упругость становится тѣмъ больше, чѣмъ сильнѣе нагрѣваніе. Такъ было бы, напримѣръ, если бы мы заткнули плотно нашу колбу пробкой и стали нагрѣвать ее на пламени спиртовой лампочки. Лучше остеречься и не производить этого опыта, потому что воздухъ, стремясь расшириться, будетъ сильно давить на стѣнки колбы и если не выброситъ пробки, то можетъ разорвать колбу.

Въ комнатѣ теплый воздухъ всегда собирается наверху, а холодный остается внизу; это происходитъ потому, что теплый воздухъ, стремясь расшириться, становится рѣже и легче и подымается наверхъ.

Когда топятъ печь, то воздухъ, находящійся въ ней, раздается отъ нагрѣванія, его плотность уменьшается, и онъ поднимается вверхъ по трубѣ, уступая мѣсто нагрѣтому воздуху, который течетъ въ печь изъ комнаты. Чѣмъ больше въ трубѣ стало нагрѣтаго рѣдкаго воздуха, тѣмъ сильнѣе устремляется въ печь внѣшній воздухъ;

поэтому на фабрикахъ и заводахъ, гдѣ въ печахъ должна быть сильная тяга воздуха, всегда дѣлають высокія трубы.

И такъ, мы узнали, что всѣ тѣла при нагрѣваніи расширяются — меньше всѣхъ твердыя тѣла, жидкія сильнѣе и больше всѣхъ газообразныя.

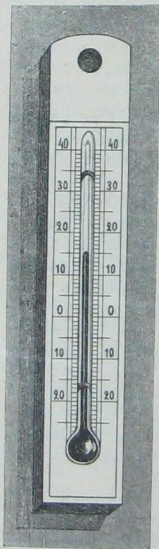
Термометръ.

Мы ощущаемъ тепло и холодъ; но, какъ уже раньше сказано, наши ощущенія часто бываютъ обманчивы: осязаніемъ нельзя точно и правильно опредѣлить степень нагрѣванія, т. е. много или мало тепла въ тѣлѣ; кромѣ того, къ сильно нагрѣтому тѣлу нельзя прикоснуться, потому что получается ожогъ. Между тѣмъ, иногда бываетъ необходимо точно знать теплоту или степень нагрѣванія воздуха, воды и другихъ тѣлъ. Величину нагрѣванія, или, какъ говорятъ, *температуру* тѣлъ, научились узнавать по тѣмъ видимымъ дѣйствіямъ, какія теплота производитъ въ тѣлахъ. Мы уже видѣли, какъ отъ малѣйшаго нагрѣванія жидкость поднималась въ узенькой трубчкѣ, а при охлажденіи опускалась. Пользуясь этимъ дѣйствіемъ теплоты, устроенъ приборъ, служащій для точнаго измѣренія степени нагрѣванія, т. е. для измѣренія температуры. Приборъ этотъ называется *термометромъ* (слово термометръ по-русски значитъ тепломѣръ).

Термометръ состоитъ изъ узенькой стекляной трубочки съ шарикомъ на концѣ; весь шарикъ и часть трубочки наполняютъ ртутью. Пока трубка еще не запаяна, нагрѣвають шарикъ со ртутью. Ртуть, раздавшись отъ нагрѣванія, поднимется въ трубкѣ и вытѣснитъ весь воздухъ, тогда верхній конецъ запиваютъ. Охладившись, ртуть опять опустится, но въ оставшемся надъ нею пространствѣ уже не будетъ воздуха.

Ртуть въ трубкѣ кажется намъ ровнымъ блестящимъ столбикомъ. При малѣйшемъ нагрѣваніи шарика столбикъ этотъ повышается, а при охлажденіи опускается.

Возьмемъ шарикъ въ руку — ртуть поднимется въ трубкѣ; вынесемъ термометръ на холодъ или погрузимъ шарикъ его въ холодную воду — ртуть будетъ опускаться до тѣхъ поръ, пока сама не охладится до такой же степени, какъ окружающій ее воздухъ. Такимъ образомъ, высота столбика ртути можетъ указывать степень нагрѣванія воздуха, окружающаго термометръ или другого тѣла, можетъ показывать температуру.



Термометръ.

Чтобы можно было точно обозначать температуру при помощи термометра, къ нему придѣлываютъ дощечку, на которой намѣчены дѣленія, — это такъ называемые *градусы*; при нихъ поставлены цифры. Одно дѣленіе обозначается цифрою 0. Противъ этого дѣленія останавливается конецъ ртути въ трубкѣ, когда температура такова, что ледъ и снѣгъ таютъ, а вода замерзаетъ. Черту эту, отмѣченную 0, называютъ *точкой таянія или замерзанія*. Чтобы найти точку замерзанія, термометръ опускаютъ въ тающій ледъ. Ртуть въ термометръ, охлаждаясь, будетъ опускаться до тѣхъ поръ, пока сама не сдѣлается такой же холодной, какъ тающій ледъ; тогда она останавливается и остается на одной высотѣ, пока не растаетъ весь ледъ; на этой высотѣ и отмѣчаютъ точку замерзанія, т. е. 0. Затѣмъ находятъ *точку кипѣнія*, т. е. ту высоту, на которой

стоитъ ртуть въ трубкѣ термометра при температурѣ, нужной для кипѣнія воды. Для обозначенія точки кипѣнія, термометръ держать въ парахъ кипящей воды и отмѣчаютъ точку до которой поднимется столбикъ ртути. Противъ этой точки ставятъ 80. Точки кипѣнія и замер-

занія называются *постоянными*, потому что вода кипитъ всегда при одной и той же температурѣ, и ледъ таетъ также при опредѣленной степени тепла.

Разстояніе между двумя постоянными точками на термометрѣ дѣлятъ на 80 равныхъ частей, называемыхъ градусами, отчего термометръ называютъ также *градусникомъ*. Градусы отмѣчаютъ и ниже точки замерзанія для обозначенія температуры болѣе холодной или, какъ говорятъ, болѣе низкой, чѣмъ температура тающего льда.

