

262582

НА ДОМ
НЕ ВЫДАЕТСЯ

И.
13066

ШКОЛА ФИЗИКИ

ИЛИ

УЧЕБНИКЪ КЪ ПЕРВОНАЧАЛЬНОМУ ИЗУЧЕШЮ ЭТОЙ НАУКИ

ПРИ

ПОМОЩИ САМЫХЪ ПРОСТЫХЪ ОПЫТОВЪ И ДЕШЕВЫХЪ СНАРЯДОВЪ, СЪ ПРИМѢНЕНИЕМЪ
КЪ ОБЫДЕННОЙ ЖИЗНИ.

СОЧИНЕНИЕ

Крюгера.

ПЕР. ПОДЪ РЕД. ПОЛЬНОВА, ИЗДАНО ПОДЪ РЕД. Д. АВЕРКІЕВА.

ПРОВЕРЕНО
1952

Со многими политипажамн.

ОТДѢЛЪ I.

Цена за весь три Отдѣла 3 р., съ пер. 3 р. 50 к.



САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

Фундаментальная

Издание Товарищества „Общественная Польза“.

1861.

Р 262582

1300

ПЕЧАТАТЬ ПОЗВОЛЯЕТСЯ

съ тѣмъ, чтобы по отпечатаніи представлено было въ Ценсурный Комитетъ
узаконенное число экземпляровъ. С. Петербургъ, 24-го Ноября 1859 года.

Ценсоръ *П. Новосильскій.*

1861

ПРЕДИСЛОВІЕ АВТОРА.

Издаваемая мною „Физика“ можетъ служить руководствомъ для всѣхъ тѣхъ, которые, не имѣя подъ рукою дорогихъ и сложныхъ инструментовъ, не прибѣгая къ ученымъ выводамъ, желаютъ пріобрѣсти основательное знаніе важнѣйшей и интереснѣйшей отрасли естествовѣденія. По этому, она отличается отъ другихъ учебныхъ руководствъ подобнаго рода, какъ формою, такъ и содержаніемъ.

Форма, мною избранная, есть, во-первыхъ, чисто-популярная и общепонятная; она устраняетъ и формулы, и доказательства математическія. Во-вторыхъ, эта форма методическая. Въ основаніи каждаго вывода лежитъ опытъ, какъ непосредственное наблюденіе; въ-параллель опыту исчисляются потомъ родственныя съ нимъ наблюденія; изъ согласованія же ихъ выводится законъ, который въ нихъ проявляется; такимъ-образомъ и сила природы познается по производимымъ его дѣйствіямъ. При выборѣ опытовъ большое вниманіе обращено было на то, чтобы они были по возможности просты и требовали по возможности мало предварительныхъ приготовленій; они такъ подробно описаны, что не требуютъ для ихъ

произведенія никакихъ другихъ знаній, и сверхъ того всѣ требуемые инструменты можно выписать черезъ каждый книжный магазинъ по весьма низкимъ цѣнамъ, напечатаннымъ тотчасъ послѣ оглавленія (*).

Что же касается до содержанія, то оно обнимаетъ все то, что имѣетъ практическій интересъ, значеніе въ жизни, и уже получило многостороннее примѣненіе. Напротивъ, все что имѣетъ чисто-теоретическій интересъ, стоитъ на заднемъ планѣ. Такимъ - образомъ, механика по причинѣ своего пракческаго значенія разсмотрѣна подробнѣе и съ одной основной точки зрѣнія; важнѣйшимъ химическимъ явленіямъ посвященъ особый отдѣлъ, въ которомъ между прочимъ описаны аппараты для газоваго освѣщенія и воздушные шары. Все же вообще заключаетъ въ себѣ три довольно равныя по объему отдѣла, изъ которыхъ первый содержитъ механическія явленія твердыхъ, капельно-жидкихъ и газообразныхъ тѣлъ, второй—магнитныя, электрическія и химическія, и третій—явленія звука, свѣта и теплоты.

Мнѣ остается только желать, чтобы эта книга хотя нѣсколько удовлетворила желанію тѣхъ, которые охотно занимаются опытными изслѣдованіями, и этимъ равно строгимъ и интереснымъ путемъ стараются познакомиться съ законами и силами природы.

(*) Эти инструменты имѣются въ магазинѣ Товарищества „Общественная Польза“.

ПРЕДИСЛОВІЕ АВТОРА КЪ ЧЕТВЕРТОМУ ИЗДАНІЮ.

Снова тщательно обогащенное многими дополненіями и нѣсколькими фигурами, появляется теперь четвертое изданіе „Физики“. Желательно, чтобы и это новое изданіе заслужило то одобреніе, которымъ пользовалась книга эта въ самыхъ различныхъ кругахъ общества.

МЕХАНИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ ТВЕРДЫХЪ ТѢЛЪ.

1. **Отвѣсъ.** Всѣмъ извѣстно, что рабочіе, при возведеніи зданій или отдѣльныхъ стѣнъ, для удостовѣренія въ правильномъ положеніи ихъ, пользуются весьма простымъ снарядомъ, который обыкновенно называютъ отвѣсомъ.

Отвѣсъ.

ф. 1.

Опытъ а. Для приготовленія отвѣса берутъ металлическій шарикъ, гирию или какое либо другое, не очень легкое тѣло, напр. ключъ, и укрѣпляютъ его на тонкой бичевкѣ. Держа другой конецъ бичевки въ рукѣ, мы замѣчаемъ слѣдующее: шнурокъ, висящій свободно, образуетъ обыкновенно большіе или меньшіе изгибы, теперь же онъ натянутъ гирей, и представляетъ прямую линію, направленную сверху внизъ. Куда бы мы ни перенесли отвѣсъ, въ комнатѣ и внѣ ея, вездѣ направленіе бичевки остается то же. Направленіе шнурка отвѣса называется отвѣснымъ направленіемъ.



Отвѣсное
направленіе.

Опытъ б. Удерживая въ одной рукѣ конецъ шнурка, поднимаемъ другою металлическую гирию опустивъ ее потомъ, мы замѣтимъ, что она оставляетъ мѣсто, до

котораго была поднята и падаетъ внизъ на длину бичевки. Къ тому же движеніе гири внизъ произойдетъ совершенно по линіи, указанной шнуромъ. Гиря притягивается землею, и обнаруживаетъ стремленіе приблизиться къ ней, вслѣдствіе чего бичевка натягивается туго.

Много подобныхъ явленій мы можемъ замѣтить въ окружающей насъ природѣ. Черепица, сорванная бурей съ крыши, падаетъ на землю; высоко подброшенный мячикъ опять возвращается къ намъ; дождь и снѣгъ ниспадаютъ изъ тучъ, и огромныя массы водъ, низвергаясь со скалъ образуютъ водопады. Мелкіе угли падаютъ сквозь рѣшетку поддувала, песокъ — на неписанную бумагу, измолотый кофе въ ящикъ мельницы, и истертыя частицы шеколада — сквозь скважины терки. Тяжесть плодовъ ломаетъ сучокъ, и они падаютъ вмѣстѣ съ нимъ на землю; подломленный цвѣтокъ склоняется внизъ, слабыя вѣтви плачущей березы приклоняются къ землѣ; у засыпающаго изъ рукъ выпадаетъ газета, занавѣсъ въ театрѣ опускается и гробъ падаетъ въ темную могилу. Гиря часовъ, удерживаемая механизмомъ, медленно опускается внизъ. Лоть, состоящій изъ 50-ти фунтоваго куска свинца, привязаннаго къ вымѣренной и раздѣленной на футы бичевкѣ, опускается на дно моря, и употребляется обыкновенно для измѣренія глубины его.

Законъ тяжести.

Изъ ряда этихъ разнородныхъ явленій видно, что не только какія либо извѣстныя тѣла стремятся приблизиться къ землѣ, а другія отъ нея удалиться, но все безъ исключенія обнаруживаютъ то же стремленіе. Подобно тому какъ въ государствѣ все жители должны повиноваться общему закону, точно также

природа имѣетъ свои законы, которымъ повинуются и должны повиноваться все тѣла безъ исключенія. Итакъ изъ приведенныхъ выше явленій можетъ быть выведенъ слѣдующій

законъ тяжести: все тѣла имѣютъ стремленіе приблизиться къ землѣ.

Такимъ образомъ говорятъ, что земныя тѣла тяжелы, предполагая нѣкоторую силу, притягивающую ихъ къ землѣ, и называемую силою тяжести. Все частицы земли одарены силою притяженія, но такъ-какъ земля есть шаръ, и все частицы ея расположены равномерно около ея центра, то притяженіе земли выражается для насъ общимъ стремленіемъ всехъ тѣлъ къ центру ея. Слѣдовательно, какъ-скоро мы замѣчаемъ, что какое-либо тѣло удаляется отъ центра земли, то должны приписать это нѣкоторой другой силѣ и стараться изслѣдовать послѣднюю.

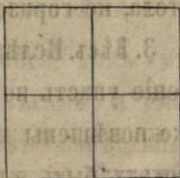
2. Ватерпасъ.

Опытъ. Возьмемъ четырехугольный лоскутокъ бумаги, и сложимъ его вдвое, такъ чтобы верхняя половина точно покрывала нижнюю; потомъ, не развертывая бумагу, сложимъ ее еще разъ такимъ же образомъ. Если

Горизонтальное направленіе.

теперь развернемъ бумагу, то линіи сгибовъ образуютъ на ней прямой уголъ. Если совмѣстимъ одну изъ этихъ линій съ шнуромъ отвѣса, то другая перпендикулярная къ ней линія пойдетъ въ направленіи горизонтальномъ; положеніе это свойственно ровной поверхности земли и моря, п обыкновенно дается полу, потолку, подоконникамъ и верхней доскѣ cadaго стола.

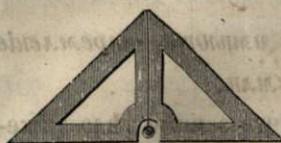
ф. 2.



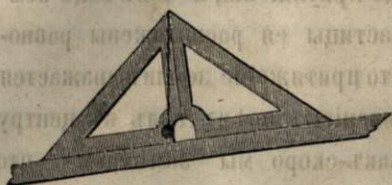
Ватерпасъ.

Ватерпасъ. Для опредѣленія горизонтальнаго на-
правленія, плотники обыкновенно употребляютъ ватер-

Ф. 3 а.



Ф. 3 б.



пасъ. Онъ состоитъ изъ тре-
угольной досечки, нижній
край которой тщательно вы-
струганъ. Изъ вершины про-
тивоположнаго угла идетъ же-
лобокъ, образующій прямой

уголъ съ нижнимъ
краемъ досечки; а
въ томъ мѣстѣ, гдѣ
они встрѣчаются,
сдѣланъ полукруг-
лый вырѣзь. Къ верх-

нему концу желобка
прикрѣпленъ шнурокъ отвѣса, и шаръ его свободно
двигается въ вырѣзѣ. При употребленіи ставятъ ватер-
пасъ нижнимъ краемъ на испытываемую плоскость, и
если при этомъ желобокъ совпадаетъ съ направлениемъ
указаннымъ шнуркомъ отвѣса, то эта плоскость го-
ризонтальна. Если же шнурокъ уклонится отъ желобка,
то тѣмъ означится, что плоскость, напр. поверхность
стола, не горизонтальна.

Давленіе тя-
желыхъ тѣлъ.

3. Вѣсъ. Вслѣдствіе силы тяжести тѣла имѣютъ стрем-
леніе упасть по направленію къ центру земли; будучи
же повѣшены на шнурѣ, они натягиваютъ его; но они
могутъ быть удержаны отъ паденія и другими тѣлами,
на которыхъ они лежатъ, и при этомъ производятъ на
нихъ дѣйствіе, доказывающее притяженіе ихъ землею.

Опытъ. Положивъ на ладонь руки достаточной вели-
чины книгу, почувствуемъ нѣкоторое давленіе на руку,

которое заставляетъ ее опуститься внизъ. Если возьмутъ нѣсколько тоншую книгу, то и давленіе будетъ меньше, мы выражаемъ это, говоря, что вторая книга вѣситъ меньше, и приписываемъ первой бѣльшій вѣсъ. Давленіе, производимое тѣломъ на предметъ подъ нимъ находящійся, называютъ вѣсомъ. Въ то же время мы замѣчаемъ, что тяжелѣйшая книга содержитъ больше бумаги, и вѣдствие этой бѣльшей массы производитъ бѣльшее давленіе. Съ возрастаніемъ массы увеличивается вѣсъ. Такимъ образомъ бѣльшой камень вдвливается въ рыхлую почву, и тяжелыя повозки оставляютъ на дорогѣ колѣи, какъ слѣды производимаго ими давленія, строенія на болотистой почвѣ опускаются, и вдвливаются поддерживающія ихъ сваи; тяжелыми катками разбиваютъ комки на вспаханныхъ поляхъ и укатываютъ шоссеыя дороги. Укладывая свои вещи для путешествія, бѣлье легкія изъ нихъ помѣщаютъ обыкновенно сверхъ тяжелыхъ, и замѣчаютъ, что подушки сжимаются подъ тяжестью положенныхъ на нихъ вещей. Носильщикъ чувствуетъ вѣсъ своей ноши, и нѣкоторые купцы имѣютъ обыкновеніе предварительно оцѣнить товаръ, хотя только приблизительно, взвѣсивая его на рукѣ.

Для бѣлье точнаго опредѣленія вѣса тѣлъ мы Русскій вѣсъ употребляемъ снарядъ, называемый вѣсами, и смотримъ, сколько металлическихъ кусковъ извѣстнаго вѣса производятъ одинаковое дѣйствіе со взвѣшиваемымъ тѣломъ. Если для произведенія равновѣсія мы употребимъ шесть фунтовъ, то говоримъ, что тѣло вѣситъ шесть фунтовъ. Куски металла, употребляемые для взвѣшиванія тѣлъ, называются гириями. При слѣ-

дующихъ опытахъ мы будемъ употреблять постоянно русскій вѣсъ; если же иногда будетъ взятъ вѣсъ аптекарскій, то объ этомъ будетъ упомянуто.

Русскій вѣсъ.

Фунтъ.	Лоть.	Золотникъ.	Доля.
1	32	96	9216
	1	3	288
		1	96

Аптекарскій вѣсъ.

Фунтъ.	Унція.	Драхма.	Гранъ.
1	12	96	5760
	1	8	480
			60

4. Центр тяжести.

Центръ тяжести.

Опытъ а. Перочинный ножикъ кладутъ на столъ остриемъ вверхъ, а поперегъ его вязальную иглу

ф. 4.



(ручку стальнаго пера или карандашъ). Тогда одинъ изъ концовъ иглы, наклоняемый силою тя-

жести, опустится на столъ, и тѣмъ обнаружить, что въ немъ находится больше матерьяльныхъ частицъ, чѣмъ въ другомъ концѣ. Далѣе передвигаютъ иглу до-тѣхъ-поръ, пока она не будетъ сохранять горизонтальнаго положенія; тогда ножикъ поддерживаетъ ее только въ одной точкѣ, по правую и по лѣвую сторону которой находится оди-

наковое число матерьяльныхъ частицъ: одна половина иглы уравниваетъ другую, и потому-то сила тяжести не наклоняетъ ее въ одну какую-либо сторону. Въмѣсто ножа мы можемъ употребить карандашъ или палецъ. Если положить палочку или линейку на край четырехугольнаго стола, и выдвинуть одинъ конецъ ея до того, что при малѣйшемъ движеніи она уже падаетъ со стола, то въ этомъ случаѣ по обѣ стороны края стола, частицы линейки будутъ въ равновѣсіи.

Опытъ в. Булавку протыкають сквозь пробку такъ, чтобы около половины ея выставлялось наружу и чтобы головка вдавилась въ пробку; потомъ ставятъ ее на столъ, и, взявъ нѣсколько лоскутковъ бумаги, стараются положить ихъ на остріе булавки,

ф. 5.

такъ чтобы они удерживались на ней въ горизонтальномъ положеніи. Съ бумажкою величиной въ восьмушку это едвали удастся, но тогда можно взять нѣсколько мѣншій лоскутокъ. Въ такомъ случаѣ бумажка будетъ подперта только въ одной точкѣ, и



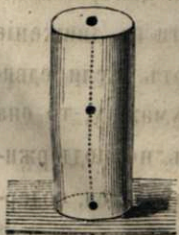
все части ея взаимно уравниваются. Такимъ же образомъ во всякомъ тѣлѣ можно найти такую точку опоры, при которой оно сохраняетъ равновѣсіе во всякомъ положеніи. Такая точка называется центромъ тяжести. Сила тяжести не можетъ привести въ движеніе тѣло, когда его центръ тяжести подпертъ. Если сдвинуть въ сторону лежащую на остріѣ бумажку, то она упадетъ: центръ тяжести тогда ничѣмъ не поддерживается, и та сторона, на которой онъ находился, содер-

жить болѣе матерьяльныхъ частицъ, а потому получаетъ перевѣсъ надъ другой стороною.

Положеніе
центра тяжести.

5. Положеніе центра тяжести. Въ тѣлахъ правильной фигуры и однородной массы не трудно найти центръ тяжести. На прямой линіи или въ такомъ тѣлѣ, котораго толщина незначительна въ сравненіи съ длиною, напр. въ проволоку, центръ тяжести находится на срединѣ ея. Такимъ же образомъ, взявъ картонный или бумажный кружокъ, и приводя его въ равновѣсіе на булавкѣ, употребленной уже при опытѣ 4. б., замѣтить, что центръ тяжести его совпадетъ съ центромъ круга. Нѣсколько такихъ круговъ, положенныхъ другъ на друга, такъ чтобы центры ихъ находились на одной отвѣсной линіи, образуютъ цилиндръ или валъ, осью котораго будетъ отвѣсная линіи, идущая черезъ центры круговъ. Центръ тяжести долженъ лежать на оси цилиндра, потому что на ней находятся все центры тяжести отдѣльныхъ круговъ, и кромѣ того непремѣнно на срединѣ оси, такъ-какъ цилиндръ, положенный на остріе ножа, сохраняетъ равновѣсіе только въ томъ случаѣ, когда подперта его середина. Положивъ на конецъ иглы квадратъ или правильный четырехугольникъ, находятъ, что центръ тяжести его равно отстоитъ отъ всѣхъ четы-

ф. 6.



рехъ угловъ. Нѣсколько такихъ четырехугольниковъ, положенныхъ другъ на друга, подобно какъ и въ предыдущемъ случаѣ, образуютъ призму, и центръ тяжести ея также будетъ находится на срединѣ оси, т. е. на срединѣ отвѣсной линіи, проходящей черезъ центры всѣхъ составляющихъ ее

четыреугольниковъ. Центръ тяжести шара находится въ центрѣ его, потому-что матерьяльныя частицы расположены въ немъ симметрично относительно центра. И такъ центръ тяжести правильныхъ тѣлъ находится въ центрѣ фигуры ихъ.

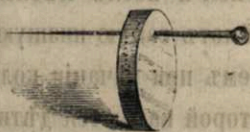
6. Различные роды равновѣсія.

Опытъ а. Отрѣзываютъ отъ пробки кружокъ, толщиною въ половину пальца и втыкаютъ близъ края его большую булавку или кусокъ проволоки. Въ этомъ случаѣ центръ тяжести кружка не бу-

Роды равновѣсія.

Неустойчивое равновѣсіе.

детъ находиться въ центрѣ его, но ближе къ булавкѣ. Если тогда положить его бокомъ на столъ, такъ чтобы булавка находилась вверху, то центръ тяжести будетъ находиться отвѣсно надъ точкою опоры и въ самой высшей точкѣ, которую онъ только можетъ занять, такъ-что при всякомъ другомъ положеніи кружка центръ тяжести его уже будетъ лежать ниже. Если теперь хотя слегка тронуть кружокъ пальцемъ, то онъ опрокидывается, и уже не возвращается въ свое первоначальное положеніе, но принимаетъ другое, при которомъ булавка, а потому и центръ тяжести, занимаетъ самое низшее мѣсто. Такимъ же образомъ яйцо можно поставить на столъ тупымъ или острымъ концомъ его, но это равновѣсіе по причинѣ высокаго положенія центра тяжести до такой степени неустойчиво, что при малѣйшемъ толчкѣ со стороны оно нарушается совершенно. Равновѣсіе тѣла называется неустойчивымъ, когда оно подперто такимъ-образомъ, что центръ тяжести тѣла при движеніи его можетъ принять болѣе низкое положеніе.



Устойчивое
равновѣсіе.

Опытъ b. Далѣе ставить кружокъ бокомъ на столъ

ф. 8.



такъ, чтобы булавка и центръ тяжести его заняли повозможности нисшее мѣсто. Если слегка толкнуть теперь кружокъ, заставляя его катиться, то центръ тяжести при

этомъ подвинется, но притягиваемый землею онъ принужденъ будетъ возвратиться въ первоначальное положеніе, и послѣ нѣсколькихъ колебаній кружка снова займетъ самую низшую точку. То же явленіе мы замѣчаемъ при качаніи колыбели и деревянной лошадки, на которой качаются дѣти, а также при движеніи съ боку на бокъ карыта и карманныхъ часовъ, прикасающихся стекломъ къ поверхности стола. Такъ-какъ эти тѣла, подпертыя въ одной или двухъ точкахъ, не скоро опрокидываются, то равновѣсіе ихъ устойчивое. Тѣло находится въ устойчивомъ равновѣсіи, если оно подперто такимъ-образомъ, что при движеніи центръ тяжести его долженъ подниматься вверхъ.

Безразличное
равновѣсіе.

Опытъ c. Если вынуть булавку изъ пробки, то центръ тяжести кружка будетъ находиться въ срединѣ его. Поставленный бокомъ на столъ, онъ будетъ теперь сохранять равновѣсіе во всякомъ положеніи. Получивъ со стороны толчокъ, кружокъ катится пока его двигаетъ сила толчка, и не возвращается уже въ первоначальное положеніе. Центръ тяжести кружка, при движеніи его по горизонтальной плоскости, не можетъ ни подняться, ни опуститься, но перемѣщается только по одной горизонтальной линіи. Такимъ же образомъ шаръ и цилиндръ, напр. круглый карандашъ, лежащіе на горизонтальной

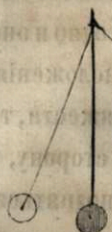
плоскости, сохраняютъ равновѣсіе во всякомъ положеніи, и находятся въ безразличномъ равновѣсіи.

Экипажное колесо, когда ось его поднята, какъ это бываетъ при смазкѣ его, можно повернуть какъ угодно и оно не стремится занять первоначальнаго своего положенія. Такъ-какъ колесо подперто въ самомъ центрѣ тяжести, то не можетъ существовать перевѣса ни въ одну сторону, и центръ тяжести не можетъ ни опуститься, ни подняться. Подобнымъ образомъ каждое мельничное колесо, каждый катокъ, каждый точильный камень бываетъ подпертъ въ центрѣ тяжести и потому находится въ безразличномъ равновѣсіи. Подъемная часть моста вмѣстѣ съ балками, горизонтально утвержденными на ней, и идущими по ея направленію подъ мостомъ, вращается около общаго центра тяжести и по этому можетъ быть установлена во всякомъ положеніи. Всякое тѣло вращающееся около оси, которая проходитъ чрезъ центръ его тяжести, находится въ безразличномъ равновѣсіи. Еслибы центръ тяжести тѣла находился въ сторонѣ отъ оси, то онъ опустился бы внизъ и привелъ въ движеніе самое тѣло; послѣ нѣсколькихъ колебаній тѣло пришло бы въ устойчивое равновѣсіе, и при вращеніи его потребовалась бы лишняя сила, для того чтобы снова вывести его изъ этого положенія.

7. Поддерживанія центра тяжести посредствомъ прѣ-
вѣшиванія. Тѣло можно поддержать тремя способами, относительно положенія его центра тяжести: въ самомъ центрѣ тяжести, подъ нимъ и надъ нимъ. Многія тѣла поддерживаются не посредствомъ оси въ самомъ центрѣ тяжести, но имѣютъ точку опоры надъ нимъ, т. е. висятъ, или подъ нимъ, т. е. стоятъ или лежатъ. Висяція тѣла.

Опытъ а. Шарикъ или картонный кружокъ вѣшаютъ на нити, причемъ она прикрѣпляется къ краю кружка.

Ф. 9.



Если толкнуть тѣло въ сторону, то при этомъ центръ тяжести поднимется вверхъ и послѣ нѣсколькихъ колебаній тѣло возвращается снова въ свое первоначальное положеніе; изъ этого мы заключаемъ, что привѣшанное къ нити тѣло находится въ устойчивомъ равновѣсіи. Далѣе, какъ центръ тяжести кружка находится на отвѣсной линіи подъ точкою прикрѣпленія, то центръ тяжести всякаго покойно висѣщаго тѣла находится въ вертикальномъ направленіи подъ точкою прикрѣпленія.

Опытъ б. Тѣло можно повѣсить еще такимъ образомъ, что оно покажется стоящимъ. Проволоку около фута длиною сгибають въ видѣ полукруга, и одинъ ко-

Ф. 10.



онецъ ея завивають спиралью, тогда центръ тяжести всей проволоки будетъ находиться близъ этого конца. Другой же конецъ ея продѣвають сквозь пробку, въ которую предварительно была воткнута булавка. Если теперь поставятъ весь этотъ при-

боръ остриемъ булавки на край стола, то центръ тяжести прибора въ состояніи покоя будетъ находиться подъ остриемъ булавки, т. е. подъ точкою опоры. Слѣдовательно приборъ этотъ виситъ, хотя и кажется намъ, что онъ очень стоитъ не твердо на остріи булавки; дѣйствительно онъ находится въ устойчивомъ равновѣсіи и при движеніи производитъ качанія, по-

добныя другимъ висящимъ тѣламъ. Такимъ-образомъ устроиваются нѣкоторыя дѣтскія игрушки: обыкновенно къ концу согнутой проволоки прикрѣпляютъ довольно тяжелый шаръ, и на остріе булавки ставятъ легкую фигуру, такъ что центръ тяжести игрушки находится близъ шара.

§. Поддерживаніе центра тяжести при балансированіи. Балансированіе.
Противоположность висящимъ тѣламъ представляютъ такія, которыя дѣйствительно мы ставимъ на одинъ конецъ и балансируемъ, т. е. стараемся удержать въ равновѣсіи. Эти тѣла также поддерживаются только въ одной точкѣ, но ихъ точка опоры должна находиться отвѣсно подъ центромъ тяжести; равновѣсіе такихъ тѣлъ неустойчиво; и его обыкновенно можно сохранить только передвиженіемъ точки опоры или центра тяжести.

а. Балансированіе на рукѣ какой-либо вещи состоитъ въ томъ, что подвигаютъ точку опоры, кончикъ пальца, въ ту сторону, куда движется центръ его тяжести. Если желаютъ удержать въ равновѣсіи зонтикъ, вертикально поставленный на кончикъ пальца, то подвигаютъ палецъ соразмѣрно съ наклоненіемъ зонтика такъ, чтобы точка опоры находилась постоянно подъ центромъ его тяжести. Легче всего удерживать въ равновѣсіи тяжелыя тѣла съ высоколежащимъ центромъ тяжести, ибо при тяжелыхъ тѣлахъ рука лучше чувствуетъ, давить ли на нее все тѣло и уклонился ли въ сторону его центръ тяжести. Сверхъ-того если, центръ тяжести находится въ верхней части предмета, то онъ долженъ пробѣжать большій путь, чтобы тѣло упало, и употребить на это болѣе времени, которымъ легко можно

Ф. 11.



воспользоваться, чтобъ передвинуть руку. Центръ тяжести шпаги находится близъ рукоятки и описываетъ при наклоненіи ея верхнюю дугу; еслибы центръ тяжести шпаги находился ниже, какъ это будетъ при обратномъ ея положеніи, то ему пришлось бы пробѣжать гораздо меньшій путь, чтобъ въ той же мѣрѣ подвергнуться опасности паденія.

Волчокъ.

b. Быстрое вращеніе центра тяжести волчка удерживаетъ его отъ паденія; еслибы по причинѣ его неустойчиваго равновѣсія центръ тяжести уклонился вправо, то въ то же мгновеніе, при сильной быстротѣ движенія онъ уклонится и влѣво, и во всея другія стороны, описывая при этомъ кругъ. Тѣло же, притягиваемое съ одинаковой почти силой и влѣво, и вправо, и поддерживаемое въ серединѣ не можетъ упасть ни на одну сторону. По этой же причинѣ металлическая или деревянная тарелка, поставленная ребромъ и приведенная въ вращательное движеніе, удерживается нѣкоторое время въ равновѣсіи, хотя и имѣетъ одну только точку опоры.

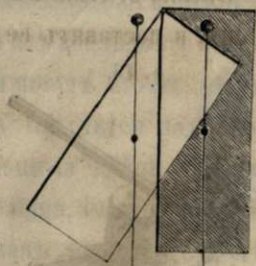
Плоскость
опоры.

9. Плоскость опоры. Отъ бѣльшей части предметовъ, центръ тяжести которыхъ находится выше мѣста опоры ихъ, требуютъ, чтобъ они твердо стояли и собственною тяжестью удерживались на мѣстѣ. Съ этою цѣлью предметы эти подпираются въ нѣсколькихъ точкахъ, по-крайней-мѣрѣ въ трехъ, находящихся не на одной линіи. Такъ напр. круглый столъ имѣетъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ ножки его ка-

саются пола, три точки опоры. Карета поддерживается обыкновенно въ четырехъ точкахъ тамъ, гдѣ колеса ея прикасаются къ землѣ. Если представимъ себѣ, что эти четыре точки соединены между собою прямыми линиями, то они будутъ замыкать тогда четырехугольную плоскость. Плоскость ограниченная линиями, которыя соединяють точки опоры, называется плоскостью опоры. Часто видимъ мы, что тѣло опирается на цѣлую плоскость, какъ напр. круглый столбъ, ящикъ или печь всѣми точками нижней своей поверхности касаются предметовъ, на которыхъ они поставлены, а въ строенияхъ фундаментъ замыкаетъ плоскость опоры.

Опытъ а. Книгу, четырехугольный ящикъ или наконецъ четырехгранную линейку ставить на столъ, и держать передъ нею отвѣсъ такимъ образомъ, чтобъ нить его проходила близъ центра тяжести, стоящаго тѣла. Тогда окажется что центръ тяжести находится отвѣсно надъ какою-нибудь точкою плоскости опоры. Потомъ наклоняють тѣло въ сторону до-тѣхъ-поръ, пока оно не начнетъ падать. Въ этомъ положеніи снова держать отвѣсъ близъ центра тяжести его; тогда уже онъ не будетъ находится въ отвѣсномъ направленіи надъ какой-либо точкой плоскости опоры. Всякое тѣло стоитъ твердо до тѣхъ только поръ, пока центръ тяжести его находится вертикально надъ плоскостью опоры.

ф. 12.



Опрокидыва-
ніе тѣла.

Опытъ б. Карандашъ ставить отвѣсно на столъ, и такъ-какъ плоскость опоры его очень мала, то при

Устойчивое
положеніе
тѣла.

малѣйшемъ наклоненіи онъ долженъ упасть. Если же мы вставимъ нижній его конецъ въ пробку, то онъ будетъ стоять гораздо устойчивѣе, и тогда потребуется большая сила, для того чтобы уронить его; для этого нужно будетъ болѣе наклонить его въ сторону. Но при этомъ произойдутъ двѣ перемѣны: во-первыхъ, плоскость его опоры увеличится; во-вторыхъ, приводя въ равновѣсіе на краю стола карандашъ съ утвержденною на немъ пробкою по опыту 4, а., замѣтятъ, что центръ тяжести его находится ниже, или ближе къ серединѣ плоскости опоры. Поэтому книга лежитъ несравненно тверже на своей широкой плоскости, нежели когда она поставлена ребромъ, потому-что центръ тяжести ея находится тогда гораздо ниже, и притомъ со всѣхъ сторонъ болѣе удаленъ въ горизонтальномъ направленіи отъ краевъ плоскости опоры.

Опытъ с. Если въ пробку вставить наклонно карандашъ, и поставить ее на столъ, то она упадетъ, но стоитъ только положить на нее еще ключъ, и она приметъ тотчасъ же совершенно устойчивое положеніе. При этомъ общій центръ тяжести, который въ ключѣ находится въ отвѣсномъ направленіи надъ плоскостью опоры, опускается еще ниже, и тяжесть предмета значительно увеличивается.

Ф. 13.