Если въ воздухѣ настолько тепло, что ртуть стоитъ, напримѣръ, на 15-мъ дѣленіи выше 0, то говорятъ, что температура воздуха равна 15-ти градусамъ тепла и обозначаютъ эту температуру такимъ образомъ: $+ 15^{\circ}$; если же ртуть стоитъ на 15-мъ дѣленіи ниже 0, то при цифрѣ 15 ставится минусъ: $- 15^{\circ}$ означаетъ 15 градусовъ мороза. Такъ устроилъ термометръ ученый Реомюръ. Термометръ Реомюра часто употребляется для измѣренія температуры воздуха; безъ термометра совершенно нельзя обойтись тамъ, гдѣ важно поддерживать опредѣленную температуру, какъ напримѣръ, въ больницахъ или оранжереяхъ. Другой ученый, Цельсій, противъ точки кипѣнія воды поставилъ цифру 100 и раздѣлилъ пространство между точками кипѣнія и замерзанія на 100 частей. Термометръ Цельсія употребляютъ доктора для измѣренія температуры крови больного, что даетъ возможность судить о ходѣ болѣзни. Извѣстно, что у здороваго человека температура крови равняется $+ 37^{\circ}$ Цельсія (или $28\frac{1}{3}$ по Реомюру); у больного же, при жарѣ, температура повышается и доходитъ при опасныхъ случаяхъ до 41° и даже 42° по Цельсію.


Вообще, термометры бываютъ различнаго устройства, смотря по тому, для измѣренія какой степени тепла предназначаются. Иногда вмѣсто ртути берутъ спиртъ, что особенно удобно тамъ, гдѣ температура можетъ быть ниже — 32° по Реомюру, такъ какъ при такомъ морозѣ ртуть замерзаетъ, а спиртъ остается жидкимъ и при несравненно большемъ морозѣ.

М а г н и т и з м ъ.

Въ различныхъ мѣстностяхъ, между прочимъ на Уралѣ, попадаетъ особая руда, называемая *магнитнымъ желѣзнякомъ* или просто *магнитомъ*. Уже давно замѣчено, что эта руда имѣетъ замѣчательное свойство: она притягиваетъ къ себѣ желѣзо. Положимъ на столъ кусочки дерева, соломы, бумаги, нѣсколько желѣзныхъ гвоздиковъ, стальныхъ перьевъ, иголокъ и будемъ подносить къ нимъ кусокъ магнита. Мы увидимъ, что гвозди, стальные перья, иголки будутъ приставать къ магниту, а дерево, соломинки и бумажки не пристанутъ. Если мы положимъ стальную иглу на листъ бумаги, на стекло или на тонкую деревянную дощечку и станемъ водить подъ ними магнитомъ, то игла будетъ двигаться за магнитомъ, т. е. магнитъ притягиваетъ желѣзо не только черезъ воздухъ, но и черезъ бумагу, стекло, дерево и, вообще, черезъ разныя тѣла.

Возьмемъ теперь кусокъ магнита въ видѣ продолговатаго бруска и приложимъ къ его концу маленькій желѣзный гвоздь; когда къ свободному концу этого гвоздя приложимъ второй гвоздь, то увидимъ, что онъ пристанетъ къ первому, т. е. первый гвоздь самъ сдѣлался магнитомъ, благодаря тому, что онъ касается магнитнаго бруска. Приложимъ ко второму гвоздю третій; оказывается, что и тотъ пристаеъ ко второму; значитъ, и второй гвоздь отъ прикосновенія къ первому сдѣлался магнитомъ. Но стоитъ только отнять магнитъ отъ перваго гвоздя, и сейчасъ всѣ три гвоздя упадутъ отдѣльно другъ отъ друга, т. е. больше не будутъ между собою притягиваться. Слѣдовательно, желѣзо въблизи магнита само дѣлается магнитомъ, но перестаетъ имъ быть, когда мы удалимъ его отъ магнита. Возьмемъ вмѣсто желѣзныхъ гвоздиковъ стальные иголки, и мы увидимъ, что онѣ и послѣ удаленія отъ магнита притягиваютъ желѣзо, т. е. остаются магнитами. Если мы стальную иголку поддержимъ нѣкоторое время около магнита, а затѣмъ, отдѣливъ ее отъ магнита, поднесемъ къ желѣзнымъ

опилкамъ, то нѣсколько опилокъ пристанетъ къ нимъ. О такой иглѣ говорятъ, что она *намагничена*. И такъ, сталь отличается отъ желѣза тѣмъ, что если ее намагнитить, то она и послѣ удаленія магнита остается намагниченной. Такимъ свойствомъ стали люди воспользовались, чтобы готовить магниты. Магнитная руда, находящаяся въ природѣ, не такъ сильно притягиваетъ желѣзо, какъ приготовленные изъ стали такъ называемые *искусственные магниты*. Въ остальномъ искусственные магниты имѣютъ такія же свойства, какъ и естественные магниты, поэтому ихъ обыкновенно и употребляютъ при опытахъ. Чтобы хорошо намагнитить стальную полоску недостаточно прикоснуться къ ней магнитомъ, а надо натирать ее однимъ или двумя магнитами.

Возьмемъ намагниченную стальную вязальную спицу и положимъ ее въ желѣзные опилки. Вынувъ ее оттуда, увидимъ, что опилки пристали къ ея концамъ и образовали на нихъ двѣ кисти; посрединѣ же  спицы опилки совсѣмъ не пристали. Значитъ, сильнѣе всего притягиваютъ желѣзо концы магнита; середина его совсѣмъ не притягиваетъ. Концы магнита, гдѣ сила притяженія самая большая, называются *полюсами магнита*.

Если мы подвѣсимъ на тонкой ниткѣ намагниченную иглу за ея середину такъ, чтобы она качалась въ горизонтальной плоскости, то, покачавшись нѣкоторое время, она остановится, при чемъ одинъ ея полюсъ будетъ обращенъ на сѣверъ, другой — на югъ. Сколько бы разъ мы ни раскачивали магнитную иглу, она каждый разъ повернется однимъ концомъ, и притомъ всегда однимъ и тѣмъ же, на сѣверъ. Тотъ полюсъ, который всегда поворачивается къ сѣверу, называется *сѣвернымъ*, а тотъ, который обращается къ югу, — *южнымъ*.

Такимъ образомъ, намагниченная игла всегда можетъ показать намъ, гдѣ сѣверъ. На этомъ свойствѣ основанъ *компасъ*. Въ компасѣ вмѣсто иглы употребляется стрѣлка, сдѣланная изъ намагниченной стали; ея не подвѣшиваютъ на нитку, а насаживаютъ на острый штифтикъ, на ко-

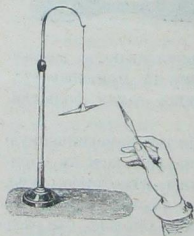
торомъ она свободно вращается. Куда указываетъ сѣверный полюсъ стрѣлки, тамъ и есть сѣверъ. Если мы станемъ лицомъ къ сѣверу, то позади насъ будетъ югъ, по правую руку — востокъ, по лѣвую — западъ.

Подвѣсимъ на ниткѣ магнитную стрѣлку и поднесемъ къ ея сѣверному полюсу южный полюсъ магнита — стрѣлка пристанетъ къ магниту; теперь поднесемъ магнитъ сѣвернымъ полюсомъ къ сѣверному полюсу стрѣлки — стрѣлка оттолкнется отъ магнита. Значить, одинаковые полюсы отталкиваются, а различные притягиваются. Въмѣсто одинаковые полюсы говорятъ *одноименные полюсы*, въмѣсто различные — *разноименные*.



Компасъ.

Подвѣсимъ на тонкой ниткѣ магнитную стрѣлку за ея середину такъ, чтобы стрѣлка качалась въ вертикальномъ положеніи. Сѣверный полюсъ земли всегда будетъ обращенъ внизъ, къ землѣ; повернемъ стрѣлку южнымъ полюсомъ къ землѣ — стрѣлка перевернется, и сѣверный полюсъ опять займетъ свое постоянное положеніе. Сѣверный полюсъ стрѣлки поворачивается къ землѣ только въ сѣверномъ полушаріи земли; въ южномъ полушаріи, наоборотъ, стрѣлка оборачивается къ землѣ южнымъ полюсомъ.



Магнитная стрѣлка, подвѣшенная на ниткѣ.

Магнитная стрѣлка принимаетъ всегда опредѣленное положеніе, потому что въ землѣ есть какая-то сила, которая поворачиваетъ стрѣлку; весь земной шаръ дѣйствуетъ на стрѣлку, какъ большой магнитъ. Сѣверный полюсъ этого магнита находится въ южномъ полушаріи, а южный полюсъ — въ сѣверномъ. Такъ какъ мы живемъ въ сѣверномъ полушаріи, то у насъ дѣйствуетъ южный полюсъ земного магнита, и поэтому земля притягиваетъ къ себѣ сѣверный полюсъ стрѣлки. Въ южномъ полу-

шаріи находится сѣверный полюсъ земного магнита; значить, тамъ наклоненъ къ землѣ южный полюсъ стрѣлки.

Электричество.

I.

Каждому, разумѣется, знакома гроза. Какъ извѣстно, при грозѣ изъ одного облака въ другое или изъ облака въ землю перескакиваютъ громадныя ослѣпительно-яркія искры, которыя называются молніями. Молнія обладаетъ страшною силой и можетъ зажечь и разрушить все, что попадаетъ на ея пути. Послѣ того, какъ блеснетъ молнія, слышны обыкновенно болѣе или менѣе сильныя раскаты грома. Молнію приписываютъ какой-то силѣ, находящейся въ томъ облакѣ, изъ котораго выскакиваютъ искры, и называютъ эту силу *электричествомъ*.

Если во время грозы пустить обыкновенный бумажный змѣй, то электричество по смоченной дождемъ ниткѣ, на которой привязанъ змѣй, перейдетъ отъ облака къ концу нитки. Изъ нитки будутъ выскакивать искры, какъ изъ грозового облака, только значительно слабѣе молніи и не съ такимъ трескомъ, какъ громъ. Сухая нитка вовсе не даетъ искръ; если вмѣсто нитки взять металлическую проволоку, то изъ нея будутъ выскакивать большія искры, которыя могутъ производить такія же дѣйствія, какъ молнія. Значить, электричество проходитъ неодинаково легко черезъ разныя тѣла; тѣ тѣла, черезъ которыя оно проходитъ легко, называются *проводниками электричества*; желѣзо, мѣдь, серебро, золото и, вообще, всѣ металлы—проводники; стекло, шелкъ, смола, сѣра, сухой воздухъ проводятъ электричество настолько плохо, что ихъ называютъ *непроводниками*; тѣло человѣка, смоченную нитку, дерево, землю, влажный воздухъ можно назвать *полупроводниками*. Когда электричество проходитъ черезъ плохой проводникъ, то проводникъ нагрѣвается, и чѣмъ онъ хуже, тѣмъ нагрѣваніе больше; сухой воздухъ настолько плохой проводникъ, что въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ черезъ него проходитъ элек-

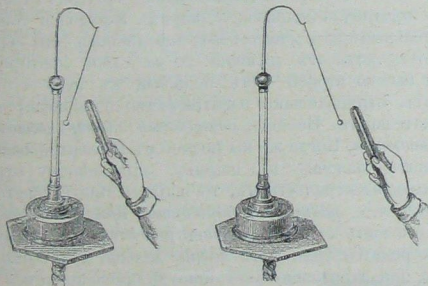
тричество, онъ накаляется добѣла; тогда мы и видимъ молнію.

Изучая грозу и другія подобныя ей явленія, ученые убѣдились, что электричество существуетъ не только въ грозовомъ облакѣ, но проявляется и во многихъ другихъ случаяхъ, только въ болѣе слабой степени. Натремъ, на-примѣръ, стекляную палочку кускомъ сукна и поднесемъ ее къ мелкимъ кусочкамъ бумаги, пробки, соломы или бузиной сердцевины; мы увидимъ, какъ эти кусочки приподымутся и какъ бы прилипнуть къ палочкѣ, но скоро затѣмъ опять упадутъ на то мѣсто, гдѣ они лежали. Теперь закроемъ въ комнатѣ ставни, чтобы было темно, натремъ опять стекляную палочку сукномъ и приблизимъ ее къ пальцу; мы увидимъ, что съ палочки на палецъ перескочитъ искорка, и въ пальцѣ почувствуется уколъ. Эта искорка ничто иное, какъ очень маленькая молнія. Значитъ, стекляная палочка *наэлектризовалась* отъ тренія. То же самое произойдетъ, если вмѣсто стекляной палочки мы возьмемъ палочку, приготовленную изъ сургуча, янтара или сѣры и станемъ ее натирать шерстяной или шелковой матеріей, лисимъ или кошачьимъ мѣхомъ или кожей. Кому случалось расчесывать волосы резиновымъ гребнемъ передъ зеркаломъ въ темной комнатѣ, тотъ могъ видѣть, какъ при этомъ изъ волосъ тоже выскакиваютъ синеватая искорки съ чуть слышнымъ трескомъ. Это гребень наэлектризовался отъ тренія о волоса.