Отсюда выводится для стоящихъ тѣлъ слѣдующій

законъ устойчивости: *Чѣмъ больше въсѣ и плоскость опоры тѣла, и чѣмъ ближе къ серединѣ ея находится центръ тяжести, тѣмъ тверже стоитъ тѣло.*

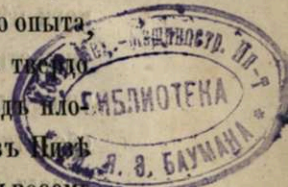
Обороченная бутылка стоитъ поэтому далеко не такъ твердо, какъ бы она стояла на своемъ днѣ, доставляющемъ ей большую плоскость опоры, и когда при томъ, центръ тяжести ея находился бы ниже; наполненный чѣмъ либо стаканъ, по причинѣ большей тяжести труднѣе опрокинуть, нежели пустой. Египтяне давали своимъ зданіямъ большую плоскость опоры, значительный вѣсъ, и центръ тяжести старались располагать какъ можно ниже. Поэтому зданія ихъ имѣли обыкновенно пирамидальную форму, и строились изъ тяжелыхъ плитъ. Чтобъ центръ тяжести не лежалъ слишкомъ высоко, кладъ въ дорожныхъ экипажахъ стараются уложить какъ можно ниже, и грузъ въ возахъ располагаютъ такимъ образомъ, чтобы тяжелѣйшія вещи находились въ самомъ низу. Въ ненагруженные суда для большей устойчивости ихъ кладутъ баластъ, и чтобы предохранить лампу отъ частыхъ паденій, дѣлаютъ ножку ея изъ тяжелаго металла. Какъ видно изъ послѣдняго опыта, тѣла и въ наклонномъ положеніи могутъ стоять твердо, пока только центръ тяжести ихъ находится надъ плоскостью опоры, каковы напр. наклонныя башни въ Ницѣ и Болонѣ. Пизская мраморная башня, имѣющая восемь ярусовъ, склонилась къ водѣ, какъ и многія другія строенія, и вершина ея удалилась на 12 футовъ отъ отвѣсной линіи. Въ Болонѣ, городъ имѣющемъ видъ корабля, башня, представляющая мачту, при болѣе высокой противъ пизской уклонена только на 4 фута.

10. Поддерживаніе центра тяжести живыхъ существъ.

Плоскость опоры прямо стоящаго человѣка имѣетъ видъ четырехугольника, и ограничивается линіями отъ одного носка ноги къ другому, и отъ одной пятки

Равновѣсіе
живыхъ су-
ществъ.

262582



къ другой. Чтобы стоять болѣе твердо, какъ напр. при фехтованіи, увеличиваютъ плоскость опоры, разставляя ноги. Если приставятъ правую ногу плотно къ стѣнѣ и поднимутъ лѣвую, то не въ состояніи будутъ устоять на мѣстѣ, потому-что плоскость опоры, правая нога, слишкомъ мала и центръ тяжести, находящійся приблизительно въ серединѣ живота, уклонится болѣе влѣво. Еслибъ тому не препятствовала стѣна, то центръ тяжести можно было бы подвинуть вправо, такъ чтобы онъ находился прямо надъ правою ногою, ибо живыя существа посредствомъ передвиженія членовъ могутъ увеличивать свою плоскость опоры, равно какъ и передвигать центръ тяжести. Такъ падающій на лѣвую сторону, движеніемъ правой руки старается передать свой центръ тяжести вправо; встающій съ мѣста, или наклоняется впередъ, чтобы перевести центръ тяжести на ноги, или отставляетъ ноги нѣсколько назадъ, чтобы подвести ихъ подъ центръ тяжести. Носильщики наклоняются впередъ, чтобы тяжесть на спинѣ не перетягивала ихъ назадъ, и на оборотъ люди слишкомъ полные держатся нѣсколько назадъ. Садовникъ, несущій въ правой рукѣ тяжелую лейку съ водой, наклоняется немного влѣво, чтобы удержать центръ тяжести надъ плоскостью опоры. При ходьбѣ центръ тяжести находится сперва надъ стоящею ногою, и потомъ движеніемъ туловища переносится на выдвинутую впередъ ногу, причемъ немного опускается и потомъ снова поднимается силою ея мускуловъ; такимъ-образомъ путь центра тяжести имѣетъ видъ зигзагъ. Дитя, учась ходить, только что начинаетъ упражняться въ поддерживаніи своего центра

тяжести, тогда какъ искусство плясать на канатѣ требуетъ еще болѣе снаровки, для того чтобы удержать центръ тяжести надъ такой узкой плоскостью опоры, какъ канатъ. Употребляемый при этомъ шестъ имѣетъ столь значительный вѣсъ, что общій центръ тяжести почти всегда находится въ серединѣ его, и слѣдовательно въ рукахъ пляшущаго.

ПРѢСТЫЯ МАШИНЫ.

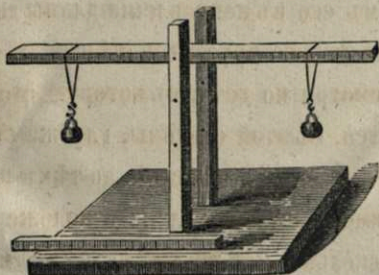
І. Рычагъ.

Равноплечный рычагъ.

Опытъ. Заказываютъ столяру досечку въ $\frac{1}{2}$ дюйма толщиной, которая бы имѣла 8 дюймовъ длины и нѣсколько менѣе ширины. Въ серединѣ ея укрѣпляютъ отвѣсно два четырехгранныхъ столба, имѣющихъ около фута высоты и одинъ квадратный дюймъ въ разрѣзѣ. Ихъ ставятъ одинъ противъ другаго на разстояніи отъ 1 до 2 дюймовъ. Близъ верхняго конца столбы просверливаютъ въ горизонтальномъ направленіи, такъ чтобы въ отверстія ихъ свободно проходилъ металлическій прутикъ или вязальная игла. Нѣсколько дюймовъ ниже просверливаютъ новыя

Устройство
рычага.

Фиг. 14.



отверстія, которыя будутъ нужны намъ въ послѣдующихъ опытахъ. Кромѣ-того заказываютъ еще два бруска, имѣющихъ дюймъ въ разѣлѣ, одинъ изъ нихъ, который будетъ употребленъ нами позднѣе, долженъ быть въ 13 дюймовъ, а другой въ 26 дюймовъ длины. Болѣе длинный брусокъ просверливаютъ въ самой срединѣ его длины, но нѣсколько ближе къ верхнему краю, такъ чтобы отверстіе находилось надъ центромъ тяжести его, и, начиная отсюда, дѣлятъ брусокъ съ помощію циркуля на дюймы, которые и означаютъ вертикальными чертами. Раздѣленный такимъ-образомъ брусокъ укрѣпляютъ между столбами посредствомъ металлическаго прутика, образующаго его ось или точку опоры, около которой онъ долженъ двигаться совершенно свободно. Такъ-какъ центръ тяжести бруска находится подъ точкою опоры, то подобно всякому тѣлу можетъ тогда только придти въ состояніе покоя, когда центръ тяжести будетъ находиться въ отвѣсномъ направленіи подъ точкою опоры, и онъ приметъ тогда горизонтальное положеніе. Если онъ наклонится болѣе на одну сторону, то ясно, что отверстіе находится не прямо подъ центромъ тяжести; въ такомъ случаѣ снимаютъ брусокъ съ подставокъ и слабо вбиваютъ по концамъ его въ направленіи длины два одинаковыхъ гвоздя. Послѣ того брусокъ помѣщаютъ снова между столбами; и смотря по тому, въ которую сторону онъ болѣе уклонится, съ этой стороны, глубже вбиваютъ гвоздь, и продолжаютъ это дѣйствіе до-тѣхъ-поръ пока брусокъ не приметъ горизонтальнаго положенія. Снарядъ этотъ въ нѣсколько мѣньшемъ размѣрѣ можно легко устроить самому изъ досечки и четырехгранныхъ линейекъ, изъ

которыхъ двѣ, замѣняющія собою поддерживающіе столбы, привинчиваютъ снизу къ досечкѣ, а третью, раздѣливъ на части, укрѣпляютъ между ними. Къ обоимъ концамъ бруска прикрѣпляютъ нити, а внизу къ каждой изъ нихъ привязываютъ по легкому проволочному крючку. Чтобы можно было повѣсить на крючки гири, придѣлываютъ къ нимъ сверху петли изъ нитокъ. Для слѣдующихъ опытовъ необходимо и достаточно будетъ имѣть двѣ фунтовыхъ, одну полуфунтовую и двѣ четвертьфунтовыхъ гири.

Къ одному концу бруска, на разстояніи 12 дюймовъ отъ точки опоры, привѣшиваютъ фунтовую гирю. Последняя подѣйствуетъ своею тяжестью на брусокъ, и заставитъ его вращаться около точки опоры, поднимая при этомъ другой его конецъ. Если пожелаютъ возстановить равновѣсіе и привести брусокъ снова въ горизонтальное положеніе, то поднятый конецъ его должны опустить внизъ съ силою одного фунта. Если къ этому концу привѣсятъ также на разстояніи 12 дюймовъ отъ точки опоры фунтовую гирю, то брусокъ приметъ горизонтальное положеніе, и приложенная сила уравновѣситъ грузъ.

Опыты съ
равноплеч-
нымъ рыча-
гомъ.

Негибкій брусокъ, вращающійся около неподвижной точки, называется рычагомъ. На каждый рычагъ, подобно тому какъ на брусокъ въ нашемъ опытѣ, дѣйствуютъ двѣ силы, которыя стремятся повернуть его въ двухъ противоположныхъ одно другому направлѣніяхъ; одна изъ этихъ силъ есть болѣею частію грузъ, который долженъ быть поднятъ вверхъ, тогда какъ другая, посредствомъ которой поднимаютъ грузъ, называется просто силою. Грузъ и сила дѣйствовали на

Грузъ и сила.

точки нашего рычага, удаленныя на 12 дюймовъ отъ точки опоры; т.-е. точки приложенія ихъ имѣли означенное разстояніе отъ точки опоры. Часть рычага между точкой его опоры и точкой приложенія силы или

Плечо рычага. груза называется плечомъ рычага. Употребленный нами рычагъ имѣеть два плеча; плечо силы находилось на одной сторонѣ, а плечо сопротивленія на другой сторонѣ отъ точки опоры. Оба плеча имѣли одинаковую длину; потому-что точки приложенія силы и груза находились на одинаковомъ разстояніи, 12 дюймовъ, отъ точки опоры. Слѣдовательно употребленный нами снарядъ есть равноплечный рычагъ.

Короткій рычагъ.

Опытъ. Если передвинуть гири ближе къ точкѣ опоры, такъ, чтобы обѣ онѣ были равно удалены отъ нея, сначала на 9, потомъ на 7 или на 4 дюйма, то получатъ болѣе короткій равноплечный рычагъ, который всегда сохранитъ равновѣсіе, потому-что грузъ остается равнымъ силѣ. Наконецъ берутъ еще двѣ другія четверть-фунтовыя гири, и вѣшаютъ ихъ въ равномъ разстояніи на плеча рычага. И въ этомъ случаѣ подтверждается для равноплечныхъ рычаговъ

законъ: *Равноплечный рычагъ находится въ равновѣсіи, когда сила равна грузу.*

Если же рычагъ не долженъ оставаться въ покоѣ, и грузъ долженъ двигаться, и именно подниматься вверхъ, то слѣдуетъ въ такомъ случаѣ увеличить силу, что и можно легко сдѣлать, положивъ на рычагъ въ точкѣ приложенія силы еще новую тяжесть, напримѣръ ключъ.

Употребленіе равноплечнаго рычага.

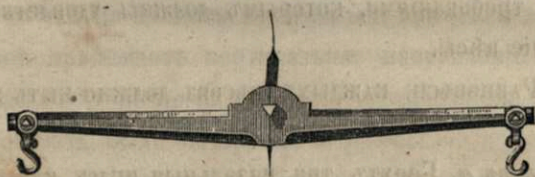
На этомъ основаніи для поднятія груза никогда не употребляютъ равноплечнаго рычага, потому-что при этомъ

пришлось бы израсходовать болѣе силы, чѣмъ безъ него. Но какъ равноплечный рычагъ, находясь въ равновѣсіи, показываетъ намъ равенство между грузомъ и извѣстной силой, потому и употребляютъ его для измѣренія вѣса груза, и называютъ тогда равноплечными вѣсами.

12. **Равноплечные вѣсы.** Главную часть обыкновенныхъ вѣсовъ составляетъ равноплечный рычагъ, который въ точныхъ вѣсахъ дѣлается изъ желтой мѣди или стали, а въ болѣе грубыхъ изъ желѣза, и называется коромысломъ. Вверху, на серединѣ коромысла относительно длины его, привинчивается стрѣлка, тонкій металлическій прутикъ, принимающій всегда отвѣсное положеніе, когда коромысло лежитъ горизонтально; онъ и служитъ для удостовѣренія въ томъ, дѣйстви-

Составныя
части вѣсовъ.

фиг. 15.



тельно ли коромысло находится въ этомъ положеніи. Отвѣсно подъ стрѣлкой сквозь коромысло проходитъ стальная ось, заостренная внизу и имѣющая видъ лезвия, для того чтобы коромысло, опираясь только на узкую линію, имѣло бы большую подвижность. Близъ концовъ коромысла привѣшиваются къ нему на шнурахъ, цѣпяхъ или проволокахъ, чашки. На коромыслѣ обыкновенныхъ торговыхъ вѣсовъ въ этихъ точкахъ привѣса утверждаются оси, около которыхъ вращаются кольца съ придѣланными къ нимъ внизу крючками; въ вѣсахъ же, употребляемыхъ для ученыхъ изслѣдованій,

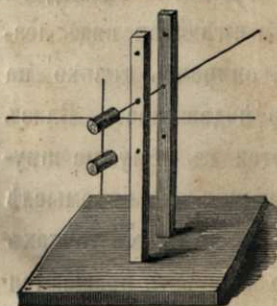
оси эти кверху заострены, подобно средней оси; на этихъ-то лезвяхъ и висятъ кольца съ крючками. Принято за правило, хотя это и не есть необходимость, чтобы обѣ точки привѣса и лезвее средней оси находились на прямой линіи, въ чемъ и можно легко удостовѣриться, протянувъ нить отъ одной точки привѣса къ другой. Ось коромысла лежитъ въ круглыхъ отверзтіяхъ или гнѣздахъ, находящихся въ нижней части продолговатой скобки. вмѣстѣ съ тѣмъ скобка висѣщая на кольцѣ, которое держать рукою, всегда принимаетъ отвѣсное направленіе, и даетъ возможность судить о положеніи стрѣлки. Если стрѣлка стоитъ совершенно въ срединѣ скобки, то она будетъ находиться тогда въ отвѣсномъ, а коромысло въ горизонтальномъ положеніи. Наружный видъ коромысла обусловливается слѣдующими требованіями, которымъ должны удовлетворять хорошіе вѣсы.

I. Равновѣсіе каждаго вѣсовъ должно быть устойчиво.

Устойчивое
равновѣсіе.

Опытъ а. Берутъ три вязальныя иглы, или проволоки. Одну изъ нихъ втыкаютъ въ небольшую пробку,

фиг. 16.



такъ чтобы игла доходила почти до середины ея. Далѣе, въ направленіи, перпендикулярномъ къ первому, втыкаютъ въ середину пробки вторую иглу, такъ чтобы концы ея по обѣ стороны пробки были равны. Снарядъ этотъ кладутъ на край стола, стакана, или помещаютъ снизу въ отверзтія нашего рычажнаго при-

бора; лежащая такимъ образомъ первая игла образуетъ ось, около которой подобно коромыслу можетъ свободно вращаться вторая игла. Переломивъ третью иглу пополамъ, втыкаютъ въ пробку отвѣсно одну изъ ея половинъ такъ, чтобы она представляла стрѣлку вѣсовъ.

Если общій центръ тяжести коромысла и стрѣлки находится точно на продолженіи оси, около которой оно движется, то по опыту *b*, *c*, коромысло должно быть тогда въ безразличномъ равновѣсіи и должно оставаться въ покоѣ и во всякомъ наклонномъ положеніи. Кусочикъ пробки, насаженный на правое плечо коромысла, перемѣститъ центръ тяжести направо въ горизонтальномъ направленіи, и какъ онъ долженъ находиться подъ точкою опоры, чтобы коромысло было въ покоѣ, то отсюда заключаемъ, что оно при малѣйшемъ перевѣсѣ принимаетъ вертикальное направленіе. Такого рода вѣсы не могли бы быть употребляемы, или, лучше сказать, были бы крайне неудобны.

Опытъ b. Если снявъ пробку съ праваго конца коромысла, насадить ее на верхній конецъ стрѣлки, то центръ тяжести подвинется вверхъ и будетъ находиться надъ точкою опоры, что произведетъ также неустойчивое равновѣсіе; при малѣйшемъ перевѣсѣ коромысло повертывается внизъ.

Опытъ c. Теперь уже ничего не остается болѣе, какъ подвинуть нѣсколько стрѣлку нашего снаряда внизъ, прикрѣпить къ нижнему концу ея пробку, и тѣмъ перемѣститъ центръ тяжести коромысла такъ, чтобы онъ находился отвѣсно подъ осью. Въ такомъ случаѣ произойдетъ устойчивое равновѣсіе и коромысло,

Положеніе
центра тяжести
подъ осью.

послѣ нѣсколькихъ колебаній, снова приходитъ въ горизонтальное положеніе. Слѣдовательно, центръ тяжести коромысла долженъ находится отвѣсно подъ его осью. Поэтому при покупкѣ вѣсовъ слѣдуетъ обращать вниманіе на то, чтобы коромысло находилось въ горизонтальномъ положеніи и тогда, когда снимутъ чашки. Какое дѣйствіе произведетъ перевѣсъ на такого рода коромысло? Чтобы узнать это, прикрѣпляютъ къ правому концу иглы небольшой кусочикъ пробки. При этомъ вверху на правой сторонѣ вѣсъ увеличивается, слѣдовательно общій центръ тяжести находится уже не подъ осью, а въ какой нибудь другой точкѣ коромысла, лежащей выше и правѣе. Поэтому правое плечо опустится нѣсколько внизъ, чтобы снова привести подъ ось перемѣщенный центръ тяжести, и послѣ нѣкоторыхъ колебаній коромысло обнаружитъ присутствіе перевѣса своимъ наклоннымъ положеніемъ.

Чувствитель-
ность вѣсовъ.

II. Хорошіе вѣсы должны быть чувствительны; т.-е. при малѣйшемъ перевѣсѣ одной стороны стрѣлка должна уклоняться отъ отвѣсной линіи.

Опытъ d. Чтобы узнать какимъ-образомъ увеличивается чувствительность вѣсовъ, опустимъ стрѣлку нашего снаряда внизъ на столько, чтобы верхній конецъ ея совершенно ушелъ въ пробку и къ нижнему прикрѣпимъ другую пробку. Потомъ возьмемъ лоскутокъ бумаги такой величины, чтобы онъ, будучи повѣшенъ на коромысло, почти не измѣнилъ бы горизонтальнаго положенія. Передвинувъ стрѣлку, мы значительно понизили центръ тяжести, и поэтому сдѣлали коромысло нечувствительнымъ къ тяжести бумажки. При этомъ можно замѣтить еще одно явленіе; случайно или на-

рочно толкнутое коромысло совершаетъ малыя быстрыя качанія до-тѣхъ-поръ, пока не придетъ въ совершенное равновѣсіе.

Напротивъ, какъ-скоро поднимуть стрѣлку такъ высоко, какъ только можно, лишь бы при этомъ не опрокинулось коромысло, и повѣсить на него бумажку, не оказавшую въ началѣ опыта никакого дѣйствія, то значительный перевѣсъ обнаружить здѣсь чувствительность вѣсовъ; и когда снимутъ бумажку, то коромысло придетъ въ очень медленное колебаніе, и только послѣ довольно продолжительнаго времени придетъ въ состояніе покоя. Слѣдовательно чѣмъ выше центръ тяжести коромысла находится подъ своею осью, тѣмъ чувствительнѣе вѣсы. Нашъ снарядъ устроенъ такимъ-образомъ, что посредствомъ передвиженія центра тяжести коромысла, мы можемъ придать ему какую хотимъ степень чувствительности; при взвѣшиваніи подъ водой, за неимѣніемъ хорошихъ вѣсовъ, по-крайней-мѣрѣ для одного важнаго опыта (86), онъ можетъ оказать намъ большую услугу. Кромѣ-того для увеличенія чувствительности вѣсовъ стараются увеличивать длину коромысла и при надлежащей прочности сдѣлать его возможно легкимъ. Самые чувствительные вѣсы, на которыхъ можно взвѣшивать только нѣсколько лотовъ, уже обнаруживаютъ перевѣсъ, хотя бы онъ составлялъ только одну миллионную часть вѣса всего тѣла. При покункѣ обыкновенныхъ вѣсовъ можно приблизительно судить объ ихъ чувствительности, замѣчая продолжительность ихъ качаній, или, положивъ по-ровну въ обѣ чашки столько гирь, сколько позволяютъ вѣсы, должно

испытать сколько груза слѣдуетъ прибавить еще на одну сторону, чтобы вѣсы ясно показывали перевѣсъ.

Вѣрность вѣ-
совъ.

III. Важнѣйшее достоинство вѣсовъ заключается въ вѣрности ихъ. Для этого требуется, чтобы плечи коромысла, т. е. разстояніе точекъ привѣса отъ оси, были совершенно равны, и чтобы вѣсы чашекъ были одинаковъ.

Испытаніе
вѣрности вѣ-
совъ.

Опытъ е. Чтобы убѣдиться въ вѣрности вѣсовъ, принимающихъ безъ груза горизонтальное положеніе, ставятъ фунтовую гирю на одну изъ чашекъ, если она можетъ поддерживать только подобную тяжесть, и уравниваютъ ее, насыпая въ другую чашку дробы, гвоздей или песку. Потомъ снявъ чашки, вмѣстѣ съ находящимся въ нихъ грузомъ, вѣшаютъ правую изъ нихъ на лѣвую сторону коромысла, и на оборотъ. Если послѣ такого перемѣщенія, по окончаніи колебаній, не возстановится равновѣсіе и стрѣлка обнаружить перевѣсъ одной изъ чашекъ, то отсюда заключаютъ, что вѣсы невѣрны, и что уклонившееся плечо коромысла длиннѣе другаго. Если же напротивъ того послѣ перемѣщенія чашекъ возстановится равновѣсіе, то это служить доказательствомъ, что испытываемые вѣсы совершенно вѣрны.

Взвѣшиваніе
посредствомъ
невѣрныхъ
вѣсовъ.

Опытъ f. Невѣрные вѣсы, были ли они такими сначала, или испортились впоследствии отъ того, что коромысло погнулось при взвѣшиваніи слишкомъ большихъ тяжестей, еще могутъ быть употребляемы, если только они сохранили достаточную чувствительность. Но чтобы произвести съ помощію ихъ вѣрное взвѣшиваніе, слѣдуетъ поступать нѣсколько иначе. Для этого въ одну изъ чашекъ кладутъ взвѣшиваемое тѣло, а въ другую

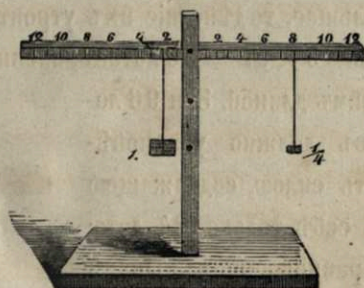
насыпаютъ столько дроби или гвоздей, сколько нужно для того, чтобы коромысло пришло въ горизонтальное положеніе. Тогда тѣло и нѣкоторое количество дроби будутъ находиться въ равновѣсіи, хотя собственно вѣсъ ихъ различенъ. Потомъ снимаютъ грузъ прочь, и на мѣсто его кладутъ извѣстныя уже намъ гири для приведенія вѣсовъ снова въ горизонтальное положеніе. Такъ-какъ гири, подобно взвѣшиваемому грузу, уравниваютъ дробь, насыпанную на другую чашку вѣсовъ, то содержащійся въ нихъ вѣсъ очевидно равенъ вѣсу груза. При весьма точныхъ взвѣшиваніяхъ почти всегда употребляютъ этотъ способъ двойнаго взвѣшиванія, для того чтобъ самая незначительная невѣрность вѣсовъ не могла имѣть вліянія на результатъ.

13. Неравноплечный рычагъ.

Равновѣсіе
на неравно-
плечномъ рычагѣ.

Опытъ а. На лѣвое плечо рычажнаго снаряда (опытъ 11) вѣшаютъ на разстояніи 2-хъ дюймовъ отъ оси рычага фунтовую гирю, а на правое—четверть-фунтовую. Если повѣсить послѣднюю также на разстояніи 2-хъ дюймовъ отъ оси, то тяжесть фунтовой гири перевѣситъ вторую. А потому подвигаютъ постепенно четверть-фунтовую гирю вправо отъ оси до тѣхъ поръ, пока рычагъ не приметъ горизонтальнаго положенія. Равновѣсіе возстановится, когда оно будетъ находиться на разстояніи 8 дюймовъ отъ оси, и слѣдовательно плечо рычага, на которое дѣйствуетъ сила, будетъ вчетверо

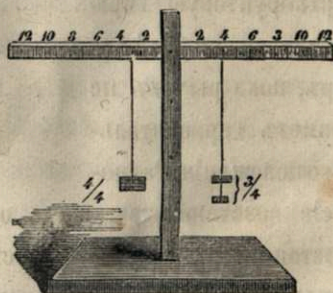
Фиг. 17.



больше другаго плеча, на которое дѣйствуетъ вчетверо бѣльшій грузъ. Такимъ же образомъ равновѣсіе будетъ имѣть мѣсто и тогда, когда фунтовую гирю повѣсятъ на разстояніи 3-хъ дюймовъ, а полуфунтовую на разстояніи 6-ти дюймовъ. Во всѣхъ этихъ случаяхъ употребляется рычагъ неравноплечный; сила составляетъ только часть груза, и плечо его столько же разъ содержится въ плечѣ силы. Сила, дѣйствующая на плечо втрое длиннѣйшее, уравниваетъ тройной грузъ; дѣйствующая на плечо во сто разъ бѣльшей длины, уравниваетъ также во сто разъ бѣльшій грузъ.

Опытъ b. Вѣшаютъ фунтовую гирю на плечо въ 3 дюйма длиной; на другомъ же плечѣ къ четверть-фунтовой гирѣ привѣшиваютъ на нити еще полуфунтовую; спрашивается, на какомъ разстояніи слѣдуетъ повѣсить эти 24 лота, чтобы они уравнили 32 лота, висѣщихъ на 3-хъ-дюймовомъ плечѣ? 32 лота, повѣшенные на разстояніи одного дюйма, очевидно будутъ дѣйствовать въ 32 раза сильнѣе, чѣмъ одинъ лоть на томъ же мѣстѣ; если теперь повѣсятъ ихъ на плечо втрое бѣльшее, то дѣйствіе ихъ утроится и будетъ равно дѣйствию $3 \times 32 = 96$ лотовъ, висѣщихъ на плечѣ въ одинъ дюймъ длиной. Эти 96 лотовъ должно уравнивать силою, содержащую въ себѣ только 24 лота; равноплечномъ рычагѣ она могла бы уравнивать $\frac{1}{4}$ часть сопротивленія, потому-что составляетъ только $\frac{1}{4}$ часть 96

Фиг. 18.



лотовъ. Поэтому она должна быть приложена къ плечу въ 4 дюйма длиной, вслѣдствіе чего дѣйствіе ея учетверится, такъ, что она будетъ уравнивать 96 лотовъ на плечѣ въ дюймъ, или 32 лота на плечѣ въ 3 дюйма длиной.

Чтобы судить о дѣйствіи силы или груза въ рычагѣ, замѣчаютъ, какой вѣсъ, приложенный къ плечу въ 1 футъ или дюймъ длиной, могъ бы уравнивать то и другое. Если оба эти вѣса для силы и для груза будутъ равны, то послѣдніе взаимно уравниваются. Величину же такого вѣса (96 лотовъ) легко найти, помноживъ силу 24-хъ лотовъ на 4, число, показывающее длину плеча въ дюймахъ; такимъ же образомъ произведеніе 32 лотъ на 3, сопротивленія на длину рычага, даетъ намъ равный вѣсъ для груза. Это произведеніе силы на длину плеча рычага называется моментомъ силы. Сила въ 8 фунтовъ, дѣйствующая на плечо въ 5 футовъ длиной, имѣетъ моментъ $5 \times 8 = 40$ фунтовъ; еслибы на томъ же рычагѣ дѣйствовалъ грузъ въ 320 лотовъ на плечовъ 48 дюймовъ, то слѣдовало бы грузъ и длину плеча выразить въ той же мѣрѣ, какая была принята для означенія силы, т.-е. 10 фунтовъ и 4 фута; моментъ груза былъ бы $4 \times 10 = 40$ фунтамъ. Тогда оба момента равны, и рычагъ находится въ равновѣсіи. Слѣдовательно, для неравноплечныхъ рычаговъ существуетъ слѣдующій

Моментъ силы въ рычагѣ.

законъ: *рычагъ находится въ равновѣсіи, когда моментъ силы равенъ моменту груза.* Общій законъ для рычаговъ.

На основаніи этого закона неравноплечный рычагъ употребляется въ вѣсахъ, и еще чаще въ механическихъ работахъ.

14. Безмѣнъ.

Безмѣнъ.

Опытъ. Вышеупотребленный рычажный снарядъ даетъ возможность удостовѣриться, какъ удобно неравноплечный рычагъ можетъ быть употребленъ для вѣсовъ тамъ, гдѣ не требуется большой точности. Къ плечу въ 8 дюймовъ длиной прикрѣпляютъ на нити какой-либо предметъ въ нѣсколько лотовъ вѣсомъ, а на другое плечо вѣшаютъ четверть-фунтовую гирю. Если для равновѣсія нужно будетъ помѣстить гирю на разстояніи одного дюйма отъ оси, то грузъ, висящій на плечѣ въ 8 разъ бѣльшемъ, долженъ составлять тогда осьмую часть четверти фунта $= 1$ лоту. Если же надо будетъ подвинуть четверть фунта, не перемѣняя точки прикрѣпленія груза, на второй дюймъ, то грузъ будетъ вѣсить два лота, и такъ далѣе: число дюймовъ будетъ показывать, сколько лотовъ вѣситъ грузъ.

Если грузъ вѣситъ нѣсколько четвертей или цѣлыхъ фунтовъ, то его прикрѣпляютъ къ плечу въ одинъ дюймъ длиной, и потомъ уравниваютъ фунтовою гирею, передвигая ее какъ и въ предыдущемъ случаѣ: число дюй-

Фиг. 19.



мовъ покажетъ тогда число фунтовъ.

Безмѣнъ. Безмѣнъ есть неравноплечный рычагъ, на короткомъ плечѣ котораго виситъ чашка, тогда какъ длинное плечо раздѣлено на равныя части, и снабжено подвижною гирею. Въ самыхъ простыхъ безмѣнахъ короткое плечо устроивается такимъ образомъ, что вмѣстѣ съ чашкой оно уравнивается длинное, когда съ него снята подвижная гиря. Если же въ чашку будетъ положенъ грузъ, и безмѣнъ находится въ равновѣсіи, когда подвижная фунтовая гиря отстоитъ на 1 дюймъ отъ оси, также какъ и точка привѣса чашки, тогда онъ дѣйствуетъ подобно равноплечнымъ рычагамъ, и грузъ вѣситъ одинъ фунтъ. Итакъ на длинномъ плечѣ въ разстояніи одного дюйма отъ оси слѣдуетъ поставить число 1, означающее и фунтъ и дюймъ. Если подвижная гиря виситъ на разстояніи двухъ дюймовъ отъ оси, слѣдовательно вдвое дальше уравниваемого ею груза, то онъ вѣситъ тогда 2 фунта. Поэтому все длинное плечо должно быть раздѣлено на дюймы, и эти дюймы означаютъ сколько фунтовъ вѣситъ грузъ, находящійся въ чашкѣ.

15. Механическая работа. Неравноплечный рычагъ можетъ служить не только вѣсами, но употребляется также для производства механическихъ работъ, какъ простая машина. Такимъ образомъ работникъ ганшпугомъ поднимаетъ

Механическая работа.

Фиг. 20.



грузъ, если онъ не въ силахъ сдѣлать этого одними руками. Подпорой для рычага выбираетъ онъ крѣпкій камень, острый край котораго онъ обращаетъ вверхъ, и придвигаетъ его какъ можно ближе къ грузу для того, чтобы дѣйствуя руками на болѣе длинное плечо рычага, увеличить тѣмъ моментъ силы при маломъ напряженіи рукъ. Такимъ образомъ нажимая на длинное плечо, работникъ поднимаетъ тяжесть. Онъ исполняетъ здѣсь самую простую механическую работу, но расходуетъ при этомъ нѣсколько болѣе силы, чѣмъ ей требовалось для произведенія равновѣсія, въ продолженіи всего того времени, которое нужно было, чтобы руки, производящія работу, прошли необходимый для того путь сверху внизъ.

Такимъ же образомъ носильщикъ подвергается, при своей механической работѣ, давленію, производимому товаромъ во время переноски. Лошади, двигая повозку, преодолеваютъ на всемъ пути, пробѣгаемомъ ею, сопротивленія, задерживающія повозку. Когда плотникъ нажимаетъ свою пилу на бревно, то зубцы ея врѣзываются нѣсколько въ бревно, и частицы его, находящіяся между зубцами, представляютъ сопротивленіе движенію пилы; работникъ преодолеваетъ это сопротивление на всемъ пути, проходимомъ пилою. То же самое находимъ мы въ работахъ столяра, когда онъ стругаетъ и полируетъ, слесаря, когда онъ работаетъ своимъ подпилкомъ, садовника, когда онъ копаетъ землю, а также и въ работѣ жнеца, когда онъ острымъ серпомъ отдѣляетъ спѣлые колосья отъ корней, на которыхъ они держатся. Даже пальцы портнаго не иначе выполняютъ работу, какъ преодолевая сопротивленіе

матеріи, которое она представляетъ иглѣ, и пробѣгая при этомъ опредѣленный путь вдоль шва. Слѣдовательно всякая механическая работа состоитъ въ преодолѣніи сопротивленія на пробѣгаемомъ пути.