Натремъ суконкою стекляную палочку и, повторяя опытъ съ легкими тѣлами, убѣдимся въ томъ, что на ней есть электричество; затѣмъ проведемъ вдоль палочки рукой, которую лучше передъ тѣмъ смочить водою, и послѣ этого станемъ опять подносить палочку къ бумажкамъ: бумажки не притянутся, т. е. электричество съ палочки ушло, потому что тѣло человѣка — проводникъ электричества. Но если бы мы проводили вдоль наэлектризованной палочки не мокрой рукой, а рукой, одѣтой въ кожаную перчатку, то бумажки и послѣ такого прикосновенія тотчасъ пристали бы къ палочкѣ, т. е. электричество съ палочки не ушло. Это произошло, потому

что кожа дурной проводникъ; она и не дала электричеству уйти черезъ тѣло человѣка въ землю.

Когда хотятъ, чтобы электричество сохранилось на какомъ-либо предметѣ, то его помѣщаютъ на непроводникъ, напр., ставятъ на стекляную подставку или подвѣшиваютъ за шелковинку. Если къ предмету, помѣщенному на непроводникъ, или, какъ говорятъ, къ *уединенному* или *изолированному* предмету, поднести проводникъ, напр., палецъ, то электричество воспользуется проводни-



комъ, чтобы уйти съ предмета; про предметъ говорятъ тогда, что онъ *разрядился*.

Подвѣсимъ шарикъ, сдѣланный изъ сердцевины бузины, на шелковинкѣ и поднесемъ къ нему наэлектризованную сургучную палочку; шарикъ сильно притянется къ палочкѣ, но, дотронувшись до нея, сейчасъ же отскочитъ, какъ будто при этомъ его что-то оттолкнуло. Если теперь поднести къ шарiku очень маленький кусочекъ пробки, то пробка пристанетъ къ нему, т. е. въ шарикѣ проявилось электричество, которое перешло на него съ сургуча. Поднесемъ еще разъ къ нашему наэлектризованному шарiku наэлектризованный сургучъ, и мы увидимъ, что шарикъ не притягивается имъ, а, наоборотъ, отталкивается. Тогда попробуемъ взять вмѣсто сургуча стекляную палочку; потремъ ее сукномъ и под-

несемъ къ нашему шарiku, наэлектризованному отъ сургуча; онъ сейчасъ же притянется къ ней. Значить, стеклянная палочка иначе дѣйствуетъ, чѣмъ сургучная, а значить и электричество бываетъ разное: одно называется *положительнымъ* — такое бываетъ въ стеклѣ, если его натереть сукномъ, и потому его иногда называютъ стекляннымъ, а другое — *отрицательное* или смоляное, получаемое отъ натирания сукномъ или мѣхомъ сургуча или какой-нибудь смолы. Въ нашемъ опытѣ мы имѣли въ смоляной палочкѣ отрицательное электричество; палочка притянула шарикъ, и шарикъ зарядился тоже отрицательнымъ электричествомъ; зарядившись, онъ сейчасъ же отскочилъ отъ палочки; то же самое повторилось, когда мы во второй разъ поднесли къ нему сургучъ; значить, отрицательное электричество отталкивается отъ отрицательнаго. Вообще, *одинаковыя электричества отталкиваются*. Когда же мы поднесемъ наэлектризованную стеклянную палочку къ шарiku, заряженному отрицательнымъ электричествомъ, то шарикъ притягивается къ палочкѣ, т. е. *разныя электричества притягиваются*.

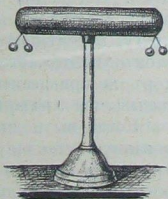
Такъ какъ одинаковыя электричества отталкиваются, т. е. стремятся уйти какъ можно дальше другъ отъ друга, то при зарядѣннiи какого-нибудь проводника все электричество располагается на поверхности проводника, а внутри его электричества вовсе не будетъ. Чтобы убѣдиться въ этомъ, одинъ ученый сдѣлалъ большой металлическій ящикъ и помѣстился внутри его, а ящикъ поставилъ на скамейку со стеклянными ножками; несмотря на то, что этотъ ящикъ зарядили электрической машиной настолько, что изъ него можно было получить большія искры, ученый, сидѣвшій внутри его, не могъ замѣтить даже слѣдовъ электричества.

Съ бузинными шариками можно продѣлать еще одинъ интересный опытъ. Если шарикъ, заряженный отрицательнымъ электричествомъ, прикоснется къ такому же шарiku, но заряженному положительнымъ электричествомъ, то оба шарика совершенно потеряютъ свои электрическія свойства: заряды ихъ становятся незамѣтны, какъ будто мы разрядили шарики. Значить, положитель-

ное и отрицательное электричества соединились вмѣстѣ и какъ бы уничтожили другъ друга; тѣло, въ которомъ они смѣшались, стало ненаэлектризованнымъ. Чтобы объяснить это явленіе, предполагаютъ, что въ ненаэлектризованныхъ тѣлахъ, на самомъ дѣлѣ, находятся оба электричества, но только *въ связанномъ состояніи*. Такое предположеніе объясняетъ очень многія явленія; такъ, напримѣръ, безъ него было бы непонятно, откуда берется электричество при треніи; теперь же можно считать, что треніе только раздѣляетъ электричество между трущимися тѣлами: до тренія оба электричества были смѣшаны въ тѣлахъ, а послѣ тренія на одномъ изъ тѣлъ собралось больше положительнаго, а на другомъ больше отрицательнаго электричества, и тогда электричество въ тѣлахъ становится замѣтнымъ.

II.