16. *Мѣра для механическихъ работъ.* Жестяныхъ дѣлъ мастеру ежедневно приходится разрѣзывать большіе или меньшіе листы жести; подъ производимымъ имъ давленіемъ ножницы пробѣгаютъ путь поперегъ всего листа; если одинъ разъ пройденный ими путь простирается на 1 футъ, другой разъ на $4\frac{1}{2}$, то механическая работа во второмъ случаѣ въ $4\frac{1}{2}$ раза больше, чѣмъ въ первомъ. Если два садовника обработали двѣ одинаковой глубины гряды, изъ которыхъ одна вдвое длиннѣе другой, то одинъ изъ садовниковъ совершилъ работу вдвое большую, и лопата его прошла двойной путь. Чтобы распилить двойной толщины бревно, плотникъ проводить по немъ своею пилою двойное число разъ, слѣдовательно каждый зубецъ ея пробѣгаетъ вдвое большій путь, и работа становится двойною. Итакъ механическая работа возрастаетъ въ той же мѣрѣ, какъ увеличивается путь, пробѣгаемый точкой приложения силы.

Возрастаніе
пути и ра-
боты.

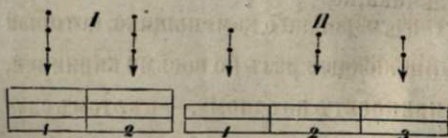
Возьмемъ, напротивъ, взрослога каменщика, который носить на верхъ зданія каждый разъ по восьми кирпичей, и мальчика, который приноситъ по одному, — въ этомъ случаѣ очевидно также, что работа перваго будетъ въ 8 разъ больше работы втораго. Пройденный путь одинаковъ у нихъ обоихъ; но сила, употребляемая взрослымъ для преодоленія давленія восьми кирпичей, въ 8 разъ больше той, которую употребляетъ мальчикъ для пере-

Возрастаніе
сопротивленія
и работы.

несенія одного кирпича. *Слѣдовательно механическая работа увеличивается точно также по мѣрѣ возрастанія поднимаемаго груза*, или преодолеваемого сопротивления, или вообще израсходованной для того силы. Далѣе положимъ, что переплетчикъ желаетъ разрѣзать за одинъ разъ кусокъ панки, для чего онъ и производитъ на свой ножъ извѣстное давленіе, которое можно выразить фунтами; если же другая панка будетъ вдвое толще, то она потребуетъ тройной работы, потому-что придется преодолевать тройное сопротивление; работу эту можно исполнить двумя способами: или провести ножъ подъ тѣмъ же давленіемъ три раза, или одинъ разъ, но только утроивъ это давленіе. То же самое можно примѣнить и къ поденщикамъ, которымъ нужно вырыть извѣстной длины и глубины ровъ или насыпать извѣстной высоты валъ.

Мѣра работы. Мы видимъ работниковъ, переносящихъ нѣсколько четвериковъ жита въ амбары около 10 футовъ вышиной. Одинъ изъ нихъ носитъ каждый разъ по 3 четверика, и повторяетъ путь два раза; работа его вообще въ шесть разъ больше той, которую бы онъ производилъ, перенося одинъ четверикъ и дѣлая только одинъ конецъ. Другой носитъ по два четверика, но прохо-

Фиг. 21.



дитъ три раза; и потому его механическая работа также въ

шесть разъ больше той, которую бы онъ производилъ, перенося одинъ четверикъ и дѣлая одинъ конецъ. Мы сравнили и измѣрили здѣсь работу двухъ носильщиковъ, помножая грузъ или сопротивление (I. 2 четве-

рика, II. 3 четверика) на число, показывающее сколько разъ пройденъ былъ ими одинъ и тотъ же путь (I. 2 раза, II. 3 раза) и нашли, что она въ шесть разъ больше, чѣмъ работа при единичномъ грузѣ и при однократномъ пути. *Механическая работа измѣряется произведеніемъ преодолеваемаго сопротивленія на пройденный путь.*

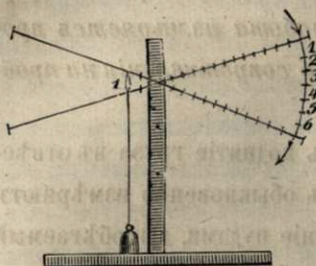
Самая простая работа есть поднятіе груза въ отвѣсномъ направленіи; при этомъ обыкновенно измѣряютъ у насъ грузъ или сопротивленіе пудами, а пробѣгаемый путь футами, слѣдовательно мѣру работы получаютъ, помножая число пудовъ на число пройденныхъ футовъ. Для краткости, силу, требуемую для поднятія отвѣсно одного пуда на одинъ футъ, называютъ пудофутомъ. Какъ же стало-быть велика будетъ механическая работа нашихъ носильщиковъ? Положимъ, что четверикъ ржи вѣситъ 2 пуда, тогда грузъ перваго работника будетъ содержать въ себѣ $3 \times 2 = 6$ пуд.; онъ поднималъ его на высоту 10 фут., слѣдовательно работа увеличилась въ 10 разъ противъ того, когда бы онъ поднималъ свой грузъ только на одинъ футъ, и равняется 60 пудофутамъ; далѣе онъ прошелъ этотъ путь два раза, слѣдовательно вся работа его равняется 120 пудофутамъ, т. е. работѣ, потребной для поднятія отвѣсно 120 пуд. на одинъ футъ. Сумма работы втораго носильщика будетъ равна работѣ перваго, такъ какъ грузъ его содержитъ $2 \times 2 = 4$ пуда, то работу одного раза $= 40$ пудофутамъ, и повторенная три раза $40 \times 3 = 120$ пудофутамъ.

17. Золотое правило механики.

Опытъ. Къ двухдѣймовому плечу нашего рычажнаго Золотое правило.

снаряда (опытъ 13) привѣшиваютъ на длинной палкѣ фунтовую гири, которая опустится при этомъ и ста-

Фиг. 22.



нетъ на поверхности стола. Если нажмутъ рукою другое плечо въ двѣнадцать дюймовъ длины, то, какъ уже мы знаемъ, небольшимъ усиліемъ, немного болѣе $\frac{1}{6}$ фунта, поднимутъ гири. Но если смѣряютъ футомъ, раз-

дѣленнымъ на дюймы, на сколько подняли грузъ вверхъ, опустивъ конецъ длиннаго плеча на 6 дюймовъ, то увидятъ, что онъ поднялся на одинъ дюймъ, и прошелъ слѣдовательно только шестую часть пути, пройденнаго силой. Итакъ, сколько выиграно было въ силѣ при употребленіи рычага, столько же потеряно въ пути. То же самое явленіе повторяется при всѣхъ возможныхъ величинахъ силы и груза, и не только при рычагѣ, но, какъ мы это увидимъ впослѣдствіи, во всѣхъ простыхъ машинахъ. Поэтому и существуетъ слѣдующее

золотое правило механики: *Сколько вышрывается при употребленіи машины въ силу, столько же теряется въ пути.*

Если грузъ въ 100 разъ больше силы, то машина подвинетъ его только на $\frac{1}{100}$ пути, пройденнаго силой.

Механическая работа силы въ $\frac{1}{6}$ фунта $= \frac{1}{240}$ пуда, проходящей 6 дюймовъ $= \frac{6}{12}$ фута, равняется $\frac{6}{12} \times \frac{1}{240} = \frac{1}{480}$ пудофута. Для поднятія же груза въ 1 фунтъ $= \frac{1}{40}$ пуда на высоту 1 дюйма $= \frac{1}{12}$ фута безъ рычага требуется

механическая работа, равная $\frac{1}{12} \times \frac{1}{40} = \frac{1}{480}$ пудофута. Итакъ предполагая, что рычагъ легко вращается около своей точки опоры, работа остается одинаковою, какъ при употребленіи рычага, такъ и безъ него. Въ механической работѣ ничего нельзя уменьшить; но измѣнивъ ее посредствомъ машины, можно сдѣлать очень удобоисполнимой. Поднять грузъ въ 100 пудъ, хотя бы то на одинъ дюймъ, безъ помощи машины совершенно невозможно; но посредствомъ рычага это дѣлается легко.

18. Употребленіе неравноплечнаго рычага. Желѣзный ломъ, служащій каменщику для разламыванія старыхъ стѣнъ, есть неравноплечный рычагъ, точка опоры котораго находится близъ выламываемаго камня; при этомъ острый конецъ лома стараются вложить между кирпичами, и, опираясь на твердый край одного изъ нихъ, нажимаютъ внизъ верхній конецъ лома; повторяя это нѣсколько разъ, можно легко отдѣлать камни, сидящіе въ старой стѣнѣ, съ силой нѣсколькихъ пудовъ. На корабляхъ для поднятія мачтъ также употребляютъ рычаги; самыя мачты чрезвычайно тяжелы, а потому для исполненія работы необходимо выиграть много силы; при этомъ потеря въ пути должна быть также велика; обыкновенно мачта поднимается въ одинъ разъ на высоту около $\frac{1}{6}$ дюйма, что впрочемъ достаточно для ослабленія вбитыхъ вокругъ нея клиньевъ. Рукоятка лопаты, опорой которой при вскапываніи земли служитъ твердый край еще не тронутаго слоя ея, чтобы выиграть въ силѣ, должна описать бѣльшій путь, чѣмъ самая лопата; такимъ же образомъ дѣйствуетъ рукоятка насоса, облегчая движеніе тяжелаго поршня и стержня, прикрѣпленнаго къ короткому плечу рычага. Дѣти

Работа производимая неравноплечнымъ рычагомъ.

устрояютъ себѣ качели, кладя доску поперегъ горизонтально лежащаго бревна, причемъ они сначала приводятъ ее въ равновѣсіе, помѣщая на болѣе короткій конецъ доски одного изъ болѣе взрослыхъ; поднимаясь и опускаясь меньшій мальчикъ, къ немалой своей радости, описываетъ постоянно болѣе большой путь. Чтобы опустить шлагбаумъ заставы, часовой, съ небольшимъ усиленіемъ дѣйствуя на длинное плечо рычага, поднимаетъ болѣе короткое и тяжелое, опирающееся на землю плечо; но зато рука его и каждая частица цѣпи должна пройти болѣе большой путь. Чтобы расколоть орѣхъ, кладутъ его далеко въ ротъ куклы, замѣняющей въ этомъ случаѣ щипцы, ближе къ точкѣ опоры, для того чтобы по возможности укоротить плечо рычага, давленіе котораго должно преодолѣть сопротивленіе орѣха. Рукоятки дверей суть также неравноплечные рычаги; одно плечо ихъ удерживается стальными пружинами, а другое нажимается рукою, когда желаютъ отворить или затворить дверь. Ножницы и клещи суть двойные равноплечные рычаги съ общей точкой опоры; въ ножницахъ разрѣзываемая матерія представляетъ сопротивленіе, и кладется какъ можно ближе къ оси, чтобы тѣмъ удлинить въ сравненіи съ короткимъ плечомъ рычага плечо рукоятки, которое въ ножницахъ, употребляемыхъ для разрѣзыванія металлическихъ листовъ, удлиняютъ еще болѣе посредствомъ навинчиванія деревянныхъ ручекъ. Клещи дѣйствуютъ сначала, какъ рычагъ, когда ихъ короткія клинообразныя плечи входятъ подъ шляпку гвоздя; точкой опоры имъ служитъ тогда ось; потомъ, если гвоздь еще крѣпко си-

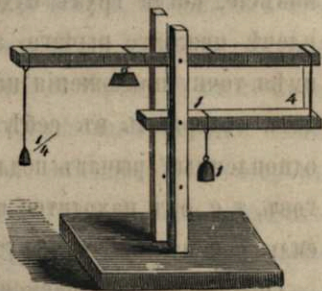
дять, клещи наклоняють въ сторону, опирая ихъ на дерево, изъ котораго вытаскивають гвоздь.

19. Одноплечный рычагъ. Рычаги, о которыхъ упоминалось до сего времени, всѣ имѣли по два плеча; для механическихъ же работъ употребляются также часто и одноплечные рычаги.

Равновѣсіе
на одноплеч-
номъ рычагѣ.

Опытъ а. Короткій брусокъ рычажнаго снаряда (опытъ 11) просверливають около одного изъ его концовъ, и, начиная отъ этого отверстія, раздѣляютъ на дюймы. Потомъ его помѣщаютъ между столбовъ, и черезъ всѣ три отверстія двухъ столбовъ и бруска продѣваютъ спицу,

Фиг. 23.



около которой онъ можетъ вращаться. Собственный вѣсъ бруска и тяжесть привѣшенной гири потянули бы его внизъ; сила же, находясь вмѣстѣ съ сопротивленіемъ на одной и той же сторонѣ отъ точки опоры, должна бы дѣйствовать вверхъ. Для этого связываютъ нитью лѣвый конецъ нижняго рычага съ лѣвымъ же концомъ верхняго, а на правое плечо послѣдняго вѣшаютъ гирю такъ, чтобы она уравновѣсила собственный вѣсъ одноплечнаго рычага и привела бы оба эти рычага въ горизонтальное положеніе. Сила приложена здѣсь къ верхнему рычагу для того, чтобы онъ могъ служить въ одно и то же время равноплечными вѣсами и машиною, которая бы преобразовала производимое силою движеніе сверху внизъ въ обратное движеніе снизу вверхъ. Послѣ того на разстояніи

3-хъ дюймовъ отъ точки опоры одноплечнаго рычага вѣшаютъ фунтовую гирию, а на правое плечо равноплечнаго рычага четверть фунтовую; равновѣсіе будетъ тогда возстановлено. Четверть фунтовая гирия тянетъ вверхъ конецъ одноплечнаго рычага длиною въ 12 дюймовъ, и имѣетъ моментъ $\frac{1}{4} \times 12 = 3$ фунтамъ; моментъ же груза на болѣе короткомъ плечѣ равняется $1 \times 3 = 3$ фунтамъ. Такимъ же образомъ получится равновѣсіе, когда грузъ будетъ вѣсить на 6 дюймовомъ плечѣ нижняго рычага, а дѣйствующая вверхъ сила, имѣя точку приложенія на разстояніи 12 дюймовъ, будетъ содержать въ себѣ 2 фунта. Слѣдовательно и одноплечный рычагъ подлежитъ общему закону рычаговъ, т. е. онъ находится въ равновѣсіи, когда моментъ силы равенъ моменту груза.

Дѣйствіе од-
ноплечнаго
рычага.

Опытъ b. Снявъ равноплечный рычагъ, вѣшаютъ на разстояніи 2 дюймовъ отъ точки опоры одноплечнаго рычага фунтовую гирию такъ, чтобы при наклонномъ положеніи рычага она могла стоять на столѣ. Конецъ рычага поднимаютъ рукой на 6 дюймовъ вверхъ; грузъ же при этомъ поднимается только на одинъ дюймъ. Слѣдовательно сообразно золотому правилу (опытъ 17) и при одноплечномъ рычагѣ шестерной выигрышъ въ силѣ сопряженъ съ шестерной потерей въ пути пройденномъ грузомъ.

Употребленіе.

20. Употребленія одноплечнаго рычага. Одноплечный рычагъ служитъ намъ средствомъ для сообразнаго употребленія работы нашихъ силъ при преодолѣніи какого либо сопротивленія. Тачка имѣетъ свою точку опоры въ томъ мѣстѣ, гдѣ колесо ея касается земли, а точку приложенія силы составляютъ

рукоятки; когда работникъ, положивъ грузъ на середину тачки, замѣчаетъ, что послѣдній слишкомъ тяжелъ для него, онъ передвигаетъ его ближе къ колесу, и тѣмъ удлинняетъ плечо силы относительно плеча сопротивленія; но въ этомъ случаѣ колесо при движеніи будетъ вращаться нѣсколько труднѣе, нежели прежде. Носилки позволяютъ также соразмѣрять грузъ съ силами рабочихъ; часто одинъ изъ нихъ, почувствовавъ, что грузъ слишкомъ тяжелъ для него, подвигаетъ его ближе къ другому работнику. Если центръ тяжести груза отъ перваго носильщика, которому руки втораго служатъ точкой опоры, находится вдвое дальше чѣмъ отъ послѣдняго, то для перваго изъ нихъ будетъ грузъ удаленъ на одну часть, а руки его на 3 такія части отъ точки опоры; онъ несетъ слѣдовательно только $\frac{1}{3}$ всего груза, а остальные $\frac{2}{3}$ достаются на долю втораго носильщика. Движущееся между клиньевъ весло имѣетъ свою точку опоры въ водѣ, которая не такъ скоро уступаетъ ему свое мѣсто, сопротивленіе же находится тамъ, гдѣ весло касается лодки, а конецъ длиннаго плеча въ рукѣ гребца. Далѣе кромѣ ганшпуга, который, подобно одноплечному рычагу, облегчаетъ подъемъ экипажа, когда одинъ конецъ его упираютъ въ землю, соломорѣзки, машины для разрѣзыванія табаку, сахарные щипцы легко преодолеваютъ сопротивленіе массы предоставленной ихъ дѣйствию, при чемъ рукоятки ихъ совершаютъ относительно большій путь. Ключи, буравы и отвертки дѣйствуютъ такъ же какъ и одноплечные рычаги; въ ключѣ, бородка его

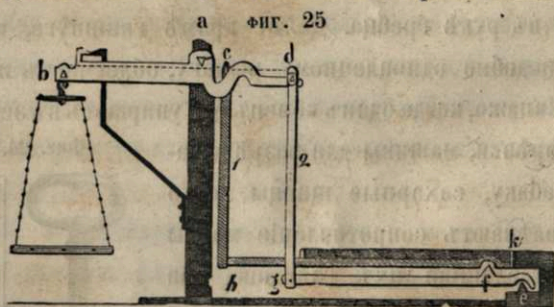
Фиг. 24.



образуетъ короткое плечо, а полуоперечникъ кольца длинное плечо, которое рука поворачиваетъ въ ту или другую сторону, и поэтому если замокъ слишкомъ туго отпирается, то, чтобы удлинить рычагъ, продѣваютъ въ кольцо палку.

Десятичные
вѣсы.

21. Десятичные вѣсы. Въ новѣйшее время на станціяхъ желѣзныхъ дорогъ, заводахъ и фабрикахъ стали употреблять различныхъ величинъ десятичные вѣсы, весьма удобные для взвѣшиванія большихъ тяжестей. Десятичные вѣсы состоятъ изъ соединенія неравноплечныхъ рычаговъ, а именно одного одноплечнаго и одного двухплечнаго рычага. Равноплечный рычагъ образуетъ коромысло; выдѣланный изъ довольно толстаго желѣза онъ имѣетъ нѣсколько изгибовъ, которые даютъ возможность привести его ось и точки привѣса чашекъ въ одну горизонтальную линію. Лѣвое плечо ab , на которомъ виситъ чашка для гирь, въ десять разъ длиннѣе плеча ac , на которое вѣшаютъ грузъ. Одинъ фунтъ въ чашкѣ уравниваетъ 10 фунтовъ груза, что позволяетъ небольшими гири взвѣшивать



значительныя тяжести. На короткомъ плечѣ коромысла, въ точкѣ c , находится не чашка для груза, а желѣзный пруть ch , 1, конецъ котораго h поддерживаетъ

подмостки *h k*, сколоченныя изъ досокъ и обитыя жестию; подмостки эти съ правой стороны поддерживаются лезвеемъ *f*. Еслибы положили теперь на подмостки грузъ, то одна часть его потянула бы внизъ пруть 1, и такимъ-образомъ подѣйствовала бы на коромысло, а другая опиралась бы на лезвее *f*, и часть эта была бы тѣмъ больше, чѣмъ ближе находилось бы оно къ грузу.

Эта часть вѣса также не должна быть потеряна для коромысла. Для этого лезвее, вмѣстѣ съ лежащими на немъ подмостками, поддерживается находящимся подъ нимъ *одноплечнымъ рычагомъ e g*, точка опоры котораго находится на лезвеѣ *e*, и посредствомъ другаго желѣзнаго прута *g d*, 2, болѣе удаленнаго отъ оси *a*, нежели пруть 1, дѣйствуетъ на коромысло въ *d*. Такимъ-образомъ часть груза, положимъ въ 40 фунтовъ, поддерживаемая лезвеемъ *f*, дѣйствуетъ также въ свою очередь посредствомъ втораго прута на коромысло въ точкѣ *d*. Но здѣсь эти 40 фунтовъ не должны дѣйствовать всей своей силой; ибо плечо для всего груза, равное *a c*, должно составлять только десятую часть плеча *a b*, на которомъ виситъ чашка. Несмотря на то, плечо *a d* втораго прута дѣлаютъ почти въ 8 разъ длиннѣе *a c*. Слѣдовательно эти 40 фунтовъ, относительно тяжести гирь въ чашкѣ, оказали бы въ 8 разъ большее дѣйствіе $= 8 \times 40$ фунтамъ.

Для вѣрности вѣсовъ необходимо, чтобы эти 40 фунтовъ дѣйствовали на плечо *a d* только восьмою частью ихъ вѣса, т.-е. съ силою 5 фунтовъ. Этого легко достигнуть, устроивая опредѣленнымъ образомъ *одноплечный рычагъ e g*. Если лезвее, на которомъ лежатъ

подмости, отстоятъ отъ точки опоры e на 1 часть, тогда какъ весь рычагъ $e g$ содержитъ въ себѣ 8 такихъ частей, то 40 фунтовъ, давящіе на короткій рычагъ $e f$, производятъ на длинномъ, въ точкѣ g , только $\frac{1}{8}$ часть дѣйствія всей своей силы, которое и равно 5 фунтамъ. Изъ этого слѣдуетъ, что нижній рычагъ долженъ быть раздѣленъ такимъ же образомъ, какъ раздѣлена и правая половина коромысла; сколько разъ ac содержится въ ad , столько же разъ ef должно содержаться въ $e g$; т. е. сколько разъ плечо коромысла, поддерживающее подмости, содержится въ плечѣ, поддерживающемъ нижній рычагъ, столько же разъ плечо подмостокъ нижняго рычага должно содержаться во всей длинѣ его. Въ такомъ случаѣ, на какомъ бы мѣстѣ подмостокъ ни положили грузъ, онъ всегда будетъ дѣйствовать такъ, какъ-бы онъ висѣлъ непосредственно на плечѣ коромысла, составляющемъ десятую часть плеча чашки.

Повѣрка десятичныхъ вѣсовъ.

Такого рода вѣсы повѣряютъ, наблюдая, производить ли грузъ, положенный на разныхъ мѣстахъ подмостокъ, въ-особенности на краю ихъ, постоянно равное дѣйствіе. Для того, чтобы точнѣе судить о равновѣсіи, на коромыслѣ утвержденъ острый выступъ m , который при горизонтальномъ положеніи долженъ находиться противъ другаго такого же выступа, придѣланнаго къ подставкѣ вѣсовъ. Чтобы сохранить лезвее отъ порчи при нагрузкѣ вѣсовъ или въ то время, когда они стоятъ безъ употребленія, къ коромыслу придѣлана рукоятка съ маленькимъ рычагомъ, такъ называемая задержка (не показанная на чертежѣ), посредствомъ ко-

торой можно поднять коромысло и опустить подмости на подставку.

II. Блокъ.

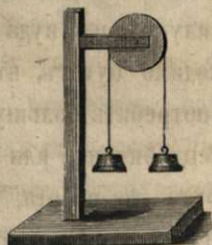
22. Блокъ, вторая простая машина, состоитъ изъ короткаго цилиндра, который вращается около оси, проходящей черезъ его центръ; ребро его представляетъ желобъ, назначаемый для помѣщенія шнура. Ось поддерживается скобкой, концы которой съ обѣихъ сторонъ продолжаются нѣсколько за середину блока. Для слѣдующихъ опытовъ необходимы два блока произвольной величины, которые можно легко получить за самую незначительную плату въ каждой желѣзной лавкѣ.

Неподвижный блокъ.

Опытъ а. Къ верхнему концу одного изъ столовъ рычажнаго снаряда прибиваютъ блокъ, или еще проще, крѣпко держать его рукою за скобку. Скобка при этомъ не должна двигаться ни вверхъ, ни внизъ, когда на блокъ будутъ дѣйствовать сила и грузъ. Такого рода блокъ, скобка котораго укрѣплена такъ, что онъ не можетъ ни подниматься, ни опускаться, называется неподвижнымъ блокомъ.

Неподвижный блокъ.

Фиг. 26.



Равновѣсіе на неподвижномъ блокѣ.

На такой блокъ вѣшаютъ шнуръ или веревку, и къ одному изъ концовъ его привязываютъ фунтовую гирю. Если къ другому концу привѣсятъ по-

добную же тяжесть, которая будетъ дѣйствовать какъ сила, то тѣмъ произведутъ равновѣсіе.

Законъ: *Неподвижный блокъ находится въ равновѣсіи, когда сила равна грузу.*

Блокъ раз-
сматривае-
мый какъ ры-
чагъ.

Пусть вообразить себѣ прямую горизонтальную линію, проходящую черезъ центръ блока отъ точки приложенія груза до точки приложенія силы. Это покажетъ ясно, что грузъ и сила дѣйствуютъ на *два равныя плеча рычага, имѣющаго точку опоры въ оси блока*. Какъ бы мы ни повернули блокъ, онъ всегда будетъ производить одинаковое дѣйствіе съ равноплечнымъ рычагомъ; поэтому и называютъ иногда неподвижный блокъ *постояннымъ равноплечнымъ рычагомъ*.

Потеря рабо-
ты на непод-
вижномъ
блокѣ.

Опытъ d. Большею частію сила, дѣйствующая на блокъ, не должна уравнивать грузъ, но должна дѣйствительно поднять его. Къ одной изъ висѣщихъ на блокѣ фунтовыхъ гирь привѣшиваютъ посредствомъ нити еще нѣсколько металлическихъ вещей, кусочковъ проволоки, гвоздей, ключей и т. п. пока грузъ не поднимется вверхъ. Перевѣсъ на сторонѣ силы окажется довольно значительнымъ, потому-что ось не легко движется въ скобкѣ, такъ же какъ и шнуръ вокругъ блока. Слѣдовательно посредствомъ неподвижнаго блока, прилагая силу одного пуда на пространствѣ одного фута необходимо будетъ, въ-особенности при большомъ грузѣ, употребить большую силу. Итакъ если на одинъ конецъ бичевки или каната дѣйствуетъ сила одного пудофута, то работа, производимая ею на другомъ концѣ, будетъ менѣе пудофута.

Употребленіе
неподвижнаго
блока.

23. Употребленіе неподвижнаго блока. Хотя съ употребленіемъ неподвижнаго блока неизбѣжно сопряжена из-

вѣстная потеря механической работы, однако его часто употребляютъ для измѣненія направленія движенія. Такъ напр. блоки эти привѣшиваются къ дверямъ, для того чтобы отвѣсно висящая тяжесть на проходящей черезъ блокъ бечёвкѣ (которая принимаетъ горизонтальное положеніе въ то время, какъ отворяютъ дверь) могла бы снова затворить ее. Отворять подобныя двери не совсѣмъ удобно, ибо тяжесть, дѣйствуя на неподвижный блокъ, удерживаетъ ихъ съ болѣею силою, чѣмъ сколько ея нужно для того чтобы отворить и вмѣстѣ затворить дверь. Если нужно поднять грузъ на большую высоту, чѣмъ можетъ его поднять рычагъ, употребляютъ блоки, съ помощію которыхъ внизъ или горизонтально направленная сила поднимаетъ грузъ вверхъ. Такимъ-образомъ дѣйствуетъ висящій между стоекъ копёръ (баба); канатъ огибаетъ неподвижный блокъ, для того, чтобы рабочіе, таща

Фиг. 27.



внизъ одинъ конецъ его, могли поднять бабу. Далѣе при поднятіи лошадыи тяжелыхъ бревенъ на вершину строящагося зданія, употребляютъ два неподвижныхъ блока: одинъ изъ нихъ утверждаютъ въ фундаментъ, канатъ отъ лошади проходитъ подъ этимъ блокомъ и направляется отвѣсно ко второму, прикрѣпленному къ верхней части зданія; обогнувъ его, онъ спускается внизъ до земли другимъ своимъ концомъ, къ которому и привязываютъ грузъ. Такимъ-об-

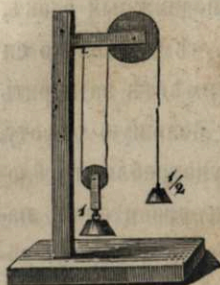
разомъ горизонтальное направленіе силы превращается въ отвѣсное движеніе вверхъ.

24. Подвижный блокъ.

Подвижный
блокъ.

Опытъ а. Оставивъ на столбѣ рычажнаго снаряда, опытъ 23 а, неподвижный блокъ, прикрѣпляютъ къ тому мѣсту, гдѣ онъ прибитъ, конецъ шнура.

Фиг. 28.



Далѣе огибають имъ другой блокъ, висящій скобкой внизъ, къ которой и привѣшиваютъ фунтовую гирию. Если будутъ удерживать свободный конецъ шнура въ рукѣ, то блокъ повиснетъ на немъ; если же потянуть конецъ этотъ вверхъ, то блокъ, вмѣстѣ съ скобкой также поднимется вверхъ. Блокъ, дви-

жующійся вмѣстѣ съ скобкою и привѣшеннымъ къ ней грузомъ внизъ и вверхъ называется *подвижнымъ блокомъ*.

Равновѣсіе на
подвижномъ
блокѣ.

Опытъ б. Для произведенія равновѣсія употребляютъ верхній неподвижный блокъ. Его огибають свободнымъ концомъ шнура, къ которому и привязываютъ другую гирию. Если гирия эта будетъ вѣсить полфунта, то произойдетъ равновѣсіе. Эти полфунта дѣйствуютъ на подвижный блокъ какъ сила направленная вверхъ, а неподвижный блокъ служить здѣсь только для измѣненія направленія силы. Такимъ же образомъ произойдетъ равновѣсіе, когда сила, дѣйствующая внизъ, будетъ содержать въ себѣ $\frac{1}{4}$ фунта, а привѣшенный къ подвижному блоку грузъ $\frac{1}{2}$ фунта, не принимая въ расчетъ вѣсъ самого блока.

Подвижный
блокъ, раз-
сматривае-
мый какъ
рычагъ.

законъ: *Подвижный блокъ находится въ равновѣсіи, когда сила въ половину меньше груза.*

Поступая здѣсь, какъ и при неподвижномъ блокѣ, во-

образимъ проходящую черезъ ось подвижнаго блокагоризонтальную линію,—она представится въ видѣ одноплечнаго рычага, точка опоры котораго будетъ находиться въ томъ мѣстѣ, гдѣ прикрѣпленный вверху конецъ шнура отходитъ отъ блока. Грузъ поддерживается центромъ блока, а сила, дѣйствующая на его окружность, имѣетъ плечо двойной длины. Слѣдовательно подвижный блокъ ни что иное, какъ одноплечный рычагъ, на которомъ плечо силы вдвое длиннѣ плеча груза.



Опытъ с. Посредствомъ подвижнаго блока, мы имѣемъ возможность какою либо силою Дѣйствіе его, какъ машины. поднимать почти двойной грузъ. Полуфунтовую гирию, т.-е. силу, въ опытѣ а, опускають рукой на 4 д. внизъ, когда 4 дюйма шнура прошли черезъ неподвижный блокъ, то обѣ части шнура, на которомъ виситъ грузъ сократились на 4 дюйма, т.-е. каждая часть на 2, и слѣдовательно, какъ и окажется при измѣреніи, грузъ поднялся только на два дюйма. Наоборотъ, передвигая грузъ рукою вверхъ и внизъ, увидятъ, что сила проходитъ двойной путь. Здѣсь снова подтверждается то золотое правило (17), по которому двойной грузъ на подвижномъ блокѣ можетъ пройти только половину пути силы. Кромѣ того теряется еще часть работы, которая необходима для приведенія въ движеніе шнура и блока.

25. *Полиспасть (таль) и его употребленіе.* Рѣдко употребляютъ одинъ подвижный блокъ отдѣльно; Устройство полиспаста (тали.) обыкновенно же соединяютъ большее или меньшее чи-

сло ихъ съ такимъ же числомъ неподвижныхъ блоковъ; такой снарядъ называется полиспастомъ или талью. Въ одной скобкѣ укрѣпляютъ обыкновенно одинъ надъ другимъ 3 разныхъ величинъ блоковъ. Двѣ такія скобки, соединенныя посредствомъ каната, образуютъ полиспастъ.

Фиг. 29.

Равновѣсіе на
полиспастѣ.

Верхняя скобка, неподвижная, прикрѣпляется къ бревну; блоки ея идутъ уменьшаясь книзу. Нижняя скобка, подвижная, поддерживаетъ грузъ, и блоки ея идутъ уменьшаясь къверху. Канатъ протянутъ отвѣсно внизъ и вверхъ; одинъ конецъ его прикрѣпленъ къ крючку неподвижной скобки, и огибаетъ верхній блокъ нижней скобки и нижній блокъ верхней скобки, потомъ средніе блоки обѣихъ скобокъ, и наконецъ отъ самаго нижняго блока идетъ черезъ верхній неподвижный блокъ. Къ свободному концу каната прилагается сила.

Грузъ распредѣляется равномерно на шесть частей каната, на которыхъ онъ виситъ. Такъ какъ сила уравниваетъ только одну изъ этихъ частей, именно шестую, то и должна быть равна шестой части груза. Если теперь грузъ долженъ быть поднять на одинъ футъ, то для каждого подвижнаго блока обѣ части каната, на которомъ онъ виситъ, должны сократиться вмѣстѣ на 2 фута, т. е. каждая изъ шести частей на одинъ футъ; слѣдовательно черезъ верхній блокъ должно пройти шесть футовъ каната. Итакъ силѣ слѣдуетъ

пробѣжать 2×3 фута, или вообще во столько разъ бѣльшій путь, какъ показывается удвоенное число подвижныхъ блоковъ; это число показываетъ также во сколько разъ грузъ больше уравновѣшивающей его силы.

Если, какъ это всегда бываетъ, грузъ долженъ быть приведенъ въ движеніе, и какъ канать и оси блоковъ движутся не безъ ущерба силы, то послѣдняя должна быть больше, и опытъ показалъ, что даже при весьма тщательно устроенномъ полиспастѣ, чтобы поднять 6 пудовъ, она должна соотвѣтствовать $1\frac{1}{6}$ пуда. Сила тогда производитъ работу $6 \times 1\frac{1}{6} = 7$ пудофутамъ; машина же поднимаетъ только 6 пудовъ на высоту одного фута, и исполняетъ работу $= 6$ пудофутовъ. Полиспастъ даетъ возможность поднимать грузъ съ мѣньшею силою на довольно значительную высоту, чего никакъ нельзя сдѣлать ни съ помощью рычага, ни посредствомъ неподвижнаго блока.

Полиспасты, или тали, употребляются постоянно на корабляхъ, для поднятія мачтъ, рей и парусовъ; на постройкахъ поднимаются такимъ образомъ бревна и кирпичи. Каменьщики и другіе мастеровые посредствомъ полиспаста поднимаются сами на высоту зданія, когда имъ случается поправлять стѣны; изъ внутренности зданія надъ мѣстомъ, которое слѣдуетъ чинить, укрѣпляютъ въ наружной стѣнѣ неподвижный блокъ, а къ системѣ подвижныхъ блоковъ привѣшиваютъ ящикъ, въ который и помѣщается работникъ. Для достиженія противоположной цѣли, выигрыша въ пути, такъ чтобы сила пробѣгала мѣньшее пространство, нежели грузъ, вѣшаютъ часто гири большихъ стѣнныхъ часовъ на

Дѣйствіе полиспаста.

Употребленіе полиспаста.

подвижномъ блокѣ; гиря въ такомъ случаѣ опускается медленно, и часы можно заводить рѣже.

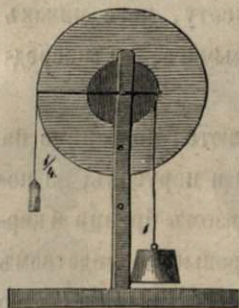
III. Колесо на валу.

26. Равновѣсіе и дѣйствіе колеса на валу.

Колесо на
валу.

Опытъ а. Берутъ два деревянные кружка въ $\frac{1}{2}$ дюйма толщиною; одинъ изъ нихъ долженъ имѣть въ поперечникѣ 8 дюймовъ, а другой только 2 дюйма. Потомъ, положивъ ихъ одинъ на другой такъ, чтобы центры совмѣщались, скрѣпляютъ ихъ въ срединѣ посредствомъ винтовъ или гвоздей. Кружки просверливаютъ въ общемъ центрѣ, помѣщаютъ ихъ между столбовъ рычажнаго снаряда (11), и продѣваютъ сквозь нихъ про-

Фиг. 30 а.



волоку или спицу. На правой сторонѣ окружности большого колеса и лѣвой малаго прибавляютъ гвоздиками шнуры. Это соединеніе двухъ колесъ, движущихся вокругъ общей оси, называется колесомъ на валу. Меньшее колесо называется валомъ и имѣетъ обыкновенно значительную длину, а большее—называется колесомъ. На колесѣ дѣйствуетъ сила, а на валу грузъ.

Если привѣсятъ къ шнуру нашего вала 1 фунтъ, то чтобы получить равновѣсіе, должно привѣсить къ колесу только $\frac{1}{4}$ фунта. При этомъ слѣдуетъ наблюдать, чтобы шнуры не соскакивали съ окружностей колесъ.

Колесо на валу, разсматриваемое какъ рычагъ.

Вообразимъ себѣ горизонтально проведенную линію отъ точки приложенія груза до точки приложенія силы.

Тогда колесо на валу представится намъ въ видѣ постояннаго неравноплечнаго рычага. Полупоперечникъ колеса, употребленнаго въ предыдущемъ опытѣ $= 4$ дюйм., а полупоперечникъ вала $= 1$ дюйм. Слѣдовательно плечо приложенія силы вчетверо длиннѣе, и сила составляетъ $\frac{1}{4}$ груза. Колесо на валу находится въ равновѣсіи, когда сила содержится столько же разъ въ грузѣ, сколько полупоперечникъ вала содержится въ полупоперечникѣ колеса.

Опытъ в. Повертываютъ колесо рукой такимъ образомъ, чтобы грузъ поднялся вверхъ. Онъ пройдетъ тогда только четвертую часть пути пробѣгаемаго силой; по золотому правилу (17) и здѣсь столько же потеряно въ пути, сколько выиграно въ силѣ. Но сверхъ-того вращеніе большаго вала требуетъ и безъ груза извѣстной силы, и поглощаетъ не малую часть работы, производимой этой силой.

Потеря пути
и работы.

27. Различное устройство и употребленіе колеса на валу.

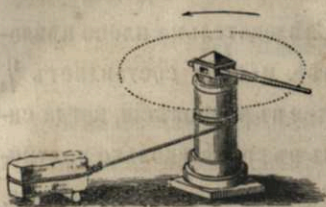
а. Каждая штора представляетъ колесо на валу. Матерія есть грузъ, а рука дѣйствующая на колесо,—сила; но въ этомъ случаѣ имѣется въ виду не выигрышъ силы, а преобразование движенія, направленнаго сверху внизъ, въ обратное движеніе. Въ водяныхъ мельницахъ вода дѣйствуетъ на окружность большаго колеса, соединеннаго съ валомъ посредствомъ спиць.

Полное колесо.

б. Часто колесо бываетъ неполное, и замѣняется нѣсколькими полупоперечниками или спицами. Такъ вѣротъ состоитъ изъ вала, просверленнаго въ нѣсколькихъ мѣстахъ; въ отверстія, какъ можно это видѣть на плотинахъ водяныхъ мельницъ, вставляется нѣсколько палокъ, которыя вынимаются по окончаніи работы, ко-

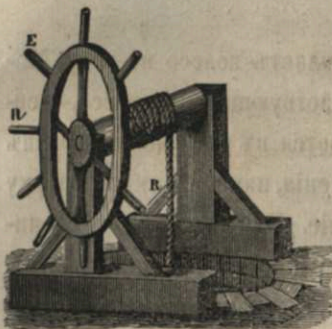
гда въ нихъ не имѣется болѣе надобности. Машина,

Фиг. 30 в.



употребляемая въ рудникахъ для передвиженія тяжестей, состоитъ изъ вертикальнаго вала, въ верхнемъ концѣ котораго сдѣлано отверстіе; работникъ вставляетъ въ него палку, съ помощью которой онъ и вращаетъ валъ. Воротъ отличается отъ этой машины тѣмъ, что его валъ имѣетъ горизонтальное положеніе; если требуется помѣстить его наверху зданія для подъема матеріаловъ, то не удобно было бы вставлять въ него спицы, которыя легко могутъ выскочить, и потому на валу укрѣпляетъ

Фиг. 30 с.



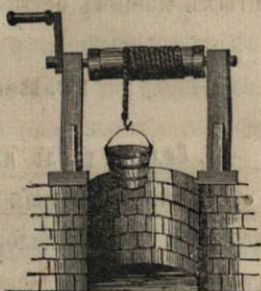
ся колесо, окружность котораго снабжена спицами (Е и п). Такимъ же образомъ и вѣтряная мельница не имѣетъ полнаго колеса, но вмѣсто него придѣланы къ валу 4 спицы или крыла. Вѣтеръ дѣйствуетъ на довольно большомъ разстояніи отъ оси, и потому производитъ значительно сильнѣйшее дѣйствіе.

Рукоять.

с. На концѣ представленнаго на чертежѣ вала вмѣсто колеса прикрѣплена только одна спица съ горизонтальною рукою, которую поворачиваютъ рукой. Такую же спицу съ

ручкой представляетъ намъ точильный станокъ, ручная мельница и ключъ для завода большихъ стѣнныхъ часовъ. Слица, снабженная ручкой, называется рукоятью. Ручка имѣетъ горизонтальное положеніе, когда и валъ лежитъ горизонтально, какъ мы можемъ видѣть это въ вышеприведенныхъ примѣрахъ. Напротивъ того, ручка имѣетъ вертикальное положеніе, когда валъ расположенъ отвѣсно, какъ напр. въ кофейной мельницѣ.

Фиг. 31.



23. Общій обзоръ группы рычаговъ. Первые три простыя машины §§ 22, 24, 26 основаны на законѣ рычага, и составляютъ одну группу—*группу рычаговъ*. Рычагъ можетъ дѣйствовать только на небольшомъ пространствѣ и не постоянно, но долженъ возвращаться снова въ свое первоначальное положеніе; блокъ же и колесо на валу дѣйствуютъ непрерывно и во всякомъ положеніи, подобно рычагу того или другаго рода; неподвижный блокъ представляетъ постоянный равноплечный рычагъ; въ подвижномъ блокѣ плечо силы вдвое больше плеча груза, а въ колесѣ на валу оно еще длиннѣе. Во всѣхъ этихъ машинахъ происходитъ равновѣсіе, когда моментъ силы равенъ моменту груза. Чѣмъ меньше дѣйствующая здѣсь сила, тѣмъ короче путь, пробѣгаемый грузомъ, и тѣмъ болѣе времени требуется для произведенія опредѣленной работы. Притомъ только рычагъ опирающійся на лезвѣе или какой-либо острый край, дѣйствительно производитъ работу, равную съ дѣйствующей на немъ силой; блокъ же и коле-

Первая группа простыхъ машинъ.

со на валу поглощаютъ своимъ движеніемъ часть работы дѣйствующей на нихъ силы. Вторая группа простыхъ машинъ есть *группа наклонныхъ плоскостей*.

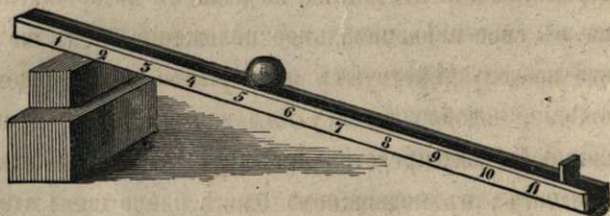
IV. Наклонная плоскость.

29. Сила и грузъ на наклонной плоскости.

Наклонная
плоскость.

Опытъ а. Гладкая досочка, напримѣръ крышка сigarнаго ящика, положенная на столъ, представляетъ горизонтальную плоскость, такъ же точно какъ и ровная мѣстность какой-либо страны, если не будутъ обращать вниманія на незначительныя неровности ея. Шаръ, положенный на горизонтальную досочку, будетъ лежать на ней неподвижно, потому-что точка опоры находится прямо подъ центромъ тяжести его. Если же приподнимуть одинъ конецъ доски вверхъ, а другой

Фиг. 32.



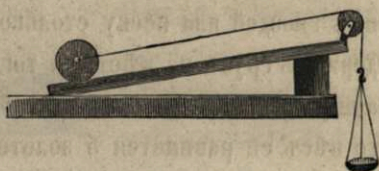
оставить на столѣ, то доска представитъ наклонную плоскость, и положенный на нее шаръ скатится. Если тотъ же конецъ поднимутъ еще выше, то шаръ покатится быстрѣе, но все же не такъ быстро, какъ двигался бы онъ падая по отвѣсной линіи. На горизонтальную плоскость шаръ производитъ давленіе и поддерживается ею, а при отвѣсномъ положеніи плоскости онъ не производитъ на нее никакого давленія, и падаетъ внизъ всею своею тяжестью. На наклонной пло-

скости, представляющей среднее положеніе доски между горизонтальнымъ и отвѣснымъ, шаръ не нажимаетъ и не падаетъ всею своею тяжестью; но поддерживается отчасти наклонной плоскостью, и движется внизъ съ меньшею быстротой. Чѣмъ выше поднята плоскость, при той же длинѣ, тѣмъ скорѣе скатывается съ нея тѣло, и тѣмъ болѣе надо употребить силы для того, чтобы удержать его на мѣстѣ.

Опытъ в. Кладутъ на столъ одинъ конецъ досочки длиною въ 15 дюймовъ, а подъ другой конецъ на разстояніи 12 дюймовъ отъ перваго подкладываютъ деревянный брусокъ или книгу въ 1 дюймъ толщины. Доска

Равновѣсіе на наклонной плоскости.

Фиг. 33.



представить тогда наклонную плоскость, имѣющую 12 дюймовъ длины и 1 дюймъ вышины. Ее помѣщаютъ такимъ-образомъ, чтобы высшая точка этой плоскости находилась на самомъ краю стола. Въмѣсто груза берутъ деревянный или еще лучше напковый цилиндръ, имѣющій около 3-хъ дюймовъ въ поперечникѣ, просверливаютъ въ срединѣ оба дна его и продѣваютъ въ отверстія проволоку или спицу, для того, чтобы катясь по наклонной плоскости цилиндръ могъ вращаться около своей неподвижной оси. Цилиндръ наполняютъ пескомъ, и на концы проволоки насаживаютъ просверленные пробки; потомъ берутъ короткую нить, дѣлаютъ на концахъ ея петли, которыя и надѣваютъ на концы оси. Положимъ, что при взвѣшиваніи цилиндра посредствомъ рычага, по опыту 14, или вѣсовъ, нашли, что онъ вѣситъ 20 лотовъ=60 зо-

лотникамъ. Къ срединѣ нити, черезъ петли которой проходитъ ось, привязываютъ еще длинную нить. Спрашивается, какъ велика должна быть сила, которая могла бы удержать грузъ на мѣстѣ? Для того чтобы измѣрять эту силу гирями, привинчиваютъ къ верхнему концу наклонной плоскости одинъ изъ употреблявшихся прежде блоковъ, такимъ-образомъ, чтобы онъ выдавался нѣсколько съ края, и положенная на него нить сохраняла бы параллельное направленіе съ наклонной плоскостью. Къ другому концу нити привязываютъ проволочный крючокъ, къ которому привѣшиваютъ на трехъ шнурахъ какой-либо открытый сосудъ, замѣняющій чашку вѣсовъ. Удерживая рукой цилиндръ, насыпаютъ въ чашку мелкихъ гвоздей или песку столько, чтобы вѣсъ ихъ могъ удержать грузъ на мѣстѣ, и тогда, взвѣсивъ на рычагѣ чашку со вѣсѣмъ, что она въ себѣ содержитъ, находятъ, что вѣсъ ея равняется 5 золотникамъ. Высота наклонной плоскости составляла $\frac{1}{12}$ длины ея и сила, потребная для удержанія тяжести 60 золотниковъ, равна 5 золотникамъ, т. е. $\frac{1}{12}$ груза.

Болѣе крутая
плоскости.

Далѣе подъ верхній конецъ наклонной плоскости подкладываютъ еще другой брусочикъ или книгу въ 1 дюймъ вышиной. Прежняя сила окажется теперь недостаточною, и не будетъ болѣе уравнивать груза. Поэтому въ чашку прибавляютъ еще мелкихъ гвоздей или песку. Равновѣсіе произойдетъ, когда чашка будетъ вѣсить 10 золотниковъ. Высота плоскости, 2 дюйма, держится въ длинѣ ея, 12 дюймамъ, 6 разъ, т. е. столько же разъ, сколько сила, 10 золотниковъ, содержится въ грузѣ, 60 золотниковъ.

Если наклонная плоскость будетъ имѣть 6 дюймовъ

высоты, то сила, требуемая для равновѣсія, должна содержать въ себѣ $\frac{6}{12}$ или половину того, что вѣситъ грузъ. Изъ этого слѣдуетъ

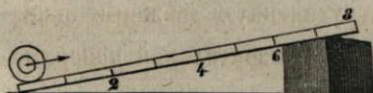
законъ: сколько разъ высота наклонной плоскости содержится въ длинѣ ея, столько же разъ сила, дѣйствующая параллельно этой плоскости, должна содержаться въ грузѣ, чтобы произошло равновѣсіе.

Законъ на-
клонной пло-
скости.

30. Дѣйствіе и употребленіе наклонной плоскости. Подобно простымъ машинамъ первой группы, наклонная плоскость служить для исполненія и облегченія механической работы. Положимъ, что требуется поднять грузъ въ 400 фунтовъ (10 пудовъ) на высоту одного

Дѣйствіе
наклонной
плоскости.

фиг. 34.



фута, и возьмемъ для этого наклонную плоскость, имѣющую 8 футовъ длины и 1 футъ вышины. Высота слѣ-

довательно составляетъ $\frac{1}{8}$ длины; при употребленіи этой машины сила уменьшается до $\frac{1}{8}$ всего груза, т.-е. 50 фунтовъ. Но уменьшается ли черезъ это работа? Сила въ 50 фунтовъ должна пройти путь въ 8 футовъ или работать въ 8 разъ долѣе, чтобы поднять грузъ на 1 футъ, въ отвѣсномъ направленіи. Въ то время, какъ сила проходитъ 1 футъ по наклонной плоскости, грузъ поднимается только на $\frac{1}{8}$ фута. Слѣдовательно здѣсь снова подтверждается то золотое правило (опытъ 17), что сколько выигрывается въ силѣ, столько же теряется въ пути. Работа составляла 40 пудофутовъ, такъ-какъ 400 фунтовъ нужно было поднять на 1 футъ; работникъ же напротивъ производитъ на наклонной плос-

кости 8 разъ работу $1\frac{1}{4}$ пудофута (50 фунтовъ). Слѣдовательно работа при помощи наклонной плоскости та же, что и безъ машины; чаще же съ употребленіемъ этой машины сопряжена извѣстная потеря, которая возрастаетъ вмѣстѣ съ неровностями, затрудняющими движеніе груза.

Употребленіе
наклонной
плоскости.

Для вывоза глины изъ ямъ рабочіе обыкновенно устрояютъ изъ досокъ наклонную плоскость, которая поднимается изъ ямы, и такимъ-образомъ по этой плоскости они съ небольшимъ усиліемъ вывозятъ на тачкахъ глину. Спуски, которые служатъ для вкатыванія бочекъ на дроги, состоятъ изъ двухъ наклонныхъ шестовъ, скрѣпленныхъ между собою перекладиной. Подъемы на дорогахъ представляютъ также наклонную плоскость, затрудняющую движеніе экипажей именно потому, что на горизонтальной поверхности тяжестъ уничтожается сопротивленіемъ ея и лошади преодолеваютъ одни только неровности дороги, тогда какъ при подъемахъ имъ приходится вмѣстѣ съ тѣмъ поднимать и часть груза. Въ гористыхъ мѣстахъ дорогу стараются вести извилинами, чтобы она только постепенно поднималась на высоту. Каждая лѣстница есть наклонная плоскость съ ступенями, и бываетъ тѣмъ неудобнѣе, чѣмъ она круче.

31. Треніе.

Треніе.

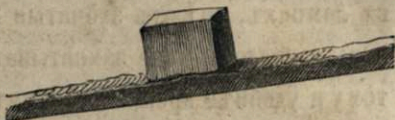
Опытъ. На горизонтально лежащую доску ставятъ фунтовую гирию. Если потомъ приподнимутъ нѣсколько одинъ конецъ ея, то гирия останется на мѣстѣ. При поднятіи одного конца восьми дюймовой доски на 2 дюйма гирия также не тронется съ мѣста. Несмотря на то, что сила тяжести тянетъ ее внизъ, и именно съ силою

$\frac{1}{4}$ фунта, такъ какъ высота наклонной плоскости со-
держится 4 раза въ длинѣ ея. Слѣдовательно здѣсь
есть какая-нибудь другая сила, препятствующая движе-
нію гири.

Каждое тѣло, какъ бы оно ни было гладко и тща-
тельно выполировано,

Фиг. 35.

при разматриваніи въ
увеличительное стекло
представляетъ неров-
ную поверхность съ



углубленіями и возвышеніями. Если теперь положить
тѣло одно на другое, то возвышенія одного войдутъ въ
углубленія другаго и при движеніи тѣла должно пре-
одолѣть сопротивляющіяся частицы, загнуть, оторвать
или сломать ихъ. Это сопротивленіе, происходящее отъ
прикосновенія неровныхъ тѣлъ, называется треніемъ.

32. Употребленіе тренія. Треніе бываетъ весьма по-
лезно и даже необходимо, когда требуется укрѣпить
предметъ на какомъ-либо мѣстѣ. Треніе, происходящее
между рукой и перомъ или карандашомъ, доставляетъ
возможность крѣпко держать его. Вдвинутая крышка
ящика удерживается треніемъ на своемъ мѣстѣ. Бе-
чевка, охватывающая связку, удерживается въ ея не-
ровностяхъ, и сѣдло съѣзжаетъ на бокъ, когда умень-
шается треніе. Наклонно приставленная къ стѣнѣ лѣст-
ница удерживается отъ паденія треніемъ о землю; такъ же
точно какъ и косвенно поставленныя палки, сабли и
ружья. Всѣ ткани и вязанныя матеріи обязаны своею
прочностью тренію нитей. Весьма важную услугу ока-
зываетъ треніе въ простыхъ машинахъ, служащихъ для
скрѣпленія, какъ то: въ клинѣ и винтѣ.

Часто мы съ намѣреніемъ увеличиваемъ треніе. Наклонные письменные столы оклѣиваютъ обыкновенно сукномъ, чтобы препятствовать паденію положенныхъ на нихъ предметовъ. При спускѣ съ крутыхъ горъ увеличиваютъ треніе колесъ посредствомъ тормазовъ. Винты, которые должны быть ввинчиваемы руками, напимѣръ въ лампахъ, имѣютъ зубчатая шляпки для того, чтобы можно было крѣпче захватывать ихъ пальцами, а потому и удобнѣе вращать. Такимъ же образомъ по недостатку тренія бываетъ очень трудно ходить по льду и потому его посыпаютъ пескомъ и тѣмъ увеличиваютъ треніе.

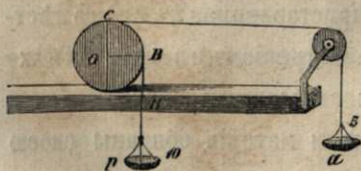
Смычокъ скрипки натираютъ канифолью съ цѣлю увеличить его треніе, для того чтобы онъ легче сообщалъ свое движеніе струнѣ. Такимъ же образомъ тяжелый катокъ посредствомъ тренія приводитъ въ движеніе обвернутыя бѣльемъ скалки. Каждый блокъ или валъ, обогнутые шнуромъ или ремнемъ, вращаются силою тренія. Наконецъ неровности почвы задерживаютъ шину колеса при движеніи экипажа, и заставляютъ колесо вертѣться.

33. Оба рода тренія.

Скользящее
трение.

Опытъ а. Употребленную уже въ опытѣ 29 *б* досечку съ привинченнымъ къ ней блокомъ кладутъ настоль такимъ образомъ, чтобы проходящая черезъ блокъ нить свободно свѣшивалась съ края стола.

Фиг. 36.



На эту досечку ставятъ дномъ извѣстный уже намъ картонный цилиндръ съ 20 лотами песку; къ нему при-

крѣпляютъ нить, проводятъ ее черезъ блокъ, и къ свѣсившемуся концу ея привязываютъ гирию, которая въ сила бы столько, сколько нужно для того, чтобы привести цилиндръ въ движеніе и, слѣдовательно, преодолѣть треніе его о поверхность досечки. Для этого, вѣроятно, потребуется не болѣе $\frac{1}{4}$ фунта. Цилиндръ начнетъ тогда медленно скользить по горизонтальной поверхности. Подобнаго рода треніе, какъ напримѣръ саней по снѣгу, называется скользящимъ треніемъ.

Опытъ b. Въ противоположность этому, тотъ же цилиндръ снабжается, какъ показано въ опытѣ 29. b, осью, около которой онъ свободно вращается; кладется онъ бокомъ на доску или столъ и отъ него проводится нить черезъ блокъ. Въ этомъ случаѣ, самаго незначительнаго груза, какъ напр. кусочка проволоки, маленькаго ключика, достаточно для того, чтобы привести цилиндръ въ движеніе. Треніе при вращеніи тѣлъ называется вращательнымъ треніемъ. Вращательное треніе, какъ показываетъ опытъ, значительно меньше скользящаго; именно потому, что скользящее тѣло, при движеніи, должно уничтожить всѣ неровности на своемъ пути, тогда какъ вращающееся поднимается почти безъ всякаго затрудненія изъ углубленій, встрѣчаемыхъ имъ на пути, и тѣмъ значительно уменьшаетъ работу движущей силы.

Вотъ почему и стараются избѣгать скользящаго тренія и замѣнять его вращательнымъ. При передвиженіи большихъ камней, или монументовъ, употребляются валы; на двухъ изъ нихъ помѣщается грузъ, который катится по плотно сложеннымъ доскамъ; третій же валъ подкладывается впередъ тогда, когда грузъ скатывается съ задняго

Вращающееся
трение.

вала, который, въ свою очередь, также кладется впередъ. Этимъ же самымъ объясняется и употребленіе маленькихъ колесъ на ножкахъ креселъ и другой мебели, равно какъ и экипажныхъ колесъ. Напротивъ, когда при крутыхъ спускахъ требуется замедлить слишкомъ быстрое движеніе экипажа, посредствомъ тормоза, вращательное треніе замѣняется скользящимъ.

34. Величина тренія.

Возрастаніе
тренія съ уве-
личеніемъ
давленія.

Опытъ а. На употребленную уже въ предъидущемъ опытѣ досчечку, ставится фунтовая гиря, и къ ней привязывается горизонтально лежащій конецъ нити. Передъ гирею втыкается нѣсколько булавокъ, для того чтобы она могла двигаться только вмѣстѣ съ доскою. Къ свободно висящему концу проходящей черезъ блокъ нити, привѣшивается гиря такого вѣса, какой нуженъ для того, чтобы доску вмѣстѣ съ фунтовымъ грузомъ привести въ движеніе. Сила въ $\frac{1}{2}$ фунта произведетъ уже это движеніе. Если на доску поставить $\frac{1}{2}$ фунта, то движеніе послѣдуетъ при четверть-фунтовой силѣ. Треніе увеличивается вмѣстѣ съ грузомъ, или взаимнымъ давленіемъ трущихся тѣлъ; при двойномъ вѣсѣ, треніе — двойное, при тройномъ оно втрое больше. Чтобы посредствомъ тренія удержать швейную подушечку на столѣ, наполняютъ ее чѣмъ нибудь тяжелымъ, пескомъ или свинцомъ; чтобы удержать предметъ въ рукѣ, когда какая либо сила тянетъ его прочь, мы крѣпко сжимаемъ его пальцами. Для движенія пустой повозки по горизонтальной дорогѣ, гдѣ требуется преодолѣть только треніе, часто силы одного человѣка бываетъ совершенно достаточно; послѣ нагрузки же ея треніе увеличивается, и одной силы будетъ слишкомъ

мало. Чтобы удержать на столѣ листъ бумаги при сквозномъ вѣтрѣ, увеличиваются давленіе и треніе его книгой, которую кладутъ на бумагу.

Опытъ b. Повернувъ досечку другой стороною, на которой и простымъ глазомъ легко замѣтитъ нѣкую шероховатость, подкладываютъ подъ нее еще другую, также шероховатую, доску, которую крѣпко придерживаютъ рукой и ставятъ на верхнюю фунтовую гирию, тогда полуфунтовая гирия вовсе не произведетъ движенія. Слѣдовательно, треніе увеличивается отъ неровностей прикасающихся плоскостей.

Возрастаніе тренія отъ неровностей поверхности.

Опытъ c. Берутъ 2 разныхъ величинъ гладкія досечки, и ставятъ фунтовую гирию сначала на одну изъ нихъ, а потомъ на другую. Требуемая для движенія сила, а слѣдовательно и треніе, окажутся въ обоихъ случаяхъ одинаковыми. Въ гладкихъ тѣлахъ треніе не возрастаетъ при увеличеніи касающихся плоскостей, потому-что давленіе груза разлагается на большее число точекъ. При плоскостяхъ двойной величины, треніе происходитъ на двойномъ числѣ точекъ, но только подъ половиннымъ давленіемъ.

При увеличеніи поверхностей треніе не измѣняется.

Опытъ d. Величина тренія дерева объ дерево подъ давленіемъ одного фунта составляетъ около $\frac{1}{2}$ фунта. Если же фунтовую гирию поставить на двѣ металлическія вязальныя спицы, конецъ которыхъ придерживать рукою, то при дѣйствіи $\frac{1}{2}$ фунтовой силы послѣдуетъ уже быстрое движеніе. Слѣдовательно, величина тренія (коэффициентъ его) различна для различныхъ тѣлъ, и тѣмъ меньше, чѣмъ тверже тѣло. При треніи дерева о дерево, она достигаетъ до $\frac{1}{2}$, при треніи металла о металлъ—только $\frac{1}{6}$. Такъ-какъ при устрой-

Различная степень тренія для различныхъ тѣлъ. (Коэффициентъ тренія.)

ствахъ машинъ знаніе коэффиціента тренія разныхъ матеріаловъ весьма важно, то съ этою цѣлію произведены были многіе опыты въ большихъ размѣрахъ, потому-что въ маломъ видѣ они не имѣли бы достаточной точности.

Смазка.

Смазка значительно уменьшаетъ треніе, такъ-какъ при этомъ наполняются неровности трущихся тѣлъ. При желѣзныхъ осяхъ или цапфахъ, вращающихся въ чугунныхъ или мѣдныхъ подшипникахъ и смазанныхъ масломъ или саломъ, треніе составляетъ только $\frac{2}{25}$. Въ новыхъ машинахъ оно больше, и потому дѣйствіе ихъ гораздо слабѣе тѣхъ, которыя уже были въ употребленіи нѣсколько времени. Тамъ, гдѣ употребляютъ канаты, не только треніе, но даже и упругость ихъ производятъ уже значительную потерю работы.

Потеря работы во всѣхъ машинахъ.

Какъ значительна въ машинахъ потеря работы отъ тренія, можно приблизительно судить по тому, сколько поглощаетъ работы одна какая-либо часть машины, напр. ось водянаго колеса. Положимъ, колесо вѣситъ 25,000 фунтовъ, чугунная цапфа его имѣетъ $\frac{1}{2}$ фута въ поперечникѣ и дѣлаетъ 6 оборотовъ въ минуту. При хорошей смазкѣ цапфы, треніе составляетъ $\frac{2}{25}$ груза, т. е. $\frac{2}{25} \times 25,000 = 2000$ фунтамъ. Вотъ, слѣдовательно, сила потребная для движенія цапфы. Но цапфы должны вращаться, причемъ каждая точка ихъ окружности описываетъ кругъ, который, какъ и всякій другой, въ $\frac{314}{100}$ раза больше поперечника. Поперечникъ цапфы равенъ $\frac{1}{2}$ футу, слѣдовательно весь кругъ имѣетъ длину $\frac{314}{100} \times \frac{1}{2} = \frac{314}{200}$ фута, а сила 2000 фунтовъ, при 6 оборотахъ колеса въ минуту, описывая этотъ круговой путь 6 разъ, имѣетъ работу $\frac{314}{200} \times 6 \times 50 = 471$ пудо-

фута. Такъ значительна потеря работы, въ каждую минуту, при вращеніи цапфъ одного только вала, а между-тѣмъ всякая сложная машина содержитъ въ себѣ много валовъ и колесъ, которыхъ вѣсъ бываетъ часто очень значителенъ. Какъ видно изъ вычисленій, потеря работы увеличилась бы, еслибы цапфы имѣли большую окружность; поэтому выгодно было бы замѣнить толстыя деревянныя оси нашихъ телѣгъ желѣзными и болѣе тонкими осями.

35. Перевозка по простымъ и желѣзнымъ дорогамъ. Мы видѣли уже, что знаніе коэффиціента тренія необходимо при устройствѣ разнаго рода машинъ; не менѣе того оно важно и при устройствѣ нашихъ перевозочныхъ средствъ, такъ-какъ работа движенія повозокъ по горизонтальной дорогѣ состоитъ также въ преодолѣніи тренія.

Перевозоч-
ныя средства.

Одно изъ самыхъ неудобныхъ перевозочныхъ средствъ есть родъ подставокъ, имѣющихъ видъ саней; при употребленіи ихъ, даже на хорошей дорогѣ, треніе составляетъ уже $\frac{1}{2}$ груза: для перевозки груза въ 2000 фунтовъ требуется сила 1000 фунтовъ. Напротивъ того, сани, при хорошемъ снѣжномъ пути, должны преодолевать гораздо мѣньшее треніе $= \frac{1}{25}$, такъ, что для 2000 фунтовъ достаточно силы въ 80 фунтовъ.

Поэтому, для перевозки тяжестей, когда нѣтъ снѣгу, скользящее треніе замѣняютъ вращательнымъ, т.-е. употребляютъ телѣги. На хорошемъ шоссе, треніе повозки составляетъ $\frac{1}{20}$ груза. Такъ-что 2000 фунтовъ, на совершенно горизонтальномъ шоссе, потребуютъ силу въ 100 фунтовъ. Но на болѣе части шоссеинныхъ дорогъ встрѣчаются подъемы, имѣющіе при 20 футахъ

Дороги.

длины, 1 футъ вышины, съ которыхъ грузъ стремится упасть внизъ съ силою $\frac{1}{20}$ части своего вѣса, такъ-что для преодоленія этого стремленія необходима будетъ еще сила въ 100 фунтовъ. Подобнаго рода дороги требуютъ ровно двойную силу $= \frac{1}{10}$ груза. Изъ этого можно заключить о томъ, какъ важно вести дороги по возможности горизонтально.