Мы знаемъ уже, что электричество легко переходитъ съ наэлектризованной палочки на шарикъ при прикосновеніи къ ней; но можно вызвать въ какомъ-либо тѣлѣ электричество и безъ прикосновенія къ наэлектризованному предмету, а только приближая тѣло къ такому предмету. Въ этомъ случаѣ зарядженіе тѣла происходитъ нѣсколько иначе, чѣмъ при прикосновеніи его къ заряженному проводнику. Возьмемъ мѣдный цилиндръ, къ концамъ котораго на тонкихъ проволочкахъ прикрѣплено по два шарика; укрѣпимъ его на стеклянной ножкѣ, т. е. уединимъ или изолируемъ. Получается такъ называемый уединенный проводникъ или *кондукторъ*. Поднесемъ близко къ одному концу кондуктора наэлектризованную стеклянную палочку, не прикасаясь ею къ кондуктору. Мы увидимъ тогда, что шарики на кондукторѣ разошлись, значитъ, наэлектризовались. Удалимъ наэлектризованную стеклянную палочку, и шарики тотчасъ опускаются, т. е. теряютъ



Кондукторъ.

электричество. Зарядивъ снова кондукторъ электричествомъ при помощи стеклянной палочки, станемъ подносить къ шарикамъ кондуктора сургучъ. Мы замѣтимъ тогда, что тѣ шарики, которые находились дальше отъ стеклянной палочки, на другомъ концѣ кондуктора, притягиваются сургучомъ, значить, въ нихъ находится положительное электричество; наоборотъ, тѣ шарики, которые были ближе къ стеклянной палочкѣ, отталкиваются отъ сургуча, слѣдовательно, они заряжены отрицательнымъ электричествомъ. Стало быть, подъ вліяніемъ положительнаго электричества стеклянной палочки, въ кондукторѣ на концахъ его появились разнородныя электричества. Въ мѣдномъ кондукторѣ, слѣдовательно, есть и положительное и отрицательное электричества, но они перемѣшаны между собою, или, какъ говорятъ, находятся въ связанномъ состояніи, и мы тогда ихъ не замѣчаемъ; но стоитъ только намъ къ одному концу кондуктора приблизить наэлектризованную стеклянную палочку, какъ сейчасъ же электричества въ кондукторѣ раздѣлятся: положительное электричество оттолкнется отъ стеклянной палочки на удаленный конецъ кондуктора, а отрицательное притянется къ ближнему концу и соберется на немъ. Когда мы удалимъ стеклянную палочку, то оба электричества въ кондукторѣ опять притянутся другъ къ другу, перемѣшаются на немъ равномерно; зарядъ при этомъ уничтожается. Такой способъ заряжать кондукторъ, не прикасаясь къ нему наэлектризованнымъ тѣломъ, называется *электризованіемъ черезъ вліяніе*.

Когда мы подносимъ къ нашему пальцу наэлектризованную стеклянную палочку, то положительное электричество палочки притягиваетъ къ себѣ отрицательное электричество пальца, а положительное отталкивается, и оно уходитъ черезъ наше тѣло въ землю; отрицательное же электричество, такимъ образомъ, дѣйствіемъ вліянія стеклянной палочки, все больше собирается на пальцѣ, и когда притяженіе между разнородными электричествами пальца и стеклянной палочки достигнетъ достаточной величины, то они соединяются черезъ воздухъ; при этомъ появляется искра, слышится легкій трескъ и чувствуется

укольт. Вообще, электрическая искра всегда появляется, когда соединяются разнородныя электричества черезъ воздухъ или черезъ другой дурной проводникъ.

При помощи электрической машины мы можемъ зарядить изолированный кондукторъ очень сильно. Когда на немъ соберется очень много электричества, то, несмотря на дурную проводимость воздуха и подставокъ, электричество станетъ уходить въ воздухъ и на близлежащія проводники. Переходъ на проводники сопровождается искрой и трескомъ; если же вблизи нѣтъ проводниковъ, то электричество будетъ постепенно вытекать въ воздухъ, и воздухъ при этомъ будетъ только слабо свѣтиться. Значитъ, на проводникѣ можно собрать только извѣстное количество электричества, и тѣмъ больше, чѣмъ больше размѣры проводника. Земля хотя и не особенно хорошій проводникъ, но въ нее можно увести сколько угодно электричества, потому что размѣры ея очень велики, и мы никогда не можемъ сильно зарядить ее. Истеченіе электричества въ воздухъ совершается всего сильнѣе въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ проводникъ имѣетъ заостренную форму. Вотъ почему проводники, на которыхъ собираютъ электричество, дѣлаютъ всегда съ закругленными концами и чаще всего въ видѣ шара.

Острія имѣютъ свойство не только выпускать электричество, но также и собирать его. Если вблизи заряженнаго проводника поставить другой проводникъ съ остриемъ такъ, чтобы проводники не касались одинъ другого, то изъ перваго проводника во второй черезъ остріе будетъ какъ бы втекать электричество, и черезъ нѣкоторое время и второй проводникъ окажется заряженнымъ; при этомъ перетеченіи электричества получается не искра, а только слабый свѣтъ. И здѣсь зарядъ второго проводника объясняютъ вліяніемъ электричества перваго проводника, которое притягиваетъ къ острію противоположное электричество; оно вытекаетъ изъ острія, а на второмъ проводникѣ остается такое же электричество, какое было на первомъ.

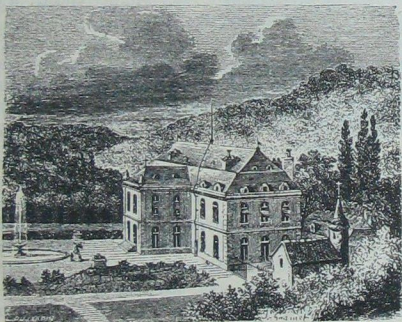
Вообще, при медленномъ перетеченіи электричества, замѣчается только слабый свѣтъ; если же электричество

переходить съ одного тѣла на другое мгновенно, то получается искра и трескъ. Большія искры производятъ всѣ тѣ же дѣйствія, какъ и молнія, только, конечно, значительно слабѣе.