Съ устройствомъ шоссе много выигрывается силы, потому-что по песчаной дорогѣ треніе составляетъ крайней мѣрѣ половину груза. 2000 фунтовъ на горизонтальной песчаной дорогѣ требуютъ 1000 фунтовъ, слѣдовательно въ десять разъ большую силу, чѣмъ на горизонтальномъ шоссе.

Давно уже старались уменьшить треніе посредствомъ деревянныхъ настилокъ; но уже въ началѣ прошлаго столѣтія, задолго до изобрѣтенія паровозовъ, въ Англіи начали класть на эти настилки желѣзныя шины, т. е. устраивать желѣзную дорогу. Первая такая дорога была проведена отъ ньюкэстльскихъ угольныхъ коней до рѣки Тейнъ, гдѣ углями нагружали суда; огромные вагоны съ углями перевозились лошадьми. Треніе на желѣзной дорогѣ составляетъ только $\frac{1}{200}$ часть груза, такъ-что лошадь везетъ по ней въ десять разъ больше, чѣмъ по хорошему шоссе. При употребленіи столь незначительной силы, должно тщательно избѣгать наклонныхъ плоскостей; такая плоскость, имѣющая при 200 футахъ длины, только одинъ футъ вышины, слѣдовательно незамѣтная для глаза, потребовала бы тотчасъ же двойную силу; потому-что грузъ стремился бы упасть внизъ съ силою $\frac{1}{200}$ своего вѣса, а

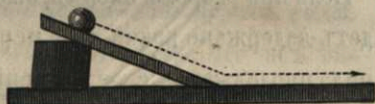
сверхъ того еще $\frac{1}{200}$ потребно было бы для преодоленія тренія.

36. Инерція.

Инерція.

Опытъ а. На столъ кладется какой-нибудь шаръ; вѣроятно что онъ покатится въ какую-нибудь сторону, и тѣмъ обнаружитъ, что поверхность стола не совершенно горизонтальна, но представляетъ наклонную плоскость; въ такомъ случаѣ, подъ ножку стола подкладывается сложенный лоскутокъ бумаги такъ, чтобы шаръ оставался въ покоѣ на всякомъ мѣстѣ поверхности стола. Тогда на поверхности стола не дѣйствуетъ уже сила, которая бы могла привести въ движеніе положенный на нее шаръ. Напротивъ, если положить на столъ досчечку или книгу такъ, чтобы она представляла наклонную плоскость, то на ней будетъ дѣйствовать сила тяжести и увлечетъ внизъ шарикъ. Катящийся шаръ продолжаетъ свое движеніе

Фиг. 37.



еще и по поверхности стола, хотя послѣдняя горизонтальна, пока наконецъ оно прекратится вслѣдствіе противодѣйствія тренія.

Опытъ б. Листъ бумаги складывается нѣсколько разъ по его длинѣ, и такимъ-образомъ изъ него дѣлается длинный жолобокъ, лѣвый конецъ котораго замыкается загнутой вверхъ бумагой, а правый остается открытымъ. Ширина жолобка должна быть такова, чтобы шаръ могъ двигаться въ немъ не задѣвая стѣнокъ. Жолобокъ кладется на поверхность стола; въ

Фиг. 38.



него вкладывается шарикъ близъ замкнутого конца; затѣмъ нужно взять бумагу за правый конецъ и довольно быстро подвинуть ее въ правую сторону. При этомъ, шаръ также будетъ двигаться вправо. Если же теперь вдругъ прекратить движеніе жолобка, то шаръ пройдетъ еще нѣкоторое пространство или внутри жолобка или даже по поверхности стола, если только движеніе, сообщенное рукою, было достаточно сильно; онъ сохраняетъ при этомъ прежнее направленіе, прямо въ правую сторону.

Опытъ с. Чтобы наблюдать то же самое явленіе въ жидкихъ тѣлахъ, стаканъ наполняется водою до самыхъ краевъ, и за тѣмъ двигается по столу довольно медленно, а потомъ вдругъ движеніе прекращается. Вода будетъ продолжать свое движеніе, и частію перельется черезъ край стакана.

Явленія, доказывающія существованіе инерціи.

Если при скоромъ писъмѣ, быстро движущееся перо будетъ задержано какой-либо неровностью бумаги, то чернила продолжаютъ свое движеніе далѣе и брызгаются на бумагу. Конецъ хлыстика или плети, которая остановлена въ серединѣ какимъ-нибудь предметомъ, продолжаетъ двигаться далѣе; пепель сигары, которою ударяютъ о палецъ, продолжаетъ свое движеніе и падаетъ на полъ; такимъ же образомъ сухой хворостъ или глиняная дудочка при ударѣ о твердо стоящій предметъ ломаются въ куски, которые сохраняютъ сообщенное имъ движеніе. Дѣйствіе машины на желѣзной дорогѣ прекращается еще тогда, когда поѣздъ находится въ нѣкоторомъ разстояніи отъ станціи, но онъ продолжаетъ свое движеніе до тѣхъ поръ, пока можетъ преодолѣвать треніе. Мы видимъ также, что стрѣла летитъ далѣе, когда уже сила тетивы перестала на нее дѣйствовать, и ружейная

пуля, выйдя изъ ствола, продолжаетъ свой путь, пока сила тяжести не заставитъ ее упасть на землю.

Такимъ же образомъ очевидно, что тѣло, не имѣющее свободной воли и находящееся въ покоѣ, не можетъ само собою придти въ движеніе, равно какъ не можетъ измѣнить уже сообщеннаго ему движенія; оно не можетъ само собою ни уменьшить или увеличить своей скорости, ни измѣнить даннаго направленія. Поэтому *законъ инерціи, косности или самонедѣтельности*, заключается не только въ томъ, что покоящееся тѣло остается въ покоѣ до-тѣхъ-поръ, пока не будетъ приведено въ движеніе какой-либо силой, но преимущественно въ томъ, что *тѣло, движущееся въ неизмѣнномъ направленіи и съ одинаковою скоростью, продолжаетъ свое движеніе до-тѣхъ-поръ, пока ему не воспрепятствуетъ дѣйствіе какой-либо другой силы.*

Изъ слѣдующихъ опытовъ будетъ ясно, что всѣ тѣла безъ исключенія подвержены этому закону, который по недоразумѣнію относили къ свойствамъ только неодушевленныхъ тѣлъ, и называли косностью, или еще прежде самонедѣтельностью. Если лодка или экипажъ мгновенно останавливается, то верхняя часть тѣла сѣдока наклоняется впередъ, потому-что продолжаетъ свое движеніе; ѣздокъ сползаетъ на шею лошади, когда она неожиданно остановится на всемъ скаку. Если быстро бѣжать, то очень трудно остановиться передъ широкимъ рвомъ; катающійся на конькахъ едва можетъ удержаться передъ тѣмъ мѣстомъ, гдѣ кончается ледъ; при этомъ часто сила мускуловъ бываетъ недостаточна, и онъ дѣлается жертвою закона инерціи. Столь же опасно прыгать изъ быстро движущагося экипажа;

въ то время, какъ ноги прыгающаго касаются земли, верхняя часть тѣла его продолжаетъ свое движеніе въ томъ же направленіи, и онъ съ быстротою падаетъ на землю. При скачкѣ, лошади могутъ удержать свой бѣгъ только въ нѣкоторомъ разстояніи за барьеромъ, и зайцы, преслѣдуемые собаками, инстинктивно пользуются инерціей для своего спасенія; въ то время, какъ борзая собака гонится за нимъ, заяцъ быстро измѣняетъ направленіе своего движенія, тогда какъ не приготовившаяся къ этому собака продолжаетъ скакать въ томъ же направленіи, и черезъ это онъ выигрываетъ нѣкоторое время, пока собака борется съ силою инерціи, чтобъ измѣнить направленіе своего бѣга.

Правильное
воззрѣніе на
потерю ра-
боты.

Изъ закона инерціи слѣдуетъ, что ни малѣйшая часть не можетъ быть потеряна изъ той силы, которая употреблена на механическую работу. Какъ-только машина приводится въ движеніе, то работа, приложенной къ ней силы, распадается на двѣ части: одна дѣйствительно приводитъ въ движеніе грузъ, или, вообще, производитъ полезную работу, другая же часть состоитъ въ преодолѣніи тренія. Но преодолѣніе тренія есть также работа, и часто очень полезная, какъ напр. при возкѣ экипажей. То, что мы называемъ потерей работы, есть на самомъ дѣлѣ дѣйствительная работа; она теряется для предполагаемой цѣли, но для какой-либо другой,—она можетъ быть очень полезна. Задача состоитъ въ томъ, чтобы удалить, или по-крайней-мѣрѣ ослабить причины, требующія несообразной съ цѣлью работы.

37. Наклонная плоскость Галилея и законъ паденія тѣлъ. Рабочіе очень хорошо знаютъ, что при вбиваніи

свай, баба производить тѣмъ большее дѣйствіе, чѣмъ выше она поднята и чѣмъ ниже опускается; но такъ-какъ вѣсъ ея остается неизмѣннымъ, то очевидно, что дѣйствіе ея усиливается отъ того только, что при паденіи съ болѣе высоты увеличивается ея скорость. Такимъ же образомъ градъ, падающій съ высоты нѣсколькихъ футовъ, не обнаруживаетъ того разрушительнаго дѣйствія на хлѣбныя поля, которое мы замѣчаемъ при большой скорости, сообщаемой ему постепенно силою тяжести въ болѣе продолжительное время паденія. Сила тяжести дѣйствуетъ на падающія тѣла не только въ первое мгновеніе, предоставляя ихъ потомъ закону инерціи; это непрерывно-дѣйствующая сила; въ первое мгновеніе, она сообщаетъ падающему тѣлу извѣстную скорость, которую то сохраняетъ, по закону инерціи, во второе мгновеніе своего движенія; но между-тѣмъ, влѣдствіе продолжающаго дѣйствія силы тяжести, скорость снова увеличивается и тѣло продолжаетъ это ускоренное движеніе до-тѣхъ-поръ, пока въ третье мгновеніе новый толчекъ не заставитъ его двигаться еще быстрее. По причинѣ быстро возрастающей скорости, падающіе съ высокихъ подмостковъ часто убиваются, тогда какъ никто не боится спрыгнуть на полъ со стула. Подобнымъ образомъ лавины, скатывающіяся съ снѣжныхъ горъ и увлекающія за собой сотни деревьевъ, ясно обнаруживаютъ, что скорость падающаго тѣла возрастаетъ вмѣстѣ съ временемъ.

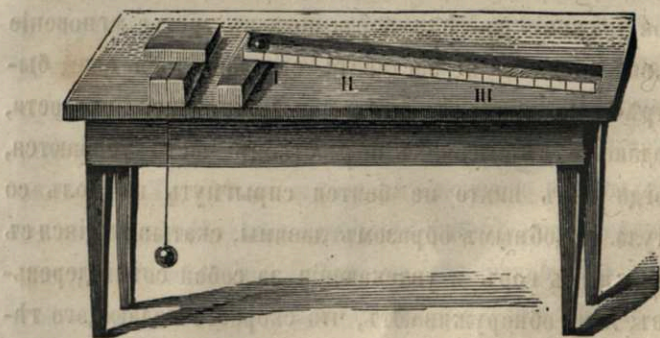
Опытъ. Изъ картона или дерева дѣлается жолобокъ такой ширины, чтобы шаръ, какой есть подъ рукою, могъ кататься въ немъ съ возможно мѣньшимъ треніемъ. Длина жолобка должна быть не менѣе четы-

Наклонная
плоскость по-
лиса.

рехъ футовъ. Внутри онъ полируется или обклеивается гладкой бумагой. Потомъ ставится онъ на столъ въ наклонномъ положеніи, такъ чтобы одинъ конецъ былъ выше другаго, на одинъ или два дюйма. Если тогда въ верхній конецъ жолобка положить шаръ, и наблюдать пробѣгаемая имъ пространства, считая въ то же время тактъ, то окажется, что они становятся больше-и-больше, въ каждое послѣдующее мгновеніе.

Но чтобы точнѣе изслѣдовать пробѣгаемая одно за другимъ пространства, металлическій шаръ или тяжелый ключъ прикрѣпляется къ тонкой нити длиною въ 3 фута; верхній конецъ этой нити привязывается къ палочкѣ или карандашу, утверждаемому въ горизонтальномъ положеніи, между двумя досечками или книгами, положенными на краю стола. Нить съ шаромъ должна висѣть совершенно свободно передъ столомъ, и тогда она образуетъ маятникъ; если его медленно отклонить

Фиг. 39



въ сторону, то онъ начнетъ правильно качаться взадъ и впередъ, при чемъ каждое качаніе совершается въ одну секунду. Маятникъ служитъ для отсчитыванія равныхъ промежутковъ времени, секундъ, но для точнаго наблюденія его качаній требуется нѣкоторая привычка.

Далѣе, спаружи, на верхнемъ концѣ жолобка, oznaчается чернилами точка, отъ которой шаръ начнетъ свое движеніе; шаръ пускается въ то время, когда маятникъ начинаетъ новое качаніе, и снова на жолобкѣ oznaчается точка, въ которой находится шаръ въ то время, когда маятникъ окончилъ свое качаніе, т.-е. когда прошла одна секунда. Опытъ этотъ должно повторить нѣсколько разъ, чтобы уничтожить могущія вкрасться ошибки. Когда наконецъ увѣрятся, что не сдѣлано никакой ошибки, то измѣряютъ пространство, пробѣгаемое шаромъ въ первую секунду, которое будетъ, напримѣръ, 4 дюйма, и дѣлятъ всю наклонную плоскость отъ точки начала движенія на равныя части, каждая въ 4 дюйма. Если шаръ будетъ двигаться тогда впродолженіи двухъ секундъ, то во вторую секунду онъ пройдетъ 3 такихъ пространства, въ третью секунду онъ пройдетъ пять разъ 4 дюйма, въ четвертую, если только жолобокъ довольно длиненъ, семь разъ 4 дюйма. Въ двѣ секунды онъ пройдетъ такимъ-образомъ $1+3=4$, въ 3 секунды $(1+3+5)$ девять, въ четыре секунды 16 такихъ пространствъ.

Изъ этихъ опытовъ, въ первый разъ произведенъ-Законъ паденія Галилеемъ, выводятся оба закона паденія тѣлъ.

I. Пространства, пробѣгаемая тѣломъ въ каждую секунду, возрастаютъ какъ нечетныя числа.

Пространство, пробѣгаемое во вторую секунду, равно тройному, въ третью пятерному, въ четвертую семерному пространству, пробѣгаемому тѣломъ въ первую секунду.

II. Пространства, пробѣгаемая тѣломъ отъ начала движенія, относятся какъ квадраты временъ.

Падающее тѣло, какъ показываетъ опытъ, въ двѣ секунды пробѣгаетъ четверное, въ три секунды девятное пространство, пробѣгаемого имъ въ первую секунду. Числа же $4=2 \times 2$, $9=3 \times 3$, $16=4 \times 4$, 25, 36, 49, 64, 81, 100 называются квадратными числами. Чтобы найти пространство, пробѣгаемое падающимъ тѣломъ въ восемь секундъ, берутъ квадратъ восьми, который есть $8 \times 8 = 64$, и умножаютъ на него пространство, пробѣгаемое тѣломъ въ первую секунду.

Свободное паденіе.

Эти законы относятся также и къ отвѣсному паденію тѣлъ въ воздухѣ, къ ихъ свободному паденію. Тяжесть здѣсь дѣйствуетъ непрерывно всею своею силою, тогда какъ на наклонной плоскости только часть этой силы обнаруживала непрерывное дѣйствіе, и производитъ равномерное ускоренное движеніе. Твердое тѣло, которому воздухъ не представляетъ значительнаго препятствія, въ первую секунду проходитъ по вертикальному направленію 16, 2 фута, въ двѣ секунды 4×16 , 2, въ три 9×16 , 2 фута.

Графическое представленіе законовъ паденія.

Законы паденія можно представить себѣ посредствомъ чертежа. Лѣвая сторона большаго треугольника дѣлится на равныя части, I, II, III, IV, V, изображающія равныя промежутки времени, секунды. Горизонтальныя поперечныя линіи, идущія отъ правой стороны треугольника къ лѣвой его сторонѣ, даютъ намъ изображенія скоростей, которыя имѣетъ падающее тѣло въ концѣ первой, второй и послѣдующихъ секундъ. Верхній маленькій треугольникъ, простирающійся до первой поперечной линіи, представить тогда простран-

ство, пробѣгаемое тѣломъ въ первую секунду; треугольникъ же отъ вершины до

Фиг. 40.

второй горизонтальной линіи изобразить пространство, пробѣгаемое въ двѣ секунды; если отъ этого втораго, въ четыре раза большаго треугольника отнять первый, то останется четырехугольникъ, который въ три раза



больше перваго треугольника, и представляетъ пространство, пробѣгаемое падающимъ тѣломъ во вторую секунду.

Правая и лѣвая стороны большаго треугольника, расходящіяся всё далѣе-и-далѣе одна отъ другой, показываютъ намъ, какимъ-образомъ измѣняется и возрастаетъ со временемъ скорость паденія; равномерно увеличиваясь отъ состоянія покоя тѣла, она въ концѣ первой секунды вдвое больше, нежели въ серединѣ этого промежутка времени. Сколько недостаетъ ей до средней скорости въ первую половину секунды, на столько же она возрастаетъ потомъ. Поэтому тѣло, которое бы двигалось во все продолженіе этого времени съ среднею скоростью, прошло бы пространство, совершенно равное тому, которое дѣйствительно пробѣгаетъ въ это время падающее тѣло. Такимъ-образомъ, пространство это можно представить также четырехугольникомъ, который равенъ верхнему, первому треугольнику; горизонтальное разстояніе сторонъ его остается постояннымъ, и выражаетъ среднюю скорость. Но если тѣло должно пробѣгать съ постоянною скоростью 16 футовъ въ одну секунду, то оно должно

имѣть и скорость 16 футовъ въ секунду. Итакъ, средняя скорѣсть въ первую секунду паденія составляетъ 16 футовъ; конечная же скорость двойное число 32 фута. Эту скорость, 32 фута, имѣетъ падающее тѣло при началѣ второй секунды, и если она осталась бы постоянною, то тѣло уже по закону инерціи прошло бы пространство вдвое больше перваго; къ этому присоединяется еще новое дѣйствіе силы тяжести, которое заставляетъ тѣло пройти еще такое же пространство, какое оно прошло въ первую секунду. Такъ-какъ падающее тѣло въ концѣ первой секунды имѣетъ двойную, въ концѣ второй четверную, то въ концѣ четвертой оно будетъ имѣть восьмерную скорость (8×16 футовъ); поэтому по закону инерціи оно прошло бы въ пятую секунду 8×16 футовъ, и сверхъ того сила тяжести, дѣйствуя снова, гонить его на 1×16 футовъ. Въ концѣ пятой секунды скорость падающаго тѣла достигнетъ 10×16 футовъ; средняя же скорость отъ начала движенія до этой конечной скорости, какъ показываетъ и самая фигура, составляетъ половину ея, 5×16 футовъ. Но еслибы тѣло двигалось равномерно съ этою скоростью въ продолженіи пяти секундъ, то оно прошло бы $5 \times 5 = 25$ разъ 16 футовъ. Слѣдовательно, квадраты временъ должно брать потому, что въ опредѣленіе всего пространства должна входить и средняя скорость, и употребленное на то время.

У. Клинь.

38. Клинь, или подвижная наклонная плоскость. Досихъ-поръ мы принимали, что наклонная плоскость укрѣплена на одномъ мѣстѣ и не перемѣняетъ своего

положенія, тогда какъ тяжести движутся по ней какой-либо силой. Но наклонная плоскость можетъ быть также и подвижною; тогда прикладывается къ ней сила съ тою цѣлю, чтобы двигать ее подъ тяжестью или вогнуть ее въ тѣло, оказывающее нѣкоторое сопротивленіе. Подвижная наклонная плоскость называется клиномъ. Чтобы расколоть клиномъ дерево, какъ это часто дѣлается, вставляютъ его острымъ краемъ въ трещину дерева, и ударами молота вбиваютъ его далѣе и далѣе, пока онъ не преодолѣтъ сопротивленія древесныхъ частицъ. Двѣ наклон-

фиг. 41.

Равновѣсіе и
дѣйствіе
клина.

Такъ какъ клинъ есть подвижная наклонная плоскость, то длина его боковъ соотвѣтствуетъ длинѣ этой плоскости; задняя же сторона клина заступаетъ мѣсто высоты въ наклонной плоскости. Поэтому, чѣмъ уже задняя сторона его, или чѣмъ острѣе клинъ, тѣмъ меньше силы требуетъ онъ. Сколько разъ эта сторона клина содержится въ длинѣ его боковъ, столько же разъ сила должна содержаться въ сопротивленіи. Если задняя сторона имѣетъ одинъ дюймъ ширины, тогда какъ длина каждаго бока равна 20 дюймамъ, то для преодоленія сопротивленія нужно употребить силу, равную только двадцатой части его. Но зато тѣмъ долѣе нужно работать тогда, чтобы достаточно отдѣлать одну отъ другой части дерева, и такимъ образомъ произойдетъ потеря въ длинѣ пути, или во времени. Сверхъ-того, движенію клина противодѣйствуетъ значительное треніе, которое требуетъ, по-край-

неймѣръ, въ пять разъ бѣльшей силы, которая при нашемъ клинѣ вмѣсто одной двадцатой будетъ равна $\frac{6}{20} = \frac{1}{4}$ сопротивленія. Слѣдовательно, значительный недостатокъ клина заключается въ томъ, что бѣльшая часть употребленной работы поглощается треніемъ, и дѣйствіе его составляетъ обыкновенно только пятую часть работы, которая необходима для его движенія.

Употребленіе
клина.

39. Употребленіе клина. Такъ какъ устройство клина столь просто и приготовленіе его несколько не затруднительно, то имъ пользуются весьма часто. Онъ служитъ для поднятія бѣльшихъ тяжестей, для произведенія сильнаго давленія, и представляетъ легкое средство колоть, рѣзать и укрѣплять что-нибудь въ извѣстномъ положеніи.

а. Для поднятія значительныхъ тяжестей на верфяхъ, пользуются клиномъ, гдѣ его вгоняютъ подъ корабли, чтобы поднять ихъ вверхъ. Такимъ же образомъ плотники вгоняютъ клинья подъ балки строенія, если онѣ нѣсколько опустились. Чтобы поднять крышку съ ящика, послѣ неудачныхъ попытокъ вытащить удерживающіе ее гвозди, стараются вогнать подъ нее долото, которое есть ни что иное, какъ желѣзный клинъ. Конецъ обыкновеннаго инструмента для вытаскиванія гвоздей представляетъ два клина, которые должны быть вогнаты подъ шляпку вытаскиваемого гвоздя.

Употребленіе
клина для
поднятія зна-
чительныхъ
тяжестей.

б. Для произведенія сильнаго давленія, въ нашихъ маслобойняхъ употребляется прессъ, состоящій изъ двухъ клинѣвъ. Истолченное льняное сѣмя обертываютъ холстомъ и потомъ кладутъ въ оплетенную изъ бересты форму; при сжатіи сѣмени, изъ него будетъ выдавлено масло. Для этого берестеную форму ста-

вять между двумя деревянными досками нѣсколько бѣльшей величины, и съ одной стороны устанавливають клинь, обороченный остриемъ своимъ вверхъ, Подлѣ него ставятъ еще доску и другой клинь, котораго острие уже направляется внизъ; все это устанавливается въ крѣпкой деревянной колодѣ, внизу которой находится отверстіе, назначенное для вытеканія масла. Машина, обыкновенно приводимая въ движеніе водою, поднимаетъ тяжелый пестъ, который падаетъ потомъ на второй клинь; онъ опускается внизъ, и давитъ сильнѣе и сильнѣе на сѣмя. Когда масло выжато, то другой пестъ опускають на притупленное острие перваго клина; этимъ ослабляются оба клина, и работа начинается снова. Чтобы уменьшить по возможности слишкомъ большое треніе, которое и составляетъ главный недостатокъ этой машины, весьма выгодно было бы смазывать клинья жиромъ, вмѣсто того чтобы смачивать ихъ водою, какъ это бѣльшею частію дѣлается.



с. При рѣзаніи и раскалываніи, клинь дѣйствуетъ какъ орудіе дѣленія, и стремится преодолѣть сцепленіе частицъ тѣла между собою. Топоръ, которымъ рубятъ и колютъ дрова, есть ни что иное, какъ желѣзный клинь; ножъ рѣжетъ тѣмъ лучше, тѣмъ тоньше его тупая сторона, но онъ долженъ имѣть однакожъ опредѣленную толщину, чтобы не могъ сломаться; зубы наши имѣють также форму клиньевъ, чтобы они легче измельчали пищу. Земледѣлецъ употребляетъ металлическіе клинья, подъ именемъ плуга и сохи для раздроб-

Клинь, какъ средство къ укрѣпленію.

ленія слежавшейся почвы, и его борона снабжена множествомъ клинѣвъ, которые, давя сверху и двигаясь впередъ, размельчаютъ комки земли. Портной пользуется скругленнымъ клиномъ, иглой и ножницами, лезвее которыхъ заострено клинообразно. Рубанокъ столяра представляетъ наклонно лежащій клинъ, и пила съ ея зубцами образуетъ длинный рядъ клинѣвъ. Главное орудіе слесаря, подпенокъ, весь покрытъ клинѣями, имѣющими форму маленькихъ пирамидъ. Шпоры всадника, сабля и штыкъ воина, также суть клинообразныя орудія.

d. Средствомъ къ прикрѣпленію служитъ каждый вбитый гвоздь, который обыкновенно имѣетъ форму клина, почему онъ и вбивается легко, и потомъ треніемъ удерживается на мѣстѣ; шпильки, употребляемыя для обиванія мебели, суть маленькіе круглые клинѣя, которые удерживаются въ матеріи посредствомъ тренія. Пробки представляютъ круглые, упругіе клинѣя; при закупориваніи стклянки они сжимаются мало-по-малу, треніе удерживаетъ ихъ на мѣстѣ, а вслѣдствіе своей упругости они стремятся снова расшириться и потому плотно примыкаютъ къ стѣнкамъ горлышка. Столяръ употребляетъ клинъ, чтобы укрѣпить лезвее рубанка въ своемъ мѣстѣ; матросы крѣпко устанавливаютъ матчы, вгоняя вокругъ нихъ большіе или меньшіе клинѣя; музыкантъ вращаетъ клинообразный колокъ, чтобы натянуть струну, и треніе бываетъ сильнѣе, чѣмъ сила упругости ея. Наконецъ корни растений, углубляющіеся въ почву, имѣютъ форму клина, и они же удерживаютъ дерево отъ паденія.

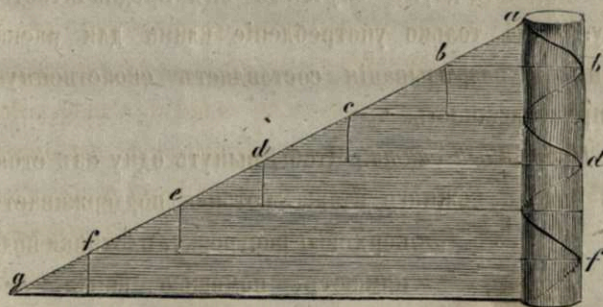
VI. Винтъ.

40. Винтъ, или витая наклонная плоскость. Горная дорога, ведущая на вершину отдѣльно стоящей горы, не рѣдко пролегаетъ такимъ-образомъ, что, подымаясь постоянно, она огибаетъ гору нѣсколько разъ. Далѣе, также какъ каждая лѣстница представляетъ наклонную плоскость съ ступенями, такъ и винтовая лѣстница есть также неподвижная, но вьющаяся наклонная плоскость. Подобнымъ же образомъ существуютъ витыя наклонныя плоскости, которыя могутъ двигаться.

Витая
наклонная
плоскость.

Опытъ. Изъ писчей бумаги вырѣзываютъ треугольникъ, такъ, что одна сторона его представить наклон-

фиг. 43.



ную плоскость, которой высота должна быть значительно менѣе длины, эту наклонную плоскость прикладываютъ тою стороною, которая представляетъ высоту, къ цилиндру или круглому карандашу и навиваютъ на него. Наклонная плоскость образуетъ тогда винтовую линію. Такимъ-образомъ винтъ есть наклонная плоскость, обвитая около цилиндра. Каждый полный оборотъ наклонной плоскости, называется ходомъ винта; такъ если наклонная плоскость огибаетъ цилиндръ ровно четыре раза, то происходитъ винтъ,

имѣющій четыре хода. Высота наклонной плоскости, образующей отдѣльный винтовой ходъ, называется величиною хода. Къ винту принадлежитъ еще винтовая матка; она представляетъ короткій полный цилиндръ, внутри котораго также вьется наклонная плоскость; въ ней находятся углубленные или вырѣзанные винтовые ходы, которые совершенно равны ходамъ самаго винта.

Употребленіе
винта.

41. Употребленіе винта. Винтъ имѣетъ много общаго съ клиномъ, потому-что онъ есть также подвижная наклонная плоскость; по этому онъ употребляется, подобно клину, для поднятія тяжестей, для произведенія значительнаго давленія и какъ средство укрѣпленія; въ послѣднихъ двухъ случаяхъ онъ предпочитается клину. Одно только употребленіе клина для раскалыванія и разрѣзыванія составляетъ свойственную ему принадлежность.

Подъемный
винтъ.

а. Подъемный винтъ. Чтобы вынуть одну изъ стоячихъ балокъ нижняго этажа, которая поддерживаетъ верхнюю постройку, плотники поднимаютъ, помощью винта, лежащія на ней балки. Они берутъ большой деревянный винтъ и ввинчиваютъ его въ матку; потомъ они ставятъ его отвѣсно подъ стѣною, которую желаютъ поднять, и вгоняютъ подъ матку балки такъ, чтобы лежала на нихъ неподвижно. Черезъ верхнюю часть винта проходитъ рычагъ, которымъ и приводятъ его въ движеніе; тогда винтъ поднимается изъ матки, возвышаетъ постепенно лежащій на нихъ грузъ, и удерживаетъ его.

Фиг. 44.



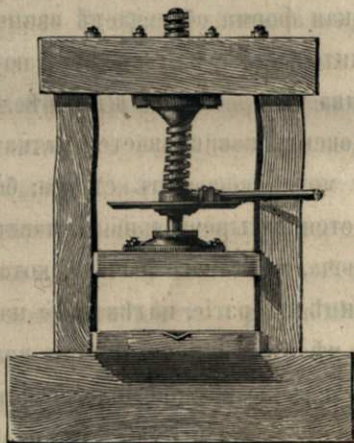
живаемый треніемъ можетъ поддерживать его нѣкоторое время.

б. Винтовой прессъ. Вообще, при употребленіи винта или матка его утверждается неподвижно, а винтъ повышается или опускается, или самый винтъ укрѣпляется, а матка движется взадъ и впередъ; такимъ-образомъ, существуютъ винтовые presses съ подвижнымъ винтомъ или подвижною маткою.

Винтовой
прессъ.

Типографическій станокъ состоитъ изъ поперечнаго бруска, утвержденного на подставкахъ, который и служитъ маткою; винтъ вращается посредствомъ рычага и такимъ-образомъ можетъ двигаться вверхъ и внизъ; внизу давить онъ на по-

фиг. 445,



движную доску и прижимаетъ бумагу къ положеннымъ подъ ней буквамъ. Въ прессѣ, употребляемомъ на бумажныхъ фабрикахъ, подъ подвижною доскою лежитъ бумажная масса, изъ которой такимъ-образомъ выжимаютъ воду. Въ винтовыхъ прессахъ, подвижная доска давить на виноградъ, положенный въ ящикъ, который внизу имѣетъ отверстія.

Винтовые presses съ подвижною маткою употребляются для прессованія книгъ и игорныхъ картъ; на одной доскѣ вертикально поставлены два винта, сверху на нихъ подвигается надвижная доска и на каждый изъ нихъ навинчивается гайка, причемъ подвижная доска

давить на положенную подъ ней книгу или колоду картъ.

Крѣпитель-
ный винтъ.

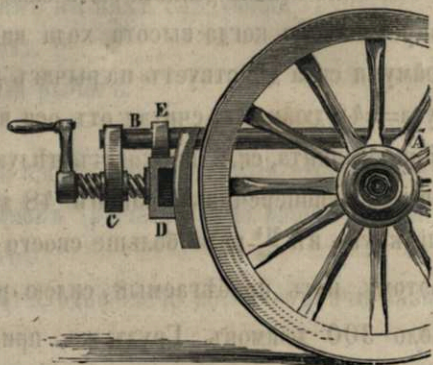
с. Крѣпительный винтъ. Употребленный, какъ средство укрѣпленія, винтъ дѣйствуетъ лучше клина, и можетъ быть вывинченъ снова, если это будетъ нужно. Обыкновенные винты, употребляемые напр. для привинчиванія дверныхъ замковъ, дѣлаются изъ металла и сами образуютъ себѣ матку въ деревѣ; шляпка ихъ кругла и имѣетъ по срединѣ своей вырѣзъ, въ который и вставляется отвертка; треніемъ удерживается винтъ на мѣстѣ. Подобные же винты находимъ мы въ каждомъ часахъ; въ каждомъ ружьѣ и почти во всѣхъ инструментахъ. Штопоръ есть клинообразный винтъ; такая форма облегчаетъ ввинчиваніе его въ пробку, а винтовые нарѣзы увеличиваютъ треніе, которое удерживаетъ пробку на штопорѣ. На экипажныя оси обыкновенно навинчивается матка или гайка, чтобы колесо не могло соскочить съ оси; болѣею частію она дѣлается четырехугольной и навинчивается посредствомъ ключа, желѣзнаго рычага, который имѣетъ на одномъ концѣ отверзтіе, надѣваемое на гайку; она удерживается на мѣстѣ треніемъ, и при вращеніи колеса навинчивается еще крѣпче. Винтъ употребляется еще и въ томъ случаѣ, когда мы желаемъ пользоваться не только треніемъ стержня его о гайку, но и произвести сильное давленіе, и тѣмъ причинить, по опыту 34, *а*, значительное треніе о какой-либо другой предметъ. Съ этою цѣлью слесарь употребляетъ тиски, сжимая въ нихъ, посредствомъ винта, металлическія вещи, и подобнымъ же образомъ столяръ утверждаетъ свои доски для струганія.

Для экипажныхъ тормозовъ, въ гористыхъ странахъ,

употребляется также нажимательный винтъ съ подвижнымъ стержнемъ. Передъ заднимъ колесомъ прикрѣпляется къ повоз-

фиг. 45, b.

кѣ брусокъ АВ, и на концѣ его утверждается отвѣсно малый брусокъ F C, въ которомъ находится матка для горизонтальна-



го винта. Винтъ снабженъ рукояткой; другой же конецъ, обращенный къ колесу, нажимаетъ на тормозъ D, прикрѣпленный къ желѣзному кольцу E, которое двигается по A B; самый же тормозъ дѣлается изъ желѣза и имѣетъ одинаковый изгибъ съ колесомъ. Нажиманіемъ винта останавливается колесо при спускѣ съ горы, и такимъ-образомъ уничтожается опасность слишкомъ большаго увеличенія скорости движенія повозки.

42. Дѣйствіе винта. Такъ-какъ винтъ есть наклонная плоскость, то по опыту 30, къ нему также можетъ быть приложено золотое правило, и онъ потребуетъ тѣмъ менѣй силы, чѣмъ болѣе долженъ быть путь ея или чѣмъ менѣе путь сопротивленія. При одномъ оборотѣ подъемнаго винта, грузъ поднимается на высоту одного хода; такимъ-образомъ, если грузъ долженъ быть поднятъ не такъ высоко, и слѣдовательно винтовые ходы не велики, то потребуетъ менѣе силы. Далѣе, если сила проходить большій путь, т.-е. если длиннѣе плечо

Сила и сопротивленіе винта.

рычага, которымъ вращается винтъ, то этимъ также будетъ выиграна часть силы.

Какъ же велика должна быть сила въ отношеніи къ сопротивленію, когда высота хода винта равна одному дюйму, и сила дѣйствуетъ на рычагъ длиною въ четыре фута=48 дюймамъ, считая отъ оси винта? При одномъ оборотѣ винта, сила проходитъ цѣлую окружность, которой полуоперечникъ равенъ 48 дюймамъ. Но каждый кругъ въ $\frac{314}{50}$ раза больше своего полуоперечника; поэтому, путь пробѣгаемый силою равенъ $\frac{314}{50} \times 48$, около 300 дюймовъ. Грузъ же, при одномъ оборотѣ винта, будетъ поднять только на высоту одного дюйма; такимъ-образомъ сила пробѣгаетъ въ 300 разъ большій путь; слѣдовательно, она должна составлять только трехсотую часть груза. Но при употребленіи винта, происходитъ весьма значительное треніе, которое поглощаетъ $\frac{3}{4}$ произведенной работы, и только $\frac{1}{4}$ часть ея дѣйствуетъ на грузъ; поэтому сила должна быть въ 4 раза больше, въ нашемъ примѣрѣ $\frac{4}{300} = \frac{1}{75}$ груза.

Потеря
работы.

Группа
наклонныхъ
плоскостей.

43. Обзорѣніе группы наклонныхъ плоскостей. Вторая группа простыхъ машинъ основывается на законѣ наклонной плоскости, и образуетъ группу наклонныхъ плоскостей. Тогда какъ самая наклонная плоскость утверждается неподвижно, клинъ представляетъ подвижную, и винтъ — витую наклонную плоскость. Во всѣхъ этихъ машинахъ, потребна тѣмъ меньшая сила въ сравненіи съ грузомъ, тѣмъ менѣе путь его, т.е. высота наклонной плоскости, задняя сторона клина или высота хода винта, въ отношеніи къ пути пробѣгаемому силой. Притомъ машинамъ этимъ свойственно значительное сопротивленіе, которое требуетъ большую часть

силы для преодоленія его, и тѣмъ уменьшаетъ ея дѣйствіе, болѣе чѣмъ на половину. Обозрѣвая же простыя машины мы находимъ въ нихъ слѣдующія группы:

I. Группа рычаговъ.

1) Обыкновенный рычагъ.

2) Блокъ.

a) Неподвижный блокъ (равноплечный рычагъ).

b) Подвижной блокъ (рычагъ, одно плечо котораго вдвое болѣе другаго).

3) Воротъ (рычагъ, одно плечо котораго значительно длиннѣе другаго).

II. Группа наклонныхъ плоскостей.

1) Неподвижная наклонная плоскость.

2) Клинь (подвижная наклонная плоскость).

3) Винтъ (подвижная витая наклонная плоскость).

Обозрѣніе
простыхъ
машинъ.

ПРИВОДЫ.

Цѣль употреб-
ленія машинъ.

44. Цѣль употребленія машинъ. Рабочіе и ремесленники употребляютъ особыя орудія или инструменты, для выполненія такихъ работъ, которыя не могутъ быть произведены непосредственно рукою человѣка. Сила руки приводитъ въ движеніе орудіе, а послѣднее уже производитъ механическую работу. Поэтому, подъ инструментами или орудіями должно разумѣть такіе снаряды, которые служатъ для произведенія механическихъ работъ, рукою человѣка. Работа, предпринимаемая съ помощью орудія для обработанія матеріаловъ, превращаетъ ихъ въ товаръ, который продается, или въ такіе предметы, которыми вознаграждается самая работа.

Такимъ же образомъ и другія силы, находящіяся у насъ подъ рукою, съ помощью машинъ могутъ быть приведены въ состояніе производить механическую работу, которая обыкновенно промѣнивается на извѣстную плату. Сила тяжести, увлекающая внизъ потокъ воды; сила водянаго пара, въ которомъ теплота измѣнила состояніе воды; сила лошади—преобразовываются такимъ-образомъ, что размалываютъ хлѣбъ, прядутъ бумагу, пилятъ доски. Итакъ, машина даетъ возможность силѣ производить извѣстнаго рода механическую работу.

Главныя части
сложной ма-
шины.

45. Главныя части сложной машины. Сложныя машины образуются сообразнымъ съ цѣлію сочетаніемъ про-

стныхъ машинъ. Послѣднія, по своему положенію и свойствамъ, имѣють троякое назначеніе, такъ, что каждая сложная машина распадается на три главныя части. Такъ, къ первой части машины непосредственно прилагается движущая сила, и приводитъ ее въ движеніе. Въ водяной мельницѣ сила воды дѣйствуетъ непосредственно на водяное колесо, и увлекаетъ его вмѣстѣ съ собою. Такимъ-образомъ эта часть машины назначается для принятія силы. Вторая же часть служитъ для непосредственнаго произведенія работы, что въ мельницѣ исполняетъ жерновъ, который размалываетъ зерна. Третья часть машины помѣщается между ними, и передаетъ движеніе отъ первой части ко второй; эта часть машины, состоящая въ мельницѣ изъ зубчатыхъ колесъ, носитъ названіе приводовъ.

46. Лошадиная сила, какъ мѣра дѣйствія большихъ машинъ. Дѣйствіе машинъ значительной силы, для измѣренія большихъ чиселъ, обыкновенно выражаютъ не въ пудофутахъ (опытъ 16), а въ лошадиныхъ силахъ, и это потому, что паровыя машины употреблены были сначала въ Англіи для приведенія въ движеніе насосовъ и мельницъ, на которыхъ прежде движущую силу составляли лошади. Фабриканты и горнозаводчики судили о работѣ, по числу необходимыхъ для исполненія ея лошадей, и требовали паровыхъ машинъ, которыя бы въ то же самое время производили совершенно такую же работу. Поэтому Уаттъ, которому паровыя машины обязаны ихъ нынѣшнимъ совершенствомъ, произвелъ обширные опыты, для опредѣленія работы лошади, и нашелъ, что лошадиная сила равна 15-ти пудофутамъ.

Лошадиная
сила.

Дѣйствіа
машинъ.

47. Правильное воззрѣніе на дѣйствіе машинъ. Весьма многіе ошибаются, думая, что совокупленіемъ рычаговъ, колесъ или другихъ простыхъ машинъ можно произвести работу, которая бы значительно превосходила первоначальное дѣйствіе силы. Они предполагаютъ весьма неосновательно, что если на одну часть большой машины дѣйствуетъ одна лошадиная сила, то та же самая машина, какою-либо другою своею частію, можетъ произвести дѣйствіе и двадцати лошадиныхъ силъ.

Въ каждой сложной машинѣ, дѣйствующія части суть простыя машины. Но никакая простая машина, какъ это было показано, не можетъ увеличить дѣйствіе силы; если простая машина должна произвести работу одной лошадиной силы, то дѣйствующая на нее сила должна по-крайней-мѣрѣ равняться одной лошадиной силѣ. Первая простая машина, къ которой прилагается самая сила, передаетъ это дѣйствіе одной лошадиной силы слѣдующей простой машинѣ. Последняя произведетъ такое же дѣйствіе, какое ей было передано, если только не произошло какой-либо потери работы, а потому и третья часть машины, если ей сообщено движеніе второю частію, не въ состояніи будетъ произвести работу, превышающую дѣйствіе одной лошадиной силы. Сверхъ-того, должно быть принято въ расчетъ еще треніе частей машины, преодоленіе котораго поглощаетъ значительную часть первоначальной работы силы. Клинь производитъ только $\frac{1}{5}$, винтъ $\frac{1}{4}$ и даже тщательно устроенный полиспасть едва $\frac{5}{6}$ той работы, которую употребила для нихъ дѣйствующая сила. Кромѣ рычага, покоящагося на лезвѣ, и употребляемаго въ вѣсахъ, не существуетъ ни простой, ни сложной ма-

шины, которая, будучи приведена въ движеніе одною лошадиною силою, произвела бы снова такое же дѣйствіе. Бѣльшею же частію, весьма хорошими машинами считаются такія, которыя поглощаютъ $\frac{1}{5}$ или даже половину работы силы; и существуетъ не мало такихъ машинъ, которыя производятъ едва десятую или двадцатую часть того дѣйствія, которое передается имъ силою, и цѣлую лошадиную силу превращаютъ въ десятую или двадцатую часть ея.

Поэтому, никакая машина не можетъ увеличить дѣйствіе силы. Напротивъ, посредствомъ хорошей машины, на которую дѣйствуетъ сила 15-ти пудовъ, можно добыть едва половину этой работы, измѣненной сообразно обстоятельствамъ. Жертвуя частію силы, можно сообщить машинѣ быстрое движеніе, какъ то требуется въ нѣкоторыхъ случаяхъ; можно сдѣлать движеніе болѣе правильнымъ, такъ-что издѣлія будутъ гораздо совершеннѣе; или можно двигать большія тяжелыя массы, жертвуя при этомъ значительной частію скорости, и заставляя ихъ медленно проходить свой путь.

Изъ предъидущаго ясно, что старавшіеся найти такъ-называемое *perpetuum mobile*, желали чего-то невозможнаго. Они старались устроить машину, которая бы, однажды приведенная въ движеніе, сама собою сохранила бы его навсегда. Первая часть машины, получивъ толчокъ, должна была двигать вторую, эта слѣдующую и, наконецъ, послѣдняя должна была снова сообщить толчокъ первой. Работа, употребленная для приведенія въ движеніе первой части машины, значительно ослабленная треніемъ, достигала послѣдней, и отъ нея еще болѣе ослабленная передавалась первой.

Невозмож-
ность *perpe-*
tuum mobile.

Въ нѣсколько секундъ такое движеніе могло со-
общиться послѣдней части машины; но вскорѣ перво-
начальная сила должна была ослабѣть до такой сте-
пени, что она не могла болѣе преодолевать треніе,
и машина останавливалась. Никакое совокупленіе ча-
стей машины не можетъ вознаградить потери работы,
причиняемой треніемъ и другими препятствіями.

Троюкая цѣль
и приводовъ.

Самопрялка.

48. Троюкая цѣль приводовъ. Весьма распространенная
машина есть обыкновенная самопрялка. Какую же за-
дачу долженъ былъ рѣшить изобрѣтатель этой машины?
Рабочая часть ея, стержень съ насаженною на немъ
шпулюю, должна быть помѣщена на высотѣ удобной
для работы; дѣйствіе ея заключается въ скручиваніи
нити и навиваніи ея на шпулю, а этого можно достиг-
нуть только вращательнымъ движеніемъ съ извѣст-
ною опредѣленною скоростью. Далѣе, какъ руки ра-
ботающаго заняты другимъ дѣломъ, то машина должна
быть приводима въ движеніе силою ноги, которая бы
черезъ небольшіе промежутки времени медленно дви-
галась внизъ; къ такому движенію способенъ одно-
плечный рычагъ, подножка, которая и нажимается
внизъ поставленною на нее ногою. Сверхъ того, какъ
рабочая часть машины требуетъ только небольшой силы,
то должно увеличить скорость движенія ея на счетъ силы.
Такимъ-образомъ, та часть самопрялки, къ которой при-
лагается сила, имѣетъ качательное движеніе вверхъ и
внизъ, а рабочая часть должна между-тѣмъ получить
вращательное движеніе; поэтому здѣсь необходимъ при-
водъ для преобразованія качательнаго движенія въ
вращательное; эту задачу рѣшаетъ идущій вверхъ бру-
сочикъ, который вращаетъ рукоятку и вмѣстѣ съ тѣмъ

передаетъ движеніе на извѣстную высоту. Но рукоятка не можетъ быть утверждена на самомъ стержнѣ, потому-что движеніе ея, во-первыхъ, слишкомъ медленно, а во-вторыхъ, весьма неправильно, потому-что нога нажимаетъ рычагъ только внизъ, и не движетъ его снова вверхъ; она работаетъ не непрерывно, а только въ продолженіи половины промежутка времени. По этому, рукоятку заставляютъ дѣйствовать на колесо опредѣленнаго вѣса, которое, будучи однажды приведено въ движеніе, правильнымъ образомъ поддерживаетъ его нѣкоторое время. Регулированное такимъ-образомъ движеніе должно быть еще передано рабочей части машины, и именно такимъ-образомъ, чтобы послѣдняя получила значительно большую скорость; для этого служить безконечный шнуръ, передающій движеніе самому стержню; колесу при этомъ даются такіе размѣры, что въ то время когда оно обернется одинъ разъ, стержень сдѣлаетъ нѣсколько полныхъ оборотовъ. Итакъ, приводы по своей троякой цѣли распадаются на три группы:

А. Машины для передачи движенія.

В. Машины для преобразованія качательнаго движенія въ вращательное, и на оборотъ.

С. Машины для регулированія движенія.

А. Машины для передачи движенія.

Первая группа
приводовъ.

1. Безконечный шнуръ.

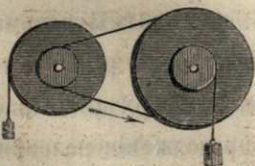
49. Безконечный шнуръ. Чтобы передать движеніе отъ одного вращающагося вала другому, удаленному отъ перваго на нѣсколько футовъ, на обоихъ валахъ

Безконечный
шнуръ.

утверждаются подобныя блокамъ колеса, которыя и огибаетъ безконечный шнуръ. Такъ называется ремень или цѣпь, оба конца ко-

фиг. 46.

торой скрѣплены между собою. Натянутый шнуръ приводится въ движеніе треніемъ колеса, и вращаетъ второе колесо вмѣстѣ съ его валомъ — также вслѣдствіе происходящаго здѣсь тренія.



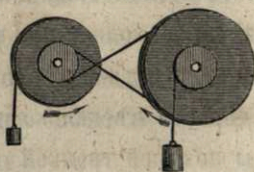
Если оба вала должны вращаться въ одномъ и томъ же направленіи, то шнуръ проводится отъ верхняго края одного колеса къ верхнему краю другаго, и обогнувъ его, возвращается къ нижнему краю перваго колеса.

Перекрещивающийся шнуръ.

Если же, напротивъ, оба вала должны вращаться въ противоположныхъ направлені-

фиг. 47.

яхъ, т.-е. второе влѣво, тогда какъ первое вправо, то употребляется *перекрещивающийся шнуръ*, который отъ нижняго края одного колеса идетъ къ верхнему краю другаго.



Число оборотовъ.

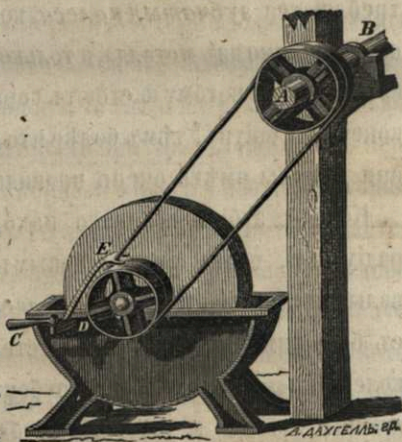
Если діаметры обоихъ колесъ равны между собою, то колеса совершаютъ одинаковое число оборотовъ въ одно и то же время. Чтобы сообщить большую скорость вращенія тому валу, который ближе къ рабочей машинѣ, его снабжаютъ меньшимъ колесомъ; для того чтобы послѣднее оборотилось два раза въ то время, какъ большее совершить одинъ оборотъ, поперечникъ его дѣлаютъ въ два раза больше поперечника меньшаго колеса. Окружность большаго колеса будетъ тогда точно вдвое больше. Положимъ, на примѣръ, что оно имѣетъ 24 дюйма въ окружности, то при одномъ

полуоборотъ его, каждая точка шнура пройдетъ только 12 дюймовъ; точки шнура, прилегающія къ окружности мѣншаго колеса, заставляютъ каждую точку его пробѣгать такой же путь; но этотъ кругообразный путь въ 12 дюймовъ равенъ цѣлой окружности малаго колеса. По этому, оно оборачивается одинъ разъ въ то время, какъ бѣльшее колесо совершаетъ только половину оборота, и слѣдовательно оно дѣлаетъ двойное число оборотовъ. Самопрялки, прядильныя машины и точильные станки представляютъ многообразное употребленіе безконечнаго шнура или цѣпи.

На фигурѣ 47-й *b*, представлено одно изъ многочисленныхъ примѣненій безконечнаго шнура. Верхній валъ *AB* получаетъ

фиг. 47 *b*.

движеніе отъ той части машины, къ которой приложена сила, и вращаетъ малое колесо, черезъ центръ котораго *A* онъ проходитъ. Шнуръ передаетъ движеніе этого колеса нижнему колесу *D*, подлѣ котораго на той же оси на-



ходится совершенно равное ему колесо *E* и точильный камень, который и долженъ быть приведенъ въ вращательное движеніе. Колесо *D* насажено свободно, и можетъ свободно вращаться, не сообщая валу движенія; если посредствомъ рычага *C*, шнуръ будетъ на-двинутъ на колесо *D*, то точильный камень останется

въ покоѣ. Чтобы заставить его вращаться, движеніемъ рычага *B* шнуръ надвигается на колесо *D*, которое утверждено на общемъ валу, и вмѣстѣ съ нимъ вращаетъ точильный камень.

II. Зубчатые колеса.

Лобовые ко-
леса.

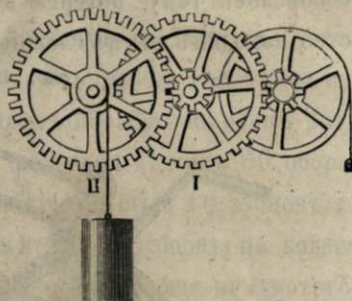
50. Лобовые колеса и шестерни. Второй приводъ для передачи движенія, подобно первому, состоитъ въ употребленіи колеса, насаженнаго на валъ. Если валъ долженъ передать свое движеніе другому, который за недостаткомъ мѣста расположенъ очень близко, или если стоящій валъ долженъ получить движеніе, или если требуется значительнѣйшее движеніе, отъ лежащаго, то употребляются *зубчатые колеса*, которыя готовятся обыкновенно изъ металла, и только въ рѣдкихъ случаяхъ изъ дерева, а потому и стоятъ гораздо дороже, чѣмъ безконечный шнуръ, тѣмъ болѣе что для уменьшенія тренія они должны имѣть очень правильную форму.

Колесо, зубцы котораго находятся на продолженіи радіусовъ, называется лбовымъ колесомъ. Зубчатые валы или меньшія лбовые колеса, которыя сѣбяются съ большими, называются шестернями. Зубецъ одного колеса правильно толкаетъ зубецъ другаго, потомъ слѣдующій зубецъ захватываетъ ближайшій къ нему, и также двигаетъ его далѣе. Такъ-какъ зубцы сѣбяющихся колесъ должны быть одинаково велики, и самыя промежутки между ними равны, то число зубцовъ прямо зависитъ отъ окружности колеса; колесо съ двойнымъ числомъ зубцовъ имѣетъ также вдвое бѣльшую окружность и вдвое бѣльшій полуоперечникъ. Но такъ-какъ

скорость каждого колеса и сила, съ которою оно дѣйствуетъ, обусловливаются величиною его окружности, или полуперечника, то дѣйствіе зубчатыхъ колесъ зависитъ отъ числа зубцовъ.

Положимъ, что какая-либо система колесъ состоитъ изъ трехъ валовъ; пусть шестерня 1 праваго вала имѣетъ 10 зубцовъ, и сцепляется съ большимъ левымъ колесомъ I, средняго вала, на которомъ находится 30 зубцовъ; далѣе, допустимъ, что какая-либо сила вра-

фиг. 48 а.

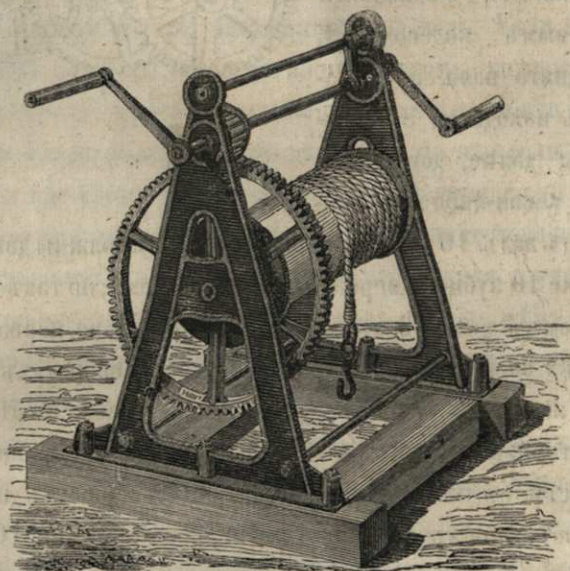


Число оборотовъ въ какой-либо системѣ колесъ.

щаетъ валъ. 10 зубцовъ первой шестерни должны двигать также 10 зубцовъ перваго большаго колеса; но такъ-какъ на немъ 3 раза 10 зубцовъ, то слѣдовательно, первое колесо I оборотится одинъ разъ при трехъ оборотахъ первой шестерни 1. Валъ перваго колеса снабженъ второю шестернею 2 также съ 10 зубцами, которая обращается вмѣстѣ съ нимъ, и слѣдовательно совершаетъ одинъ оборотъ при трехъ оборотахъ первой шестерни. 10 зубцовъ ея двигаютъ еще большее второе колесо II, которое находится на лѣвомъ валу и имѣетъ 40 зубцовъ. Это колесо обращается одинъ разъ при четырехъ оборотахъ своей шестерни; но эта шестерня, какъ уже было сказано, обращается одинъ разъ при трехъ оборотахъ первой шестерни; слѣдовательно, второе колесо совершаетъ одинъ оборотъ при $3 \times 4 = 12$ оборотахъ первой шестерни. Сила, дѣйствующая на первый валъ, проходитъ въ 12 разъ большій путь; и еслибы на него

намота была веревка, то сила для поднятія груза на одинъ футъ должна бы была развить 12 футовъ веревки; по этому, не принимая въ расчетъ потери отъ тренія, она подняла бы въ 12 разъ большій грузъ.

Легко устроить такую систему колесъ, посредствомъ которой можно поднимать значительные грузы съ сообразной тому потерей въ скорости. Такое устройство находимъ мы въ сложномъ воротѣ, фиг. 48 *b*. На

фиг. 48 *b*.

валѣ, обратному движенію котораго препятствуетъ крючокъ, входящій въ зубцы его, утверждено большое лобовое колесо, полуперечникъ котораго около пяти разъ больше полуперечника вала, и на которомъ въ 20 разъ больше зубцовъ, чѣмъ на меньшемъ лобовомъ колесѣ, которое вращается слѣва направо посредствомъ рукоятки. Выше, съ лѣвой стороны находится другая рукоятка, съ меньшимъ лобовымъ колесомъ, которое

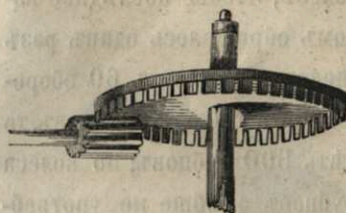
сѣпляется съ среднимъ, и требуетъ еще менѣе силы, нежели правая рукоятка.

Въ стѣнныхъ часахъ маятникъ и гири вращаютъ Система ко-
леса въ стѣн-
ныхъ часахъ. шестерню такъ, что она совершаетъ въ минуту полный оборотъ; минутная же стрѣлка и колесо, насаженное на одномъ валу съ нею, должны совершать полный оборотъ въ одинъ часъ или 60 минутъ. Итакъ здѣсь нужно рѣшить слѣдующую задачу: требуется устроить такую систему колеса, чтобы послѣднее колесо вмѣстѣ съ своимъ валомъ обращалось одинъ разъ въ то время, какъ первая шестерня дѣлаетъ 60 оборотовъ. Еслибы на первой шестернѣ было 10 зубцовъ, то колесо должно бы было имѣть 600 зубцовъ; но колеса съ нѣсколькими сотнями зубцовъ вообще не употребляются, и сверхъ того имѣли бы слишкомъ большіе размѣры. Отсюда видно, что здѣсь необходимо употребить нѣсколько колесъ и шестерней и самую задачу разложить на нѣсколько другихъ. Послѣднее колесо должно вращаться въ 60 разъ медленнѣе, чѣмъ первая шестерня; но 60 равно 15×4 или $7\frac{1}{2} \times 8$. Колесо, имѣющее въ $7\frac{1}{2}$ разъ болѣе зубцовъ, чѣмъ первая шестерня, будетъ вращаться въ $7\frac{1}{2}$ разъ медленнѣе ея; вторая шестерня должна вращать слѣдующее колесо еще въ 8 разъ медленнѣе, что будетъ достигнуто, если на колесѣ будетъ въ 8 разъ больше зубцовъ. Положимъ теперь, что первая шестерня имѣетъ 10 зубцовъ, то первое колесо будетъ имѣть $10 \times 7\frac{1}{2} = 75$ зубцовъ; если и вторая шестерня имѣетъ также 10 зубцовъ, что совершенно произвольно, то послѣднее колесо должно имѣть 80. Маятникъ и гиря вращаютъ тогда первую шестерню одинъ разъ въ минуту;

первое колесо имѣетъ въ $7\frac{1}{2}$ разъ болѣе зубцовъ, и слѣдовательно вмѣстѣ съ второю шестернею совершаетъ полный оборотъ въ $7\frac{1}{2}$ минутъ; второе же колесо имѣетъ въ 8 разъ большее число зубцовъ, чѣмъ его шестерня, и употребляетъ для полного оборота $8 \times 7\frac{1}{2} = 60$ минутъ или одну часть, что и требовалось.

Палечныя
колеса.

54. Палечныя и коническія колеса. Кромѣ измѣненія числа оборотовъ, при передачѣ движенія перѣд-
фиг. 49.

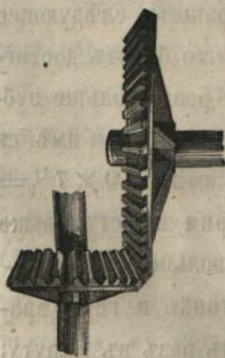


ко требуется, преобразовать горизонтальное вращательное движеніе въ вертикальное, т. е. движеніе лежащаго вала передать стоящему, или наоборотъ.

Для такого преобразованія направленія движенія, служатъ во-первыхъ, палечныя колеса, зубцы которыхъ располагаются перпендикулярно къ поверхности колеса и движутся одинаково съ осью вала. Такимъ-образомъ, зубцы или пальцы колеса, насаженного на вертикально стоящій валъ, сцѣпляются съ шестернею лежащаго вала.

Коническія
колеса.

фиг. 50 а.

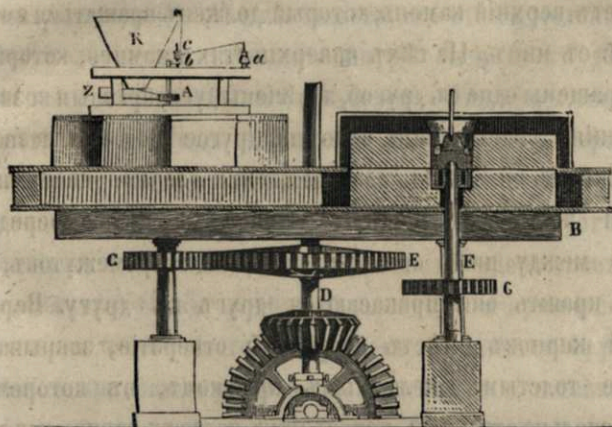


Еще чаще пользуются, въ настоящее время, съ тою же цѣлью, коническими колесами, зубцы которыхъ расположены наклонно къ оси вала. Два такія колеса сцѣпляются всегда одно съ другимъ. Онѣ значительно прочнѣе и имѣютъ то преимущество, что одинъ изъ валовъ можетъ лежать и наклонно къ другому.

Въ нашихъ мельницахъ, работа которыхъ состоитъ въ измелеченіи зеренъ, движеніе той части мельницы, къ которой прилагается сила, должно быть передано мельничному камню или жернову такимъ-образомъ,

Мукомольная
мельница.

фиг. 50 б.



чтобы онъ получилъ значительнѣйшую скорость вращения. Эта передача и измѣненіе движенія совершается системой зубчатыхъ колесъ. Валъ водяного колеса (§ 97) вращаетъ большое коническое колесо, которое передаетъ движеніе мѣньшему колесу, находящемуся на вертикальномъ валу *D*. Вращающееся вмѣстѣ съ этимъ валомъ большое лобовое колесо *E*, приводитъ въ движеніе два мельничныхъ постава, изъ которыхъ лѣвый представленъ на чертежѣ съ наружной стороны, а въ правомъ можно видѣть внутреннее устройство. На валахъ вращающихся жернова, насажены шестерни *C* и *G*, которыя могутъ быть установлены такимъ-образомъ, что будутъ сѣпляться съ среднимъ лобовымъ колесомъ *E*. На нашемъ чертежѣ, шестерня *G* опущена внизъ и не находится въ прикосновеніи съ среднимъ

лобовымъ колесомъ; а потому первый поставъ находится въ покоѣ. Напротивъ, лѣвый поставъ, въ которомъ шестерня *C* сѣплена съ лобовымъ колесомъ, находится въ движеніи. Валъ *F* проходитъ черезъ полъ *B* и черезъ нижній утвержденный на мѣстѣ жерновъ, и поддерживаетъ верхній камень, который долженъ вращаться вмѣстѣ съ нимъ. На тѣхъ поверхностяхъ камней, которыя обращены одна къ другой, изсѣчены дугообразныя возвышенія, дѣйствующія одно на другое подобно лезвею ножницъ и легко раздробляющія зерна; поверхности жернововъ обдѣлываются такъ, что посрединѣ между ними остается небольшой промежутокъ, а по краямъ они прикасаются другъ къ другу. Верхній жерновъ имѣетъ посрединѣ отверстіе, закрываемое толстымъ желѣзнымъ кружкомъ, въ которомъ нѣсколько отверстій, черезъ нихъ падаютъ зерна, и располагаясь тонкимъ слоемъ между обоими жерновами, измельчаются въ отруби и муку. Достигнувъ края камня, мука вмѣстѣ съ отрубями падаетъ въ замкнутое кругомъ пространство и изъ него чрезъ отверстіе высыпается на сито. Сито служитъ для отдѣленія муки отъ отрубей, и представляетъ мѣшокъ изъ волосяной матеріи, черезъ отверстія которой просѣвается мука при сотрясеніи мѣшка. Сотрясеніе же производится такимъ образомъ, что валъ *D* посредствомъ безконечнаго шнура передаетъ свое движеніе другому валу, который посредствомъ кривошипа и мотыля (§ 52) сообщаетъ качательное движеніе ситѣ.