Познакомившись съ этими свойствами электричества, мы можемъ теперь объяснить тѣ явленія, которыя наблюдаются при грозѣ. Во время грозы въ одномъ или нѣсколькихъ облакахъ начинается скопиться электричество; наконецъ, его наберется столько, что оно должно найти себѣ выходъ — перейти на сосѣднее тѣло; если этотъ переходъ совершается мгновенно, то образуется молнія. Обыкновенно молнія перескакиваетъ изъ заряженного облака въ другое, потому что оно ближе къ нему, чѣмъ земля; но можетъ случиться, что для электричества путь отъ заряженного облака къ землѣ окажется легче пути къ другому облаку, тогда молнія ударитъ въ землю. Молнія, какъ и всякая электрическая искра, имѣетъ видъ зигзага, потому что электричество всегда выбираетъ путь болѣе легкій, т. е. идетъ въ воздухѣ по тому направленію, по которому встрѣчаетъ всего менѣе сопротивленія. Опасность отъ молній чрезвычайно велика: молнія разрушаетъ строенія, производитъ пожары, убиваетъ людей и животныхъ. Въ народѣ, обыкновенно, говорятъ, что разрушаетъ и убиваетъ громъ, а не молнія. Это не вѣрно. Громъ происходитъ отъ сотрясенія воздуха молніей точно такъ же, какъ выстрѣлъ изъ пушки или всякій взрывъ всегда сопровождается стукомъ или трескомъ. Раскаты же грома объясняются отчасти отраженіемъ звука отъ облаковъ, покрывающихъ небо, отчасти громадной длиной молній; дѣло въ томъ, что свѣтъ распространяется почти мгновенно, а звукъ довольно медленно; поэтому, когда блеснетъ молнія, мы еще нѣкоторое время не слышимъ грома, потомъ доходитъ до насъ громъ отъ ближайшаго къ намъ конца молнии, а затѣмъ постепенно и отъ слѣдующихъ болѣе отдаленныхъ частей ея, и получается тянущийся звукъ — раскаты грома.

Если бы перетеченіе электричества въ землю можно было сдѣлать постепеннымъ, то ни молній, ни грома не было бы. Именно такое постепенное разряженіе грозо-

вого облака и производитъ *громоотводъ*. Громоотводъ есть ничто иное, какъ высокій металлическій шестъ, вкопанный глубоко въ землю; наверху онъ оканчивается остриемъ, а внизу для лучшаго соединенія съ землею — большимъ металлическимъ листомъ, погруженнымъ обыкновенно въ колодезь или, по крайней мѣрѣ, во влажную почву. Зная дѣйствіе металлическаго острія, мы легко поймемъ, какимъ образомъ громоотводъ защищаетъ



Громоотводъ.

окружающее пространство отъ молніи. Электричество грозового облака, по мѣрѣ накопленія, постепенно перетекаетъ по громоотводу въ землю, и молніи не образуется. Когда же не все электричество облаковъ успѣваетъ перетекать въ землю, то и въ такихъ случаяхъ громоотводъ оказываетъ пользу, такъ какъ молнія при этомъ ударяетъ въ него, а не въ защищаемое имъ зданіе. Понятно теперь, почему во время грозы безопаснѣе быть на открытомъ мѣстѣ, чѣмъ прятаться подъ деревомъ: дерево не настолько хорошій проводникъ, чтобы черезъ него могло уходить въ землю все образующееся въ облакѣ электричество; если же получится молнія, то въ-

роятнѣ всего, что она ударить именно въ дерево, такъ какъ оно выдается надъ землею и къ нему преимущественно и направится электричество облаковъ.

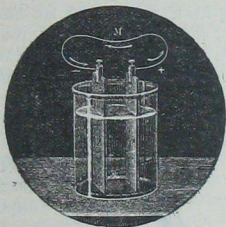
Если хотять защитить отъ молніи большое пространство, то ставятъ нѣсколько громоотводовъ на нѣкоторомъ разстояніи одинъ отъ другого.

Градъ, причиняющій столько вреда, образуется почти всегда только при грозѣ; если разставить на полѣ достаточное количество громоотводовъ, то грозы, а слѣдовательно и града, не будетъ. Такимъ образомъ, громоотводъ есть въ то же время и градоотводъ. Русскіе крестьяне въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ уже съ давнихъ поръ защищаютъ свои поля отъ града деревянными шестами съ пучками соломы наверху; эти шесты дѣйствуютъ, какъ громоотводы, только, конечно, гораздо слабѣе.

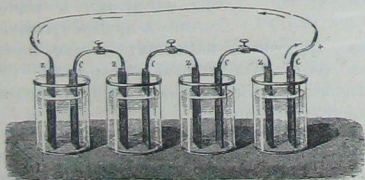
III.

Если заряженный электричествомъ проводникъ соединить металлической проволокой съ другимъ проводникомъ, заряженнымъ менѣе первого, или заряженнымъ инымъ электричествомъ, или, наконецъ, вовсе не заряженнымъ, то электричество съ первого проводника по металлической проволоцѣ перетечетъ на второй. Опытъ показалъ, что проволока, по которой течетъ электричество, имѣетъ очень много замѣчательныхъ свойствъ, притомъ совѣмъ иныхъ, чѣмъ просто заряженный проводникъ. Поэтому и различаютъ два рода состоянія электричества: *электричество въ покой* и *электричество въ движеніи*, или *гальванизмъ*. Свойства эти едва замѣтны, когда черезъ проволоку проходитъ одинъ разрядъ, но они наблюдаются тѣмъ легче, чѣмъ больше проходить такихъ разрядовъ и особенно когда они быстро слѣдуютъ одинъ за другимъ; еще лучше будутъ происходить опыты, когда мы станемъ пропускать черезъ проволоку не отдѣльные разряды электричества, а будемъ пускать его въ проволоку безъ перерыва, тогда получится такъ называемый *непрерывный* или *гальваническій токъ*.

Для получения гальваническаго тока служат особые приборы. Такой приборъ легко устроить, погрузивъ въ стаканъ съ разведеннымъ купороснымъ масломъ (сѣрная кислота) мѣдную и цинковую пластинки, но такъ, чтобы онѣ не касались одна другой; тогда мѣдь и цинкъ заряжаются электричествомъ и притомъ неодинаково, такъ что если соединимъ выступающіе изъ стакана концы пластинокъ металлической проволокой, или, какъ говорятъ, *замкнемъ цепь*, то по этой проволокѣ будетъ перетекать электричество, т. е. получится гальваническій токъ; что особенно важно, теченіе это будетъ продолжаться очень долго, до тѣхъ поръ, пока купоросное масло не разѣстъ до конца цинковую пластинку. Такой приборъ называется *гальваническимъ элементомъ*. Для лучшаго дѣйствія элементы устраниваются обыкновен-



Гальваническій элементъ.



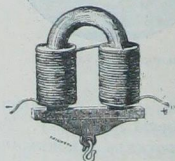
Гальваническая батарея.

но значительно сложнѣе, чѣмъ тотъ, который мы только что описали. Нѣсколько элементовъ, соединенныхъ вмѣстѣ, даютъ болѣе сильное дѣйствіе и называются *гальванической батареей*.

Одно изъ важнѣйшихъ свойствъ гальваническаго тока состоитъ въ томъ, что онъ очень сильно вліяетъ на

магнитную стрѣлку, помѣщенную вблизи тока. Если магнитную стрѣлку подвѣсимъ на ниточкѣ такъ, чтобы стрѣлка была горизонтальна и могла свободно вращаться, то, какъ мы знаемъ, стрѣлка однимъ концомъ повернется на сѣверъ, а другимъ на югъ; если теперь вблизи стрѣлки и по тому же направленію протянемъ проволоку, по которой идетъ токъ отъ баттарей, то увидимъ, что стрѣлка отклоняется отъ своего прежняго положенія и располагается (при сильномъ токъ) почти съ востока на западъ. И такъ, магнитъ всегда стремится стать поперекъ тока, и чѣмъ сильнѣе токъ, тѣмъ и отклоненіе магнита отъ обыкновеннаго положенія больше. Этимъ

свойствомъ пользуются какъ для измѣренія силы тока, такъ и для опредѣленія его направленія, т. е. того направленія, по которому течетъ положительное электричество.



Электромагнитъ.

Другое магнитное дѣйствіе тока состоитъ въ томъ, что кусокъ мягкаго желѣза, помѣщенный вблизи тока, дѣлается отъ дѣйствія тока магнитомъ и можетъ тогда притянуть другой кусочекъ желѣза,

но желѣзо становится магнитомъ только на то время, пока есть токъ; какъ только прекратимъ токъ, такъ и магнетизмъ желѣза исчезнетъ, и притянутый имъ кусочекъ желѣза отпадетъ.

Для усиленія дѣйствія тока изолированную проволоку наматываютъ въ нѣсколько (иногда въ нѣсколько сотъ) оборотовъ, накручивая ее постоянно по одному направленію (какъ нитки на катушку), и получаютъ приборъ, называемый *электромагнитомъ*. При этомъ, когда пропускаютъ токъ по оборотамъ проволоки, то желѣзо намагничивается; когда перестаютъ пускать токъ, или, какъ говорятъ, когда прерываютъ токъ, то желѣзо размагничивается. Это свойство электромагнитовъ — намагничиваться при пропусканіи тока и размагничиваться при прекращеніи тока — отличаетъ электромагниты отъ

обыкновенныхъ постоянныхъ магнитовъ, и этимъ свойствомъ пользуются для устройства многихъ очень важныхъ приборовъ.

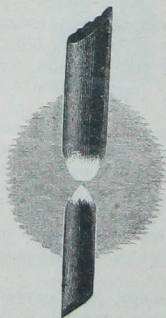
Электромагнитъ можно получать на какомъ угодно разстояніи отъ батареи, доставляющей электрическіе токи, лишь бы батарея была достаточно сильна, и проволоки, соединяющія ее съ электромагнитомъ, нигдѣ не были разорваны. Значить: находясь въ какомъ-либо мѣстѣ, можно, замыкая и размыкая токъ, заставлять электромагнитъ, находящійся въ другомъ мѣстѣ, то притягивать, то отпускать кусочекъ желѣза и, такимъ образомъ, подавать знаки. Въ этомъ и состоитъ сущность *телеграфа*: замыкая и размыкая токи на одной станціи, намагничиваютъ и размагничиваютъ электромагнитъ на другой и, такимъ образомъ, передаютъ съ одной станціи на другую условные знаки, которыми обозначаются буквы азбуки; изъ условныхъ знаковъ составляются слова. Проволоки, соединяющія одну станцію съ другой, обыкновенно подвѣшиваются на столбахъ при помощи желѣзныхъ крючковъ съ уединяющими фарфоровыми наконечниками. Достаточно при этомъ протянуть одну проволоку, такъ какъ другую можетъ замѣнить земля, хорошо проводящая токъ. Черезъ моря проводятъ телеграфныя проволоки, погружая ихъ на дно моря; но такъ какъ вода проводитъ сама электричество, то опускаемую въ море проволоку нужно покрыть непроводникомъ и сдѣлать очень крѣпкою, чтобы она отъ собственной тяжести не рвалась. Такіе проводы подводнаго телеграфа называются кабелями.

Въ настоящее время весь земной шаръ, какъ паутинной сѣтью, окутанъ телеграфными проволоками, и теперь о томъ, что дѣлается гдѣ-нибудь въ другой части свѣта, мы узнаемъ черезъ нѣсколько часовъ, между тѣмъ какъ до изобрѣтенія телеграфа для этого требовалось иногда нѣсколько мѣсяцевъ. Нѣсколько часовъ, которые требуются для полученія откуда-нибудь телеграммы, идутъ на подачу ея при отправленіи, переписку ея, доставленіе на мѣстѣ полученія и т. д.; сами же телеграфные знаки передаются, можно сказать, мгновенно.

Электромагниты применяются для устройства весьма многих приборовъ и машинъ. Кромѣ телеграфа, они встрѣчаются еще въ электрическихъ звонкахъ и въ электродвигателяхъ. Эти двигатели превосходятъ паровыя машины чистотой и плавностью своей работы; они нерѣдко употребляются взамѣнъ лошадей на такъ называемыхъ „конкахъ“ или трамваяхъ. Токъ въ электромагниты вагона передается со станціи или черезъ рельсы, или по проволокамъ, подвѣшеннымъ, какъ и телеграфныя, на столбахъ.

IV.

Въ послѣднее время въ городахъ и домахъ керосиновое и газовое освѣщеніе часто замѣняется болѣе яркимъ и безопаснымъ — электрическимъ. Большіе электрическіе



Угли для электрическаго освѣщенія.

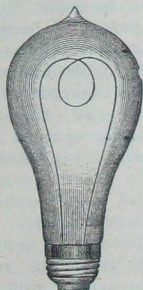
фонари (напр., уличныя), дающіе много свѣта, устраниваются въ общемъ такъ: двѣ особо приготовленныя угольныя палочки устанавливаются одну противъ другой, но такъ, что между ними остается небольшой промежутокъ; если соединить другіе концы угольковъ съ проволоками, идущими отъ батареи, то токъ будетъ проходить черезъ промежутокъ между уголками въ видѣ непрерывнаго ряда очень яркихъ искръ. Угольки заключаютъ въ стеклянный колпакъ, который дѣлаютъ обыкновенно матовымъ, чтобы свѣтъ не былъ слишкомъ яркимъ.