Зерна падаютъ въ отверстіе верхняго жернова изъ ящика *K*, имѣющаго видъ воронки, нижнее отверстіе котораго замыкается наклонно установленной короб-

кой *Z*. Валъ жернова продолженъ вверхъ и снабженъ нѣсколькими брусочками *A*; при вращеніи, они толкаютъ послѣдовательно одинъ за другимъ нижнюю коробку, и заставляютъ зерна медленно высыпаться въ отверстіе жернова. Когда ящикъ *K* начинаетъ пустѣть, колокольчикъ (§ 344) извѣщаетъ объ этомъ мельника. Отъ колокольчика *d* идетъ шнуръ сначала къ деревянному гвоздю *c* и потомъ черезъ блокъ въ ящикъ *K*; къ концу шнура привязанъ легкій кусокъ дерева, который мельникъ укладываетъ между зеренъ при всыпаніи ихъ. Когда же ящикъ начинаетъ пустѣть, то кусокъ дерева ничѣмъ болѣе не удерживается; деревянный гвоздь *c* опускается внизъ и принимаетъ такое положеніе, что утвержденный на валу брусочикъ *b* при каждомъ оборотѣ толкаетъ его, и такимъ образомъ дергаетъ колокольчикъ.

В. Машины, служащія для преобразованія вращательнаго движенія въ качательное, и на оборотъ. Вторая группа приводовъ.

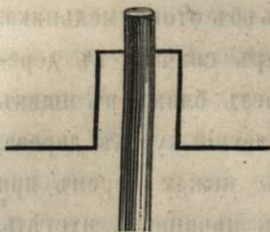
И. Кривошипъ и шатунъ.

52. Кривошипъ и его употребленіе. Изъ большаго числа машинъ, служащихъ для преобразованія вращательнаго движенія въ качательное, чаще другихъ употребляются кривошипъ и шатунъ или мотыль. Преобразованіе движенія посредствомъ кривошипа.

Опытъ. Берется небольшая палочка (или перо), и у одного конца прокалывается иглой; въ от-

верзтіе продѣвается проволока, напр., распрямленная шпилька. Отверстіе палочки должно быть достаточно широко, такъ чтобы проволока могла вращаться въ немъ безъ замѣтнаго тренія. Потомъ шпилька сгибается,

фиг. 51.



какъ показано на чертежѣ. Если свободно удерживать оба конца ея двумя пальцами одной руки, а другою взять конецъ палочки, и двигать ее взадъ и впередъ, то проволока будетъ приведена такимъ образомъ въ вращательное движеніе. Палочка, передающая сообщенное ей качательное движеніе проволоку, въ большихъ размѣрахъ называется шатуномъ или мотылемъ. Въ согнутой же проволоку, по опыту 27 с, легко узнать двойную рукоятку, ручка которой обхватывается шатуномъ; она носитъ названіе кривошипа или рукоятки двойнаго дѣйствія, и вращаетъ валъ, который по обѣимъ сторонамъ можетъ приводить въ движеніе другія части машины; если весь валъ лежитъ по одну сторону кривошипа, то онъ имѣетъ устройство простой рукоятки.

Употребленіе
кривошипа.

Подобно тому, какъ въ обыкновенной самопрямкѣ нога, опирающаяся на подножку, качаетъ вверхъ и внизъ шатунъ, ведущій къ желѣзному кривошину, и тѣмъ приводитъ колесо въ вращательное движеніе, такимъ же образомъ производится преобразование движенія въ токарныхъ и точильныхъ станкахъ. Въ паровыхъ машинахъ, сила пара производитъ качательное движеніе вверхъ и внизъ, которое подобнымъ же образомъ,

преобразовывается въ вращательное движеніе посредствомъ шатуна и кривошипа.

На оборотъ, та части машины, на которую непосредственно дѣйствуетъ сила, какъ напр. всѣ водяныя колеса, можетъ имѣть вращательное движеніе, тогда какъ рабочая часть должна имѣть качательное. Въ такомъ случаѣ, на валу утверждается кривошипъ, который и производитъ качательное движеніе шатуна и движимой имъ рабочей части машины. Такимъ-образомъ, въ пильныхъ мельницахъ посредствомъ кривошипа и шатуна получаетъ движеніе вверхъ и внизъ пила, распиливающая бревна. Подобнымъ же образомъ примѣняется кривошипъ и шатунъ на бумажныхъ фабрикахъ, при вытягиваніи проволоки, шлифованіи зеркалъ и въ прядильныхъ машинахъ.

II. Палечный валь.

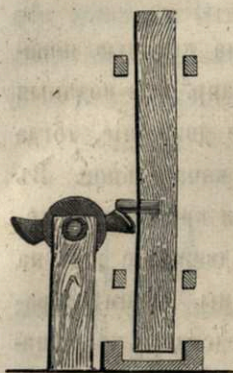
53. При поднятіи пестовъ и молотовъ, для произведенія требуемаго здѣсь качательнаго движенія вверхъ и внизъ, не употребляется кривошипъ, а устрояются валы, снабженные толстыми зубцами. Последніе по виду своему похожи на обращенный большой палецъ руки и называются пальцами или клиньями. Снабженные ими валы носятъ названіе палечныхъ валовъ, и могутъ быть приведены въ движеніе водяными колесами.

Палечный
валь.

Толчеи. Въ толчеяхъ поднимаются отвѣсно стоящіе брусья, *песты*, снабженные внизу толстыми клиньями, пальцами. Они удерживаются въ вертикальномъ

Толчеи.

фиг. 52.

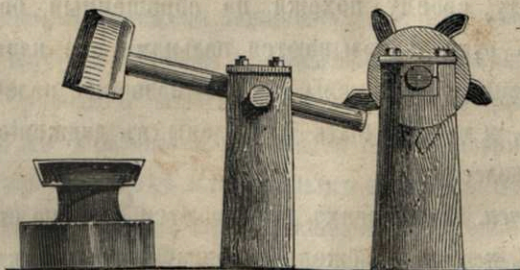


положеніи посредствомъ горизонтальныхъ брусковъ, которые обхватываютъ песты со всѣхъ сторонъ, но позволяютъ имъ свободно двигаться вверхъ и внизъ. Пальцы вала подхватываютъ снизу клинья песта и поднимаютъ его вверхъ; когда же палецъ вала оставляетъ клинь, то пестъ по причинѣ своей тяжести падаетъ внизъ въ ступу, углубленіе, выдолбленное въ толстомъ обрубкѣ. Такимъ-образомъ размельчается руда на горныхъ заводахъ; въ маслобойняхъ песты толкутъ сѣмя и приготавливаютъ его для прессованія; въ пороховыхъ мельницахъ, они измельчаютъ вещества нужныя для приготовления пороха.

Устройство и
употребленіе
молота.

54. Устройство и употребленіе молота. На желѣзныхъ и мѣдныхъ заводахъ, палечные валы поднимаютъ большіе молоты, которые часто вѣсятъ болѣе трехъ пудовъ и утверждаются на толстыхъ и длинныхъ рукояткахъ. Рукоятка вращается около горизонтальной оси и представляетъ двуплечный рычагъ, короткое

фиг. 53.



плечо котораго нажимается пальцемъ вала. Поэтому

самый молотъ проходитъ большой путь, и съ большой высоты падаетъ на наковальню. Въ маслобойняхъ, для вбиванія клинѣвъ пресси также употребляются иногда тяжелые молоты; бѣльшею же частію они замѣняются здѣсь пестами, имѣющими значительный вѣсъ.

Въ металлоплавильняхъ, пальцы вала нажимаютъ сверху большіе мѣха, которые посредствомъ гирь и рычаговъ снова поднимаются вверхъ. Въ часахъ и табакеркахъ съ музыкой также находимъ мы палечные валы, шпильки которыхъ приводятъ въ движеніе пружины, издающія различные тоны.

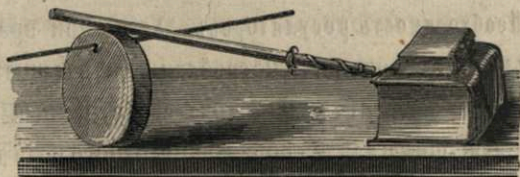
III. Эксцентрики.

55. Круглые эксцентрики.

Круглые эксцентрики.

Опытъ. Близъ края плоской поверхности не слишкомъ малаго бумажнаго цилиндра продѣвается вязаль-

фиг. 54.



ная спица; она представляетъ ось, около которой цилиндръ можетъ свободно вращаться. Далѣе, берется палочка или линейка, къ одному концу ея привязывается шнурокъ и свободный конецъ его удерживается между деревянными брусками или книгами. Палочка представитъ тогда одноплечный рычагъ, конецъ шнурка—точку его опоры, точно такъ, какъ подножка самопрям-

ки. Наконецъ, свободный конецъ палочки кладется на ребро цилиндра, и вращается рукою около оси. Палочка будетъ двигаться вверхъ и внизъ. Такъ какъ ось проходить близъ края, то при вращеніи цилиндра надъ осью будетъ находиться то меньшая, то большая часть его, что и произведетъ паденіе и повышеніе рычага.

Сердцевидные
эксцентрики.

Колесо, ось вращенія котораго не проходитъ черезъ центръ, называется эксцентрикомъ. Большую частію они бываютъ круглые, но часто имѣютъ также форму сердца. Круглые эксцентрики употребляются въ паровыхъ, сердцевидные—въ прядильныхъ машинахъ, гдѣ они двигаютъ взадъ и впередъ шпули такъ, чтобы нить навивалась равномерно (§ 384 e).

Третья груп-
па приводовъ.

С. Машины для регулированія движенія (регуляторы).

Мертвая точ-
ка при дви-
женіи криво-
шипа.

56. Необходимость регуляторовъ. Уже при вращеніи маленькаго кривошипа, употребленнаго въ опытѣ 52, можно было замѣтить недостатокъ свойственный машинамъ, служащимъ для преобразованія одного рода движенія въ другое. Если приложить силу къ верхней части шатуна, и дать кривошину самое высокое положеніе, перпендикулярно къ центру его круговаго движенія; то въ это мгновеніе шатунъ вовсе не можетъ двигать кривошипъ далѣе по его пути, но только поднимаетъ его и тѣмъ увеличиваетъ треніе оси. Въ этой точкѣ I сила бездѣйственна, мертва, а потому это есть мертвая точка въ круговомъ пути. Далѣе, если кривошипъ продол-

жасть вращаться направо, то дѣйствіе шатуна возрастаетъ впродолженіи этого времени, пока кривошипъ не приметъ средняго горизонтальнаго положенія. Потомъ дѣйствіе снова уменьшается, и когда кривошипъ достигнетъ самаго низкаго положенія своего, въ точкѣ



II, отвѣсно подъ центромъ круга, тогда онъ будетъ находится во второй мертвой точкѣ своего пути, въ которой сила не можетъ вращать его, но только надавливаетъ внизъ. Послѣ того, дѣйствіе шатуна снова возрастаетъ до средняго горизонтальнаго положенія кривошипа и вторично уменьшается, пока онъ не достигнетъ первой мертвой точки. Отсюда слѣдуетъ, что въ двухъ точкахъ пробѣгаемаго пути, сила не можетъ сообщить никакого движенія кривошпиу и движимой имъ части машины; въ другихъ же точкахъ пути дѣйствіе силы значительно перемѣняется, и движеніе становится то быстрымъ, то медленнымъ. Столь неправильное движеніе, доставляемое машиною, имѣющею многія преимущества въ другихъ отношеніяхъ, вовсе не можетъ быть употреблено для движенія рабочей части машины, и прежде должно быть сдѣлано правильнымъ или регулировано посредствомъ особаго привода.

Палечный валъ вращается довольно медленно въ то время, какъ онъ поднимаетъ молотъ; когда же молотъ поднять уже довольно высоко, то валъ не имѣетъ болѣе работы, и съ этого мгновенія начинаетъ двигаться быстро, пока онъ снова не захватитъ молота; при этомъ движеніе его будетъ мгновенно задержано, и вся ма-

Неправильное
движеніе па-
лечнаго вала.

шина получить толчокъ, а отъ этого она скоро придетъ въ негодность. Сверхъ-того, здѣсь бесполезно пропадаетъ сила во все продолженіе времени отъ паденія до поднятія молота.

Неправильное
движеніе ча-
сти машины,
къ которой
прилагается
сила.

Наконецъ, не только вторая группа приводовъ, но и та часть машины, къ которой непосредственно прилагается сила, уже имѣетъ неправильное движеніе, потому-что дѣйствіе всѣхъ силъ, которыми мы пользуемся, перемѣняется болѣе или менѣе и никогда не бываетъ постояннымъ. Ни дѣйствіе воды или вѣтра, ни дѣйствіе пара, ни движеніе гири или пружины въ часахъ, не остаются всегда равномерными, между-тѣмъ какъ движеніе каждой машины должно быть по возможности равномерно.

І. Маховое колесо.

57. Въ странахъ, гдѣ для движенія машинъ пользуются ручьями, изобилующими водою во время таянія снѣга и проливныхъ дождей и совершенно пересыхающими во время засухи, устроиваются обыкновенно пруды, для сбиранія воды; пользуются ими, какъ магазинами, въ которыхъ складываются запасы во время половодья, чтобы не терпѣть недостатка въ послѣдствіи. Подобнымъ же образомъ можетъ быть собрана и запасена въ большомъ количествѣ механическая работа. Ее можно сравнить тогда съ значительнымъ капиталомъ, который скопленъ былъ мало-по-малу, и который можетъ быть израсходованъ двоякимъ образомъ; или разомъ употребляется вся сумма, и тѣмъ достигается какой-нибудь значительный результатъ

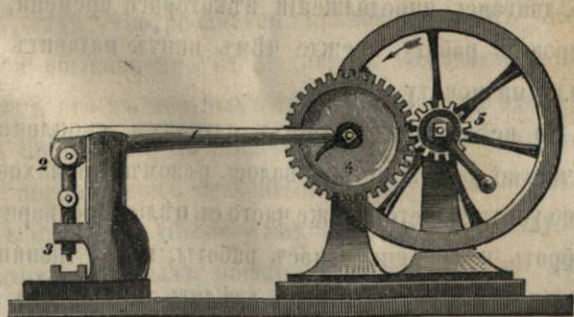
или ею можно пользоваться какъ вспомогательнымъ средствомъ въ несчастные дни, вынимая по немногу, сколько того требуетъ необходимость при недостаткѣ работы.

Такимъ-образомъ мальчики, бросая пращею камень, описываютъ ею однажды кругъ, для чего и употребляютъ известную работу; при новомъ оборотѣ, камень, сохраняющій по закону инерціи пріобрѣтенную имъ прежде скорость, получить новое приращеніе скорости и такъ далѣе; собранная такимъ-образомъ работа разомъ подѣйствуетъ на камень, и когда онъ станетъ свободнымъ, то можетъ произвести значительное дѣйствіе.

Если большое желѣзное кольцо, или ободъ значительнаго вѣса утвердить на полу посредствомъ толстыхъ спицъ такъ, чтобы ось вала проходила черезъ центръ его, то этимъ пріобрѣтется средство скопить работу. Нѣсколькими оборотами этого колеса собирается значительное количество механической работы, которое потомъ можетъ быть употреблено по произволу. Такимъ скопленіемъ работы, съ цѣлію разомъ израсходовать ее, пользуются на фабрикахъ паровыхъ машинъ для пробиванія отверстій въ толстыхъ желѣзныхъ до-

Маховое колесо, какъ магазинъ механической работы.

фиг. 56.



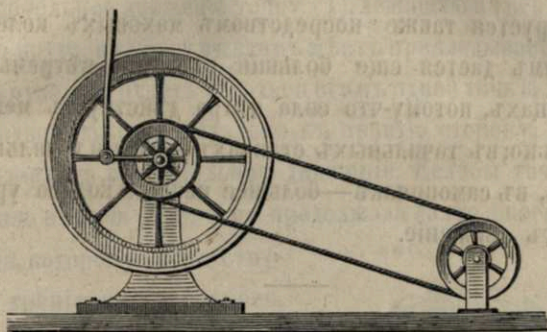
скахъ, изъ которыхъ приготовляются паровые котлы. Въ устроенной для того машинѣ, требуемая работа производится двуплечимъ желѣзнымъ рычагомъ (1), который посредствомъ толстаго колѣна (2) гонитъ штампъ (3) въ находящееся подъ нимъ отверстіе; надъ этимъ отверстіемъ и кладется пробиваемый листъ. Правое плечо рычага, на которое дѣйствуетъ сила, въ 16 разъ длиннѣе лѣваго. Оно приводится въ движеніе пальцемъ (4) вала, лобовое колесо котораго имѣетъ 60 зубцовъ. Колесо сдѣпляется съ шестернею (5), имѣющею напр. 10 зубцовъ; вмѣстѣ съ этою шестернею вращается большое маховое колесо, для чего и служить рукоятка. Два работника вертятъ машину. Устройство же ея таково, что шестерня и маховое колесо дѣлаютъ 6 оборотовъ, прежде чѣмъ палецъ захватитъ рычагъ. Въ это время работники расходуютъ свои силы только на вращеніе маховаго колеса; при каждомъ оборотѣ они сообщаютъ ему новое количество работы. Собранный такимъ — образомъ работа употребляется разомъ, чтобы надавить штампъ. Рабочая часть машины, посредствомъ которой чеканятъ монету, представляетъ винтъ; черезъ головку его проходитъ длинный рычагъ, на концахъ котораго находятся тяжелые шары; опито, двигаясь въ продолженіи нѣкотораго времени, и собираютъ работу, прежде чѣмъ винтъ надавитъ штемпель на монету.

Маховое колесо, какъ регуляторъ.

Во всѣхъ предъидущихъ случаяхъ, скопленное количество работы истрачивалось разомъ, но маховое колесо употребляется также часто съ цѣлю предварительно собрать и сберечь запасъ работы, когда машина движется быстрѣе, а потомъ удѣлять изъ своего запаса

мало-по-малу тѣмъ частямъ машины, движеніе которыхъ замедляется. По причинѣ значительной тяжести маховаго колеса, движеніе его вала не можетъ быстро

фиг. 57



ускоряться; дѣйствительно, произведенное силою увеличеніе скорости распределяется по всей массѣ колеса, а при уменьшеніи скорости, эта значительная масса сохраняетъ еще нѣкоторое время прежнюю скорость движенія.

Поэтому, маховое колесо представляетъ отличное Кривошипъ и
маховое ко-
лесо. средство для уравниванія хода машины. Очевидно, что движеніе всей машины будетъ тѣмъ правильнѣе, чѣмъ болѣе вѣситъ маховое колесо; но большій вѣсъ его увеличиваетъ треніе оси или шиповъ вала, и можетъ возрасти до такой стѣпени, что одно маховое колесо будетъ поглощать половину всего дѣйствія машины.— Тамъ, гдѣ употребляется кривошипъ, онъ соединяется обыкновенно съ маховымъ колесомъ, которое движетъ его въ мертвыхъ точкахъ и вообще идетъ уже столь правильно, что движеніе его можетъ быть передано посредствомъ безконечнаго шнура рабочимъ частямъ машины. Поэтому маховое колесо находимъ мы во всѣхъ паровыхъ машинахъ, стоящихъ на мѣстѣ

тогда-какъ въ локомотивахъ устроиваются на одномъ и томъ же валу два различные кривошипа, такъ что одинъ изъ нихъ всегда помогаетъ другому двигаться въ своихъ мертвыхъ точкахъ; движеніе жернововъ регулируется также посредствомъ маховыхъ колесъ, которымъ дается еще большій вѣсъ на вѣтреныхъ мельницахъ, потому-что сила вѣтра дѣйствуетъ менѣе правильно; въ точильныхъ станкахъ—самый точильный камень, въ самопряткѣ—большее нижнее колесо уравниваютъ движеніе.

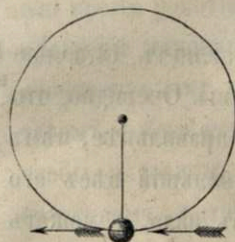
II. Центробѣжный регуляторъ.

58. Центральныя силы.

Центральныя
силы.

Опытъ. Шаръ или мячикъ привѣшивается отвѣсно на

фиг. 58.



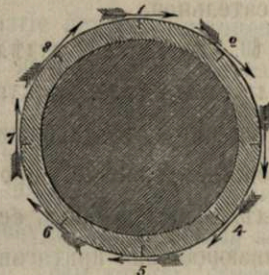
короткой нити; конецъ нити держится въ одной рукѣ, а другою шарiku дается сильный толчокъ въ горизонтальномъ направленіи; тогда онъ долженъ бы былъ двигаться далѣе въ горизонтальномъ направленіи, но этого не позволяетъ нить; она удерживаетъ его и

дѣйствуетъ подобно притягательной силѣ, находящейся въ точкѣ привѣса. Гонимый въ сторону горизонтальной силой и принуждаемый нитью измѣнять свое направленіе, шарикъ описываетъ кругъ около точки привѣса, какъ около центра. Итакъ круговое движеніе есть слѣдствіе двухъ силъ, называемыхъ центральными силами: первоначальнаго толчка со стороны и дѣйствующей изъ центра притягательной силы.

59. Первоначальная касательная сила.

Опытъ а. Сквозь середину картоннаго круга про- Первоначаль-
дѣвается вязальная спица, около которой онъ можетъ ная касатель-
вращаться, какъ около оси. Чтобы привести теперь въ ная сила.
вращательное движеніе точку (1), лежащую на верхнемъ
краю круга, къ кругу въ этомъ мѣстѣ прикладывается ла-
донь руки, она будетъ касаться его въ одной точкѣ, и если
ее подвинуть горизонтально въ правую сторону, то она
произведетъ вращательное движеніе. Еслибы точка (1)
пришла въ точку (2), и не продолжала далѣе своего дви-
женія, которому препятству-
етъ треніе круга объ ось,
то должно бы приложить ла-
донь руки къ этому мѣсту въ
наклонномъ направленіи, по-
казываемомъ второю стрѣл-
кою; которая касается кру-
га также только въ одной
точкѣ. Стрѣлка показываетъ направленіе движенія, со-
общеннаго этой точкѣ. Въ этой касающейся къ кругу
линіи, точка не можетъ оставаться, потому-что твер-
дость круга тотчасъ принуждаетъ ее оставить эту ли-
нію; она движется далѣе по закону инерціи, если толь-
ко этому не препятствуетъ треніе, но удерживающая
сила постоянно уклоняетъ ее и сообщаетъ направленія
3, 4, 5 и т. д. Поэтому, толкающая со стороны сила
должна дѣйствовать по линіи, касающейся круга въ
одной какой-либо точкѣ, и какъ такая линія назы-
вается касательною, то и самая сила носить назва-
ніе касательной силы.

фиг. 59.



Опытъ б. На нити, перекинутой черезъ блокъ въ-

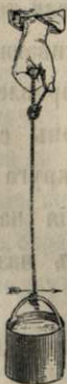
шается гиря или довольно большой ключъ. Если потянуть тогда за свободный конецъ нити, послѣдовательно въ отвѣсномъ, горизонтальномъ и въ различныхъ наклонныхъ направленіяхъ, то часть нити, находящаяся между рукою и блокомъ, всегда будетъ имѣть направленіе касательной силы; слѣдовательно, рука дѣйствуетъ какъ касательная сила въ томъ мѣстѣ блока, гдѣ его оставляетъ нить, и приводитъ его въ вращательное движеніе. Такимъ же образомъ вращается каждое колесо, если толкающая сила имѣетъ направленіе касательной.

Отдѣльно дѣйствующая касательная сила.

60. Проявленіе отдѣльно дѣйствующей касательной силы. Видя тѣло, движущееся по кругу, мы не съ разу догадаемся, что движеніе его не есть простое, но сложное движеніе, происходящее влѣдствіе двухъ силъ, а между-тѣмъ если одна изъ этихъ силъ, удерживающая или притягивающая центральная сила, перестанетъ дѣйствовать, то дѣйствіе другой, касательной силы, ясно обнаружится.

Опытъ а. Нить прикрѣпляется къ шару, и имъ описывается нѣсколько круговъ въ воздухѣ; затѣмъ нить опускается и тѣмъ прекращается дѣйствіе притягательной центральной силы. Шаръ пойдетъ тогда въ прямомъ направленіи, по направленію касательной къ круговому пути.

Фиг. 60.



Опытъ в. Край открытой коробки прокалывается въ трехъ мѣстахъ, и въ нихъ укрѣпляются три нити, которыя вверху связываются вмѣстѣ. Коробка наполняется пескомъ; нити скручиваются вмѣстѣ на сколько это возможно, пока она еще стоитъ на сто-

лѣ, потомъ коробка поднимается и нити еще болѣе закручиваются. При раскручиваніи нитей, коробка будетъ быстро вращаться, причемъ песчинки, гонимыя касательною силою и удерживаемыя только незначительнымъ треніемъ, устремятся изъ коробки или къ краямъ ея во все стороны, по направленію касательныхъ, такъ что въ срединѣ образуется замѣтное углубленіе.

Подобнымъ образомъ пращный камень, когда онъ болѣе не удерживается, измѣняетъ свой круговой путь въ прямолинейный, по направленію касательной. Хлѣбныя зерна, падающія въ отверстіе верхняго жернова, придвигаются къ краямъ его вслѣдствіе вращательнаго движенія, и наконецъ въ видѣ муки выбрасываются также по направленію касательныхъ. Водяныя частицы, приставшія къ точильному камню, нижняя часть котораго погружена въ сосудъ, наполненный водою, брызгами летятъ съ него, если камень быстро вращается; то же самое можно замѣтить въ песокъ и грязи, приставшей къ колесамъ экипажа.

61. Центробѣжная сила, какъ второй образъ дѣйствія касательной силы. Въ удерживаемомъ нитью шарѣ, которому данъ былъ толчокъ со стороны, вполнѣ обнаруживается касательная сила толчка, какъ-скоро отпустить нить. Шаръ летитъ въ сторону, по направленію касательной, и удаляется все болѣе-и-болѣе отъ центра своего пути. Итакъ, касательная сила стремится удалить движимое ею тѣло отъ центра его круговаго пути. Этотъ образъ дѣйствія касательной силы носитъ особое названіе центробѣжной силы, что вовсе не необходимо. Это не есть третья центральная сила, вообще она не есть даже сила самостоятельная, но только другой

Центробѣжная сила.

видъ дѣйствія касательной силы, подобно тому, какъ сила тяжести проявляется и паденіемъ тѣлъ и давленіемъ одного тѣла на другое.

Касательная сила стремится удалить прикрѣпленный къ нити шаръ отъ центра круговаго пути, во всѣхъ частяхъ его. Поэтому, несмотря на противо-дѣйствіе силы тяжести, шаръ натягиваетъ нить также и въ верхней части своего пути, стремясь удалиться какъ можно далѣе отъ центра. Подобныя-то явленія и называются проявленіемъ центробѣжной силы.

Опытъ а. Шаръ или мячикъ кладется въ пустую коробку, висѣющую на трехъ нитяхъ, которая уже была употреблена въ предыдущемъ опытѣ, она раскачивается такъ, чтобы описывала отвѣсный кругъ. Несмотря на дѣйствіе силы тяжести, шаръ не упадетъ, но гонимый вверхъ центробѣжной силой останется въ коробкѣ.

Явленія центробѣжной силы.

Такимъ-образомъ можно вращать привѣшенный на четырехъ шнурахъ стаканъ съ водою, и вода не прольется, когда отверстіе его обращено къ низу. Экипажъ при быстромъ поворотѣ опрокидывается, потому-что центробѣжная сила увлекаетъ его съ пути, въ которомъ онъ удерживается треніемъ колесъ о землю; сани также опрокидываются въ подобномъ случаѣ, или при очень маломъ треніи дѣйствительно отбрасываются въ сторону по направленію касательной. На этомъ основаніи, при проложеніи желѣзныхъ дорогъ избѣгаютъ крутыхъ поворотовъ. Катающіеся на конькахъ, описывая по льду круги, наклоняются въ одну сторону, чтобы произвести тѣмъ сопротивленіе центробѣжной силѣ. Такимъ же образомъ наѣзтники стоятъ

на лошадяхъ въ наклонномъ положеніи къ внутренности описываемаго ими круговаго пути; часто также наѣздники висятъ безъ всякой точки опоры, какъ бы приклеенные къ лошади со стороны, обращенной къ центру круговаго пути, что возможно только вслѣдствіе центробѣжной силы, которая придавливаетъ ихъ къ лошади.

Опытъ b. Приготовленный изъ бумаги жолобокъ сгибается кольцомъ, какъ показано на чертежѣ. Горошина или шарикъ изъ хлѣба, положенный въ верхней части желобка, пробѣгаетъ его, не падая внизъ съ внутренней стороны стоящаго кольца.

фиг. 61.

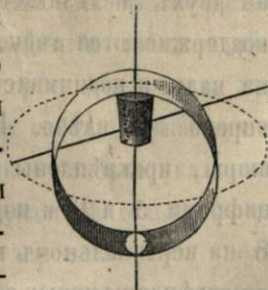


Опытъ c. Если вращающееся тѣло можетъ измѣнять свою форму, то оно должно сплюснуться. Осью, около которой должно вращаться такое тѣло, можетъ служить вязальная спица; нижній конецъ ея слегка поддерживается лѣвой рукой, а правою берется верхній конецъ отвѣсно стоящей спицы и быстро она вращается. Но движеніе вращающихся пальцевъ слишкомъ неправильно, а потому здѣсь нуженъ регуляторъ, нѣчто въ родѣ маховаго колеса. Для этого, на верхній конецъ спицы насаживаютъ пробку такъ,

фиг. 62.

чтобы сверху оставался свободный конецъ, за который бы можно было взяться рукою, и сквозь нея продѣваются въ горизонтальномъ направленіи еще одна или двѣ спицы; пробка будетъ удерживаться на мѣстѣ треніемъ. Спи-

Сжатіе земли, какъ слѣдствіе вращенія ея около оси.



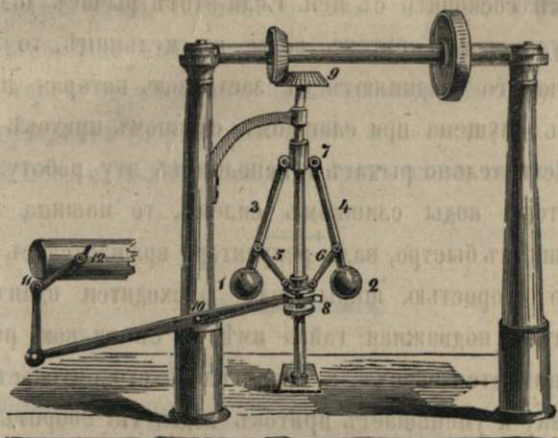
цы эти исполняютъ дѣйствіе маховаго колеса, хотя и менѣе совершенно. Потомъ вырѣзывается большое отверстіе по серединѣ бумажной полоски, во всю длину листа и въ два пальца шириною; сквозь это отверстіе продѣвается нижній конецъ вертикальной оси, и оба конца полоски прикрѣпляются булавками къ верхней части пробки. Выгнувъ тогда всю полоску бумаги въ видѣ круга, быстро вращаютъ ось, причемъ части полоски по возможности удаляются отъ оси вслѣдствіе центробѣжной силы, и она принимаетъ сплюснутую форму, расширяясь направо и налѣво, и поднимаясь въ нижней своей части. Прежде чѣмъ земля пришла въ твердое состояніе, вращательное движеніе ея, должно было сообщить ей сплюснутую форму, и ось ея должна быть короче поперечника экватора. Вращая спицу сильнѣе и слабѣе, замѣтимъ, что центробѣжная сила растягиваетъ полосу то много, то мало, а также нижняя часть ея поднимается при этомъ болѣе или менѣе. Итакъ, форма бумаги показываетъ намъ производитъ ли сила быстрое или только медленное движеніе.

Центробѣж-
ный регуля-
торъ.

62. Центробѣжный регуляторъ. Центробѣжный регуляторъ состоитъ изъ двухъ металлическихъ шаровъ, 1 и 2, висящихъ по обѣ стороны вертикальнаго вала, на двухъ желѣзныхъ прутахъ, 3 и 4. Пруты эти поддерживаются гайкою 7, неподвижно утвержденной на валу, и поднимаясь или опускаясь могутъ двигаться вправо или влѣво. Къ прутамъ, поддерживающимъ шары, прикрѣплены еще два прута, обозначенные цифрами 5 и 6, и поддерживающіе подвижную гайку 8 на вертикальномъ валу. Такъ-какъ пруты регулятора скрѣплены между собою и съ гайками только въ одной

точкѣ, около которой они могутъ вращаться, то шары сближаются между собой, когда валъ находится въ покоѣ, и висятъ отвѣсно подлѣ него. Когда же машина начинаетъ работать, то вертикальный валъ регулятора

фиг. 63.



приходить въ движеніе, сообщаемое ему посредствомъ двухъ коническихъ колесъ 9, лежащимъ надъ нимъ валомъ, который въ свою очередь приводится въ движеніе дѣйствующею силою. Шары начинаютъ тогда вращаться, и, удаляясь одинъ отъ другаго, вслѣдствіе центробѣжной силы, поднимаютъ нижнюю гайку 8. Если скорость вращенія вала увеличится, то возрастеть также и центробѣжная сила. Итакъ, по расхожденію шаровъ регулятора и поднятію гайки можно видѣть, что машина идетъ быстрѣе, тогда-какъ при болѣе медленномъ ходѣ, шары и гайка опускаются.