Болѣе слабый свѣтъ даютъ электрическія лампочки. Чтобы понять ихъ устройство, припомнимъ, что, если токъ проходитъ черезъ проволоку, то проволока нагревается; чѣмъ тоньше проволока, тѣмъ нагреваніе больше. Электрическая лампочка состоитъ изъ тонкой, какъ волосокъ, угольной ниточки, къ концамъ которой прикрѣпляютъ проводники отъ бат-

тарей; токъ, проходя черезъ угольную ниточку, накаливаетъ ее, и она начинаетъ свѣтиться. Въ теперешнихъ лампочкахъ особымъ образомъ приготовленную угольную нить свертываютъ въ кольцо, или какъ-нибудь иначе, и вдѣлываютъ въ стеклянный колпачокъ, такъ что наружу выступаютъ только концы нити, къ которымъ и прикрѣпляются проводники отъ батареи. Для того, чтобы угольная нить не перегорала, изъ колпачка вытягиваютъ воздухъ.

Вотъ еще одно полезное примѣненіе электричества.

Погрузимъ концы мѣдныхъ проволокъ, идущихъ отъ батареи, въ стаканъ съ растворомъ мѣднаго купороса (синій камень); тогда токъ будетъ проходить черезъ растворъ. При этомъ оказывается, что растворъ разлагается на тѣ части, изъ которыхъ онъ состоитъ: на мѣдь и сѣрную кислоту. Мѣдь при этомъ осѣдаетъ плотнымъ слоемъ на одной проволоцѣ, а сѣрная кислота собирается возлѣ другой. Если къ концу той проволоки, на которой осаждается мѣдь, прикрѣпить какой-нибудь металлическій или, вообще, проводящій токъ предметъ, то этотъ предметъ тоже покрывается мѣдью.



Электрическая лампочка.

Такимъ же точно образомъ можно покрывать предметы и другими металлами, золотомъ, серебромъ, пропуская токъ черезъ растворы ихъ соединений. Въ послѣднее время въ большомъ употребленіи никелировка, т. е. покрываніе различныхъ предметовъ металломъ никелемъ, похожимъ на серебро, но болѣе дешевымъ.

Когда требуется токъ въ большихъ размѣрахъ, то батарея оказывается неудобной, и въ этихъ случаяхъ употребляютъ особыя машины, устройство которыхъ основано на слѣдующемъ замѣчательномъ явленіи: если свернутую въ кольцо металлическую проволоку (или вообще, какъ говорятъ, замкнутый проводникъ) двигать вблизи электрическаго тока или электромагнита, то въ

провода возбуждается токъ не только на то время, пока проволока движется; какъ только она остановилась, такъ и токъ въ ней прекращается. Получаемый такимъ образомъ токъ называется *индуктивнымъ*. Индуктивный токъ примѣняется въ *телефонъ*.

Представимъ себѣ два электромагнита, проволоки которыхъ соединены другъ съ другомъ; вблизи каждого изъ нихъ находится желѣзная, слегка намагниченная пластинка, удерживаемая въ определенномъ положеніи слабой пружинкой. Если одну изъ пластинокъ приведемъ въ дрожаніе, то въ проволокахъ электромагнитовъ будутъ возбуждаться и прерываться токи, которые заставятъ второй электромагнитъ попеременно то сильнѣе, то слабѣе притягивать свою пластинку; значить и вторая пластинка начнетъ дрожать и при этомъ совершенно такъ же, какъ первая. Звукъ происходитъ отъ дрожанія частицъ воздуха; слѣдовательно, издавъ какой-либо звукъ вблизи перваго электромагнита, мы заставимъ его пластинку дрожать известнымъ образомъ; индуктивный токъ сообщитъ это дрожаніе пластинкѣ втораго электромагнита; она придетъ точъ въ точъ въ такое же дрожаніе, и человѣкъ, стоящій вблизи второй пластинки, услышитъ тотъ же самый звукъ, какой былъ произведенъ первой. Такимъ образомъ, является возможность слышать человѣческую рѣчь, музыку и проч. на разстояніи десятковъ, а въ послѣднее время и сотенъ верстъ.

До сихъ поръ мы говорили только объ услугахъ, которыя электричество оказываетъ человѣку; но надо замѣтить, что въ то же время электричество является и очень опасной силой. Мы уже знакомы съ дѣйствіемъ молніи; подобныя же, хотя и слабыя явленія производятъ разряды небольшихъ количествъ электричества. Искры, даваемые хорошими электрическими машинами, могутъ уже причинить серьезный вредъ здоровью. Точно такъ же и электрическіе токи можно считать безвредными для здоровья только въ томъ случаѣ, если сила ихъ не превосходитъ известнаго предѣла; таковы токи, употребляемые для телеграфированія, телефонированія, никкелировки и т. п. Что же касается такихъ токовъ, какіе встрѣча-

ются на электрическихъ желѣзныхъ дорогахъ, при электрическомъ освѣщеніи въ большихъ размѣрахъ и пр., то они могутъ быть очень опасны: въ иныхъ случаяхъ одно прикосновеніе къ проводу такого тока причиняетъ не только сильныя страданія, но даже и смерть. Въ большихъ городахъ для безопасности проводники сильныхъ токовъ прокладываются въ землѣ на нѣкоторой глубинѣ.

Электричество — сила сравнительно новая для человѣка и примѣняется къ его потребностямъ только нѣсколько десятковъ лѣтъ; между тѣмъ, въ настоящее время оно встрѣчается всюду: и на улицахъ, и на заводахъ, и въ частныхъ домахъ. Это объясняется удобствомъ обращенія съ электрическими машинами и чистотой ихъ работы. Благодаря большому количеству свойствъ электричества, открываются все новыя и новыя его примѣненія, и электричеству предстоитъ широкое будущее.

Въ послѣднее время электричество, иногда въ видѣ постоянного, иногда въ видѣ индуктивнаго тока, примѣняется при лѣченіи нѣкоторыхъ болѣзней.