Регуляторъ долженъ однакожъ не только указывать возрастающую или уменьшающуюся дѣятельность силы, но самъ долженъ и регулировать, т.-е. увеличивать слишкомъ малое дѣйствіе и умѣрять слишкомъ

большое. Для этой цѣли служить горизонтально лежащій рычагъ 10, правое плечо котораго снабжено на концѣ вилкою, обхватывающею подвижную гайку; загнутые вверху и внизу края гайки не позволяютъ вилкѣ соскочить съ нея. Если этотъ рычагъ долженъ регулировать притокъ воды въ мельницѣ, то лѣвое плечо его соединяють съ заставкою, которая должна быть опущена при слишкомъ сильномъ притокѣ воды. Дѣйствительно рычагъ и исполняетъ эту работу. Если притокъ воды слишкомъ силенъ, то машина идетъ слишкомъ быстро, валъ регулятора вращается съ бѣльшею скоростью, шары далѣе расходятся одинъ отъ другаго, подвижная гайка вмѣстѣ съ вилкою рычага поднимается вверхъ, а лѣвое плечо его опускаетъ заставку и уменьшаетъ притокъ воды. На оборотъ, при уменьшающейся скорости, шары и гайка опускаются, и, нажимая вилку праваго плеча рычага, поднимаютъ заставку.

Употребленіе
центробѣжна-
го регулятора
въ паровыхъ
машинахъ.

Рисунокъ показываетъ, какимъ-образомъ центробѣжный регуляторъ употребляется для регулированія силы въ паровыхъ машинахъ. Въ трубкѣ, черезъ которую развивающійся въ котлѣ паръ притекаетъ къ движимымъ имъ частямъ машины, находится клапанъ 12, заграждающій притокъ пара, когда онъ стоитъ вертикально; въ наклонныхъ же положеніяхъ онъ пропускаетъ большее или меньшее количество пара, а приведенный въ горизонтальное положеніе совершенно открываетъ трубку. Этотъ клапанъ можетъ вращаться около горизонтальной оси, посредствомъ находящейся внѣ трубки рукоятки 11, которая желѣзнымъ прутомъ соединена съ рычагомъ регулятора.

Если притокъ пара слишкомъ слабъ и движеніе машины слишкомъ медленно, то шары регулятора опускаются и поднимаютъ лѣвое плечо рычага 10, причемъ клапанъ принимаетъ горизонтальное или по-крайней-мѣрѣ столь наклонное положеніе, что паръ можетъ обильно притекать къ машинѣ. Если же машина работаетъ съ слишкомъ большою скоростью, то регуляторъ даетъ клапану положеніе мало уклоненное отъ отвѣснаго и такимъ образомъ пропускаетъ менѣе пара.

III. Маятникъ.

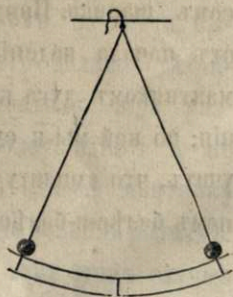
63. Простой маятникъ.

Простой
маятникъ.

Опытъ. Къ металлическому шарiku или кольцу привязывается очень тонкая нить произвольной длины. Свободный конецъ нити прикрѣпляется къ палочкѣ (карандашу), и кладется на край стола такъ, чтобы шарикъ съ нитью свѣшивался внизъ и могъ свободно двигаться; чтобы утвердить палочку, на нее кладутъ доску или книгу. Шарикъ даетъ нити отвѣсное направленіе, и весь этотъ снарядъ въ состояніи покоя представитъ не что иное, какъ обыкновенный отвѣсъ.

Если же спокойно висящій шарикъ уклонить въ сторону, и предоставить его тогда самому себѣ, то онъ сначала падаетъ, гонимый внизъ силою тяжести, и пробѣгаетъ дугу круга съ возрастающею скоростью. Достигнувъ отвѣснаго положенія, приобретаетъ

фиг. 64.



онъ наибольшую скорость. Велѣдствіе этой скорости по закону инерціи, онъ продолжаетъ двигаться вверхъ въ другую сторону, съ уменьшающеюся скоростью. Онъ долженъ бы былъ подняться до той же самой высоты, съ которой онъ падалъ, еслибы часть силы не поглощалась сопротивленіемъ сгибаемой нити и воздуха; поэтому шарикъ не поднимется такъ же высоко, какъ лежить та точка, съ которой онъ падалъ внизъ. При концѣ поднятія онъ потерялъ уже всю свою скорость. Тогда сила тяжести снова приводитъ его въ отвѣсное положеніе. Но по закону инерціи шарикъ опять поднимается, и, задерживаемый воздухомъ и треніемъ нити, снова достигаетъ не совсѣмъ той же высоты, съ которой онъ опустился. Такимъ-образомъ, велѣдствіе закона инерціи и дѣйствія силы тяжести, висѣющій на нити шарикъ движется взадъ и впередъ, описывая дуги круга, которыя уменьшаются все болѣе и болѣе, пока наконецъ движеніе совершенно прекратится. Шарикъ совершаетъ тогда качанія, онъ приведенъ въ качательное движеніе.

Каждое висѣщее тѣло, приведенное въ качательное движеніе, называется *маятникомъ*, и нѣтъ болѣе простаго маятника, чѣмъ употребленный нами выше. Только нить его должна быть столь легка, чтобы вѣсъ ея былъ совершенно незначителенъ въ сравненіи съ вѣсомъ шарика. Продолженіе одного качанія считается отъ начала паденія до конца поднятія. Пробѣгаемая маятникомъ дуга круга называется амплитудою качанія; по ней мы и судимъ о величинѣ размаха. Опытъ учитъ, что амплитуды качаній уменьшаются со временемъ болѣе-и-болѣе, что легко можно замѣтить уже по

прошествіи нѣсколькихъ минутъ на каждомъ маятникѣ, представленномъ самому себѣ.

64. Одинаковая продолжительность всѣхъ качаній одного маятника.

Первый законъ маятника.

Опытъ а. Употребленному въ предъидущемъ опытѣ, маятнику дается *малый размахъ*; по карманнымъ часамъ считаютъ сколько качаній совершаетъ маятникъ въ первую минуту. Потомъ, въ продолженіи нѣсколькихъ минутъ оставляютъ маятникъ безпрестанно продолжать свои качанія. Около пяти минутъ спустя, можно повторить наблюденіе; амплитуды качаній замѣтно уменьшаются, но число качаній останется совершенно такое же, какъ и въ первую минуту. Итакъ, одинъ и тотъ же маятникъ совершаетъ въ одно и то же время всегда одинаковое число качаній, хотя размахи его уменьшаются болѣе и болѣе.

Опытъ б. Дѣлаются два одинаковые маятника; для чего одинаковой величины восковые шарики прикрѣпляются къ тонкимъ нитямъ одинаковой длины, и вѣшаются одинъ близъ другаго показаннымъ выше образомъ. Если одинаковымъ образомъ уклонять ихъ отъ отвѣснаго положенія, то каждое качаніе они будутъ совершать точно въ одно и то же время; если же одинъ изъ этихъ маятниковъ качается быстрѣе, то онъ короче другаго, и его должно удлинить до тѣхъ поръ, пока оба маятника при разныхъ размахахъ не будутъ употреблять одно и то же время для каждаго качанія. Далѣе, одному маятнику сообщается малый, другому нѣсколько болѣе большой размахъ. Качанія обоихъ этихъ маятниковъ и въ этомъ случаѣ

будутъ совершаться въ одинакое время, если только размахи слишкомъ велики.

Дѣйствительно, чѣмъ болѣе выведенъ маятникъ изъ отвѣснаго положенія, тѣмъ круче будетъ направленіе, въ которомъ онъ начинаетъ падать; онъ падаетъ какъ бы съ болѣе крутой наклонной плоскости, а потому имѣетъ болѣе большую скорость и пробѣгаетъ болѣе большую дугу въ то же время, въ которое, при меньшей скорости, онъ пробѣжалъ бы меньшую дугу. Отсюда выводится

Первый законъ маятника: *продолжительность от-
дѣльныхъ малыхъ качаній одного и того
же маятника всегда одинакова.*

Этотъ законъ качаній маятника открылъ Галилей, наблюдая случайно качавшуюся взадъ и впередъ люстру въ низкомъ соборѣ.

65. Продолжительность качанія неодинаковыхъ маятниковъ.

Второй за-
конъ маят-
ника.

Опытъ а. Берется нѣсколько маятниковъ; для этого употребляются восковые, металлическіе и деревянные шарики; по вѣсу и величинѣ шарики могутъ разниться между собой, но длина вѣхъ маятниковъ отъ центра шарика до точки привѣса должна быть совершенно одинакова. Эти маятники будутъ совершать свои качанія въ одинаковое время. Отсюда слѣдуетъ, что продолжительность качаній не зависитъ ни отъ вѣса, ни отъ вещества шариковъ, но только отъ длины маятника. Восковой и металлическій шарики, равно уклоненные отъ отвѣснаго положенія, пробѣгаютъ одинаковыя дуги въ равное время, потому-что сопро-

твление воздуха незначительно; это показываетъ, что различныя тѣла падаютъ съ одинаковою быстротою, и разниа происходитъ только вслѣдствіе сопротивленія воздуха.

Опытъ в. Если укоротить одинъ изъ двухъ равныхъ маятниковъ, то онъ станетъ качаться быстрѣе. Для наблюденія во сколько именно разъ качанія его сдѣлаются быстрѣе сравнительно съ качаніями болѣе длиннаго маятника, вѣшаютъ одинъ подлѣ другаго два маятника, изъ которыхъ одинъ вчетверо длиннѣе другаго. Положимъ сначала, что оба они на столько уклонены въ сторону, что направленія ихъ равно отклонены отъ отвѣснаго направленія. Тогда пробѣгаемая ими дуги были бы одинаково наклонны, но различной длины, и именно вчетверо длиннѣйшій маятникъ долженъ бы былъ пробѣгать дугу вчетверо большаго круга, слѣдовательно вчетверо длиннѣйшую дугу. Но по второму закону паденія тѣлъ, падающее тѣло проходитъ четверной путь въ двойное время. По этому слѣдуетъ ожидать, что вчетверо длиннѣйшій маятникъ употребитъ двойное время для одного качанія. Если теперь заставить качаться оба маятника, по какимъ-либо неслишкомъ большимъ дугамъ, то всегда въ одно и то же время болѣе длинный маятникъ будетъ совершать одно, а болѣе короткій два качанія.

фиг. 65.



Второй законъ маятника: *Длинные маятники качаются медленнѣе короткихъ, и именно маятникъ четверной длины употребляетъ*

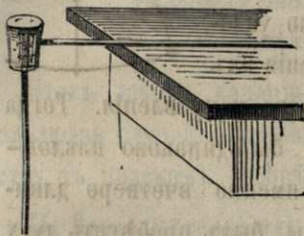
*двойное, девятерной длины тройное время
для каждаго качанія.*

Сложный
маятникъ.

66. Сложный маятникъ. Законы маятника прилагаются ко всякому маятнику, какое бы устройство онъ ни имѣлъ; только подъ длиною его должно разумѣть всегда длину простаго маятника, который имѣетъ одинаковую съ нимъ продолжительность качаній.

Опытъ. Изъ двухъ металлическихъ прутиковъ или вязальныхъ спицъ легко устроить маятникъ, который бы качался довольно долгое время. Та спица, которая

фиг. 66.



должна образовать самый маятникъ, втыкается верхнимъ концомъ до половины въ пробку; вторая же, которая должна служить осью маятника, втыкается въ пробку сбоку, въ горизонтальномъ направленіи, и кладется на столъ или на стаканъ такъ, чтобы маятникъ могъ свободно двигаться въ ту и въ другую сторону. Качанія этого маятника будутъ быстрѣе качаній одинаковой съ нимъ длины простаго маятника, нить котораго по-возможности имѣетъ вѣсъ совершенно незначительный относительно шарика. Въ-самомъ-дѣлѣ, здѣсь качается не одна только нижняя точка спицы, но также и всѣ лежащія надъ ней точки имѣютъ равный ей вѣсъ; они образуютъ болѣе короткіе маятники, и ускоряютъ движеніе цѣлаго маятника, который изъ нихъ слагается. Говоря о длинѣ сложнаго маятника, разумѣютъ не дѣйствительное число дюймовъ въ немъ заключающихся, но длину простаго маятника, который качается съ нимъ одинаково

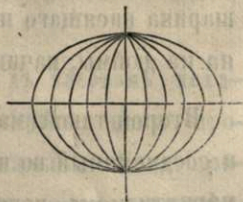
дѣлается на столъ или на стаканъ такъ, чтобы маятникъ могъ свободно двигаться въ ту и въ другую сторону. Качанія этого маятника будутъ быстрѣе качаній одинаковой съ нимъ длины простаго маятника, нить котораго по-возможности имѣетъ вѣсъ совершенно незначительный относительно шарика. Въ-самомъ-дѣлѣ, здѣсь качается не одна только нижняя точка спицы, но также и всѣ лежащія надъ ней точки имѣютъ равный ей вѣсъ; они образуютъ болѣе короткіе маятники, и ускоряютъ движеніе цѣлаго маятника, который изъ нихъ слагается. Говоря о длинѣ сложнаго маятника, разумѣютъ не дѣйствительное число дюймовъ въ немъ заключающихся, но длину простаго маятника, который качается съ нимъ одинаково

быстро. По этому, подлѣ такого маятника заставляютъ качаться, простой, который можно держать въ рукѣ, и удлиняютъ и укорачиваютъ его нить до-тѣхъ поръ, пока продолжительность качаній обоихъ маятниковъ не будетъ одинакова. Если пруть маятника имѣть девять дюймовъ длины, то въ одинаковое время качающійся съ нимъ простой маятникъ будетъ имѣть шесть дюймовъ длины, и о такомъ сложномъ маятникѣ говорятъ, что онъ имѣть шесть дюймовъ длины.

67. Маятникъ, какъ мѣра силы тяжести. Маятникъ, имѣющій 3 фута и 2 дюйма длины, совершаетъ въ нашихъ странахъ 60 качаній въ каждую минуту; онъ употребляетъ слѣдовательно одну секунду для каждого качанія и называется секунднымъ маятникомъ. Движеніе маятника производится силою тяжести. Если сила тяжести одинакова на всѣхъ мѣстахъ земной поверхности, то одному и тому же маятнику она должна сообщать повсюду одинаковую скорость, и нашъ секундный маятникъ въ самыхъ различныхъ странахъ, всегда совершалъ бы одно качаніе въ секунду. Но многократныя наблюденія показали, что нашъ секундный маятникъ подѣ экваторомъ дѣлаетъ менѣе, а подѣ полюсомъ болѣе 60 колебаній въ минуту или, что онъ качается медленнѣе подѣ экваторомъ и быстрѣе подѣ полюсомъ. Отсюда слѣдуетъ, что одно и то же тѣло подѣ экваторомъ слабѣе притягивается силою тяжести и производитъ мѣньшее давленіе, чѣмъ подѣ полюсами.

Маятникъ,
какъ мѣра
силы тяжести.

фиг. 67.



Сжатіе земли.

Такъ-какъ сила тяжести должна быть тѣмъ менѣе,

чѣмъ далѣе удаляемся мы отъ центра земли, и такъ-какъ она по наблюденіямъ надъ маятникомъ, менѣе подъ экваторомъ, то слѣдуетъ заключить, что каждая точка экватора болѣе удалена отъ центра земли, нежели точка лежащая близъ полюса. Итакъ земля не есть совершенный шаръ, но нѣсколько сплюснута у полюсовъ, такъ что земная ось короче поперечника экватора. Сверхъ-того должно замѣтить, что центробѣжная сила близъ экватора достигаетъ наибольшей своей величины, и дѣйствуетъ противоположно силѣ тяжести.

Маятникъ,
какъ мѣра
такта.

68. Маятникъ, какъ мѣра такта. Второе употребленіе находить маятникъ въ музыкѣ. Продолжительность такта въ музыкальной піесѣ не обозначается съ достаточною точностью общими выраженіями *Adagio*, *Allegro*, *Presto*, и такъ-какъ маятники равной длины качаются одинаково быстро, въ странахъ не слишкомъ удаленныхъ одна отъ другой, то темпъ можетъ быть точно опредѣленъ числомъ качаній маятника опредѣленной длины, которыя онъ долженъ совершать въ продолженіи одного такта.

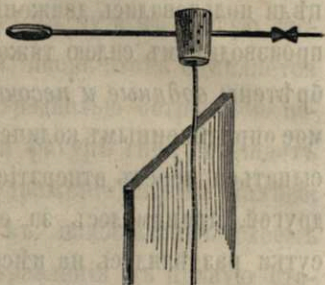
Простѣйшій маятникъ, служащій для измѣренія такта, предложенъ Веберомъ и преимущественно употребляется въ Англіи; онъ состоитъ изъ металлическаго шарика висящаго на шелковой лентѣ, которая раздѣлена на дюймы, начиная отъ центра шарика.

Второй такой маятникъ, придуманный Мельцелемъ, и соединяемый во время употребленія его съ часовымъ магнетизмомъ, показываетъ, какимъ-образомъ качанія сложнаго маятника по произволу могутъ быть сдѣланы быстрѣе и медленнѣе.

Опытъ. Чтобы устроить такой маятникъ, берутъ два
металлическіе прута или двѣ

фиг. 68.

вязальныя спицы; на одну
изъ нихъ, которая должна
качаться взадъ и впередъ,
насаживается бокомъ проб-
ка почти до середины спицы;
конецъ же другой спицы,
служащей осью, около кото-



рой качается маятникъ, втыкается горизонтально въ
пробку, и кладется на столъ или стаканъ. Внизу къ
маятнику прикрѣпляется большой кусокъ воску или
пробка, на верхній же конецъ его насаживается
меньшій кусочикъ, который служить противовѣсомъ.
Этотъ противовѣсъ, находящійся на продолженномъ къ
верху маятникъ, надъ точкою его привѣса, надобно
поднимать всякій разъ, какъ онъ опустится внизъ,
потому-что качанія маятника отъ этого дѣлаются
медленнѣе. Чѣмъ выше подвинуть противовѣсъ, тѣмъ
больше сдѣлается дуга качанія маятника и тѣмъ бо-
льшую продолжительность будетъ имѣть каждое кача-
ніе. Передвиженіемъ противовѣса можно легко до-
стигнуть того, чтобы такой маятникъ качался го-
раздо медленнѣе простаго нитянаго маятника одина-
ковой съ нимъ длины.

69. Маятникъ, какъ регуляторъ въ часовомъ меха-
низмѣ. Время нельзя иначе измѣрить, какъ про-
должительностью какого-либо движенія. Хотя при-
знано было наиболѣе удобнымъ для этого равномер-
ное движеніе звѣздъ, но уже съ самыхъ раннихъ вре-
менъ человѣческаго развитія старались устроить осо-

Маятникъ,
какъ регуля-
торъ.

бые снаряды для измѣренія времени, которые было бы удобно наблюдать во всякое время сутокъ. Для этой цѣли пользовались движеніемъ тѣлъ при паденіи ихъ, производимомъ силою тяжести, и такимъ-образомъ изобрѣтены *водяные и песочные часы*. Время, употребляемое опредѣленнымъ количествомъ песку на то, чтобы высыпаться черезъ отверстіе воронкообразнаго сосуда въ другой, принималось за единицу; на этомъ основаніи сутки раздѣлялись на нѣсколько частей. Позже, воспользовались паденіемъ гири для приведенія въ движеніе системы колесъ; число оборотовъ движимаго такимъ-образомъ колеса служило мѣрою времени. Но всѣ эти движенія не равномерны, и не могутъ подраздѣлить сутки на равныя промежутки времени. Въ 1673 году Гюйгенсъ въ употребленіи маятника, первый нашелъ средство устроить часы, движеніе которыхъ было равномерно.

Часы съ маятникомъ.

Въ часахъ съ маятникомъ, каковы всѣ башенные и обыкновенные стѣнные часы, тяжесть гири составляетъ

Фиг. 69.



движущую силу. Шнуръ, на которомъ виситъ гиря, обвивается около горизонтальнаго вала, и приводитъ его въ движеніе въ то время, какъ гиря опускается внизъ. Но подобно всякому падающему тѣлу, гиря должна опускаться съ возрастающею скоростью и ускорять постепенно свое движеніе. Поэтому, движеніе вала и всей соединенной съ нимъ системы колесъ становилось бы все быстрѣе

и быстрѣе, еслибъ ни что не препятствовало возрастанію скорости. Это задерживаніе производится маят-

никомъ, и ускорительное движеніе переходитъ такимъ-образомъ въ равномерное. Въ-самомъ-дѣлѣ маятникъ при своихъ качаніяхъ движеть въ ту и въ другую сторону якорь съ двумя зубцами; якорь этотъ сѣпляется съ колесомъ, снабженнымъ тридцатью острыми и наклонными зубцами. На нашей фигурѣ гири сообщаетъ этому колесу вращательное движеніе справа налѣво; маятникъ же представленъ въ наибольшемъ своемъ уклоненіи отъ отвѣснаго направленія въ правую сторону; лѣвымъ зубцомъ якоря онъ задерживаетъ движеніе колеса. Возвращаясь назадъ, маятникъ движется налѣво; удерживаемый зубецъ колеса становится свободнымъ, и колесо вращается немного; когда же маятникъ достигнетъ своего крайняго лѣваго положенія, то правый зубецъ якоря задѣнетъ колесо. Такъ-какъ качанія маятника совершаются въ равныя времена, то и колесо движется совершенно равномерно, хотя и непрерывно. вмѣстѣ съ тѣмъ гири дѣйствуетъ такимъ-образомъ, что амплитуды качаній маятника не уменьшаются, несмотря на треніе и сопротивленіе воздуха; колесо каждый разъ даетъ толчокъ якорю, и заставляетъ маятникъ продолжать свое движеніе. Каждый зубецъ якоря долженъ захватить каждый зубецъ колеса, чтобы послѣднее совершило полный оборотъ; лѣвый же зубецъ якоря захватываетъ колесо всякій разъ, какъ маятникъ движется направо. Секундный маятникъ въ одну минуту совершаетъ 30 качаній въ правую сторону и столько же въ лѣвую. Слѣдовательно, каждый зубецъ якоря въ одну минуту проходитъ черезъ 30 зубцовъ колеса, и колесо въ одну

минуту совершаетъ полный оборотъ съ равномерною скоростью.

IV. Пружины.

Упругость или
эластичность.

70. Упругость или эластичность. Кусочикъ резинки, сжатый рукою, снова расширяется и принимаетъ свой прежній видъ, по прекращеніи давленія. Такимъ же образомъ его можно растянуть, но какъ-скоро опустить его, то онъ снова принимаетъ свой прежній видъ и величину. Эластическимъ или упругимъ называется такое тѣло, которое принимаетъ прежній свой видъ и величину, какъ-скоро сжимавшая или растягивавшая его сила перестаетъ дѣйствовать.

Пробка также упруга, но если растянуть ее такъ сильно, какъ резинку, то части ея оторвутся другъ отъ друга и не возвратятся снова къ своему прежнему положенію. Упругость каждаго тѣла имѣетъ свои опредѣленные границы, которыя различны въ различныхъ веществахъ. Значительную упругость обнаруживаютъ: сталь, слоновая кость, резинка и разнаго рода струны.

Произведеніе
движенія
упругостью.

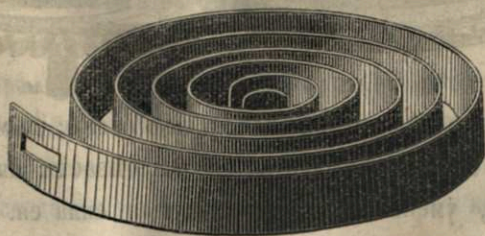
71. Упругость, какъ причина движенія. Упругая тетива, натянутая рукою стрѣлка, быстро движетъ стрѣлу, возвращаясь въ прежнее свое положеніе. Брошенный внизъ резиновый мячикъ сжимается въ мѣстѣ своего соприкосновенія съ поломъ, но онъ не можетъ иначе возстановить своего прежняго вида, какъ удаляясь отъ пола, и потому быстро отскакиваетъ вверхъ. Ружейный замокъ содержитъ сильную стальную пружину, которая натягивается при взводѣ курка, и задерживается

въ этомъ напряженномъ состояніи; при пожатіи собачки, уничтожается это препятствіе, и упругость пружины двигаетъ курокъ внизъ. Пружины употребляются также въ дверныхъ замкахъ; отворяя дверь мы натягиваемъ при этомъ пружину, которая стремится снова выдвинуть защелку. Большія ножницы, щипцы и тиски снабжаются стальными пружинами, которыя открываютъ эти инструменты, какъ-скоро онѣ не должны рѣзать или сжимать что-нибудь. Пружинные замки въ маленькихъ ящикахъ и футлярахъ, дѣйствуютъ также вслѣдствіе упругости находящихся въ нихъ пружинъ, такъ-что они могутъ служить средствомъ укрѣпленія; они снабжены клинообразною защелкою, которая при закрытіи ящика подвигается назадъ вмѣстѣ съ пружиною, и возвращаясь въ прежнее положеніе, входитъ въ углубленіе крышки. Въ стальныхъ замкахъ для кошельковъ, одна половина ихъ снабжена защелкою, а другая пружиною; при запираніи, защелка вдвигается подъ пружину до тѣхъ поръ, пока она, возвращаясь въ прежнее свое положеніе, не попадетъ въ углубленіе защелки.

72. Часовая пружина, какъ движущая сила въ карманныхъ часахъ. Пружина составляетъ движущую силу въ карманныхъ часахъ и табакеркахъ съ музыкой. Она

Часовая пружина, какъ движущая сила.

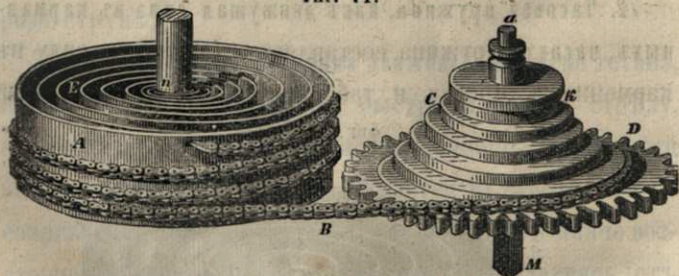
Фиг. 70.



состоитъ изъ тонкой, длинной, стальной пластинки, спирально-завитой около одного конца. Внутренний конецъ пружины утверждается неподвижно, тогда-какъ наружный конецъ можетъ безпрепятственно двигаться. Если потянуть этотъ свободный конецъ въ лѣвую сторону, по направленію стрѣлки, то изгибы пружины сближаются между собою, и она сожмется или натянется. Вслѣдствіе этого, пружина стремится снова расширяться, подвижной конецъ ея возвращается мало-по-малу въ прежнее свое положеніе, и движется въ направленіи противоположномъ стрѣлкѣ. Часовая пружина укладывается въ такъ называемый барабанъ, имѣющій форму цилиндра; оба дна его, верхнее и нижнее, имѣютъ по срединѣ отверстія, такъ-что онъ можетъ легко вращаться. Подвижной конецъ пружины прикрѣпляется къ внутренней стѣнкѣ барабана, и движетъ его вмѣстѣ съ собою.

Но движеніе пружины и барабана совершенно не правильно, и потому непосредственно она не можетъ сообщить правильнаго движенія часамъ. Если пружина сильно натянута, то она имѣетъ сильное стремленіе расши-

фиг. 71.



ряться, и дѣйствуетъ съ болѣею силою; по мѣрѣ того какъ она растягивается и ослабѣваетъ ея натянутасть, уменьшается и движущая сила ея. Поэтому

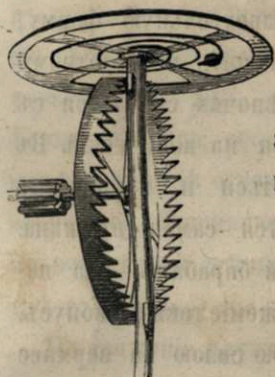
для того чтобы нѣкоторымъ образомъ регулировать движеніе, дѣйствіе пружины и ея барабана передается другому барабану, имѣющему коническую форму и изображенному на фигурѣ съ правой стороны, тогда какъ влѣво отъ него находится пружинный барабанъ. Коническій барабанъ бѣльшимъ основаніемъ своимъ обращенъ внизъ и можетъ также вращаться около своей оси. Внизу къ нему прикрѣпляется тонкая стальная цѣпочка, другою концемъ которой утверждена на пружинномъ барабанѣ. Вверху ось имѣетъ четырехугольную форму, чтобы ее можно было удобно вращать посредствомъ ключика; при заведеніи часовъ, цѣпочка свивается съ пружиннаго барабана и навивается на коническій. Въ то же время долженъ вращаться и пружинный барабанъ, при чемъ натягивается самая пружина. Развиваясь снова, и вращая свой барабанъ, она посредствомъ цѣпи приводитъ въ движеніе также и конусъ. Сначала дѣйствуетъ она съ полною силою на верхнее основаніе конуса, слѣдовательно на меньшее колесо на валу, которое требуетъ больше силы. Потомъ, когда вращающійся пружинный барабанъ обернется частию цѣпи, и сила пружины ослабѣетъ, она будетъ дѣйствовать на нижнее бѣльшее основаніе, т.-е. на бѣлье длинное плечо рычага, которое требуетъ меньшей силы для вращенія конуса. Чѣмъ слабѣе становится упругость пружины, тѣмъ на бѣльшее плечо рычага должна она дѣйствовать.

73. Спиральная пружина, какъ регуляторъ. Въ часахъ съ маятникомъ движеніе такъ точно опредѣляется маятникомъ и якоремъ, что при каждомъ качаніи его проходитъ всегда одно и то же число зубцовъ. Въ карман-

Регулирующая
спиральная
пружина.

ныхъ часахъ то же дѣйствіе исполняетъ пружина въ соединеніи съ маленькимъ маховымъ колесомъ; она также предложена была Гюйгенсомъ. Употребляемая здѣсь спиральная пружина значительно слабѣе той, которая движетъ весь механизмъ, но имѣетъ подобный же видъ. Наружный конецъ ея удерживается неподвижно, тогда какъ внутренній конецъ прикрѣпленъ къ вертикальному движущемуся валу. Нѣсколько

фиг. 72 а.

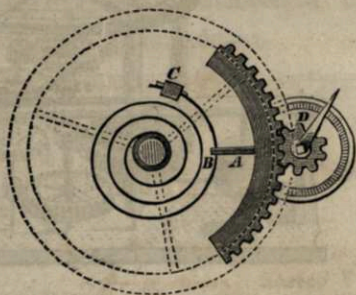


выше спиральной пружины, валъ этотъ снабженъ горизонтальнымъ металлическимъ маховымъ колесомъ, круглымъ маятникомъ. Внизу же онъ имѣетъ два шпенька, которые, подобно часовому якорю, попеременно захватываютъ зубчатое колесо. Когда круглый маятникъ приходитъ въ движеніе, то спиральная линія расширяется, и одинъ шпенекъ оставляетъ зубчатое колесо; но какъ пружина вслѣдствіе своей упругости снова сжимается, то она вращаетъ при этомъ маховое колесо и валъ до тѣхъ поръ, пока другой шпенекъ не захватитъ зубчатого колеса; при этомъ маховое колесо по силѣ инерціи вращалось уже такъ много, что пружина должна была сжаться. Расширяясь же, она позволяетъ маховому колесу продолжать свое движеніе, но будетъ снова слишкомъ расширена движеніемъ махового колеса, и потомъ опять должна будетъ сжиматься. Такимъ-образомъ спиральная пружина и маятникъ качаются правильно взадъ и впередъ, и заставляютъ зубчатое колесо двигаться также равномерно. Подобно

тому, какъ болѣе длинный маятникъ качается медленнѣе короткаго, такимъ же образомъ качанія болѣе длинной спиральной пружины медленнѣе короткой. По этому, чтобы регулировать часы и мало-по-малу сообщить имъ правильный ходъ, движущуюся часть спиральной пружины, отъ

Фиг. 72 б.

вала до крючка *BD*, можно удлинить и укоротить по произволу. Крючокъ этотъ прикрѣпленъ къ неполному зубчатому колесу, которое сдѣлается съ маленькимъ колесомъ *c*; на оси по-



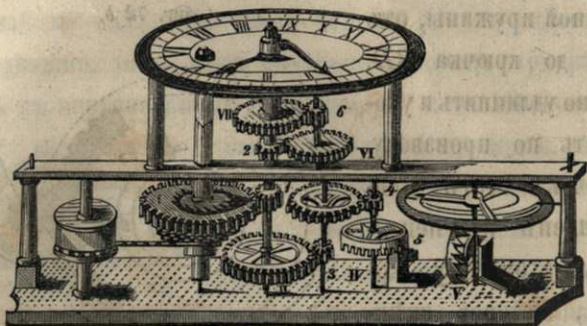
слѣднѣяго утверждена стрѣлка, движущаяся надъ раздѣленнымъ кругомъ. При измѣненіи положенія этой стрѣлки посредствомъ ключика, удлинится или укорачиваютъ регулирующая спиральная пружина.

74. Механизмъ карманныхъ часовъ. Механизмъ карманныхъ часовъ помѣщается болѣею частію между двумя металлическими пластинками, скрѣпленными между собою посредствомъ нѣсколькихъ вертикальныхъ столбиковъ; только малая часть той системы колесъ, которая приводитъ въ движеніе часовую стрѣлку, помѣщается между верхнею пластинкою и циферблатомъ. Между обоими пластинками, какъ изображено на нашемъ чертежѣ, находятся: съ лѣвой стороны, сначала пружинный барабанъ съ заключающеюся въ немъ пружиною, движущую весь механизмъ; нѣсколько далѣе вправо, коническій барабанъ, устройство котораго уже было описано, и

Устройство
часоваго ме-
ханизма.

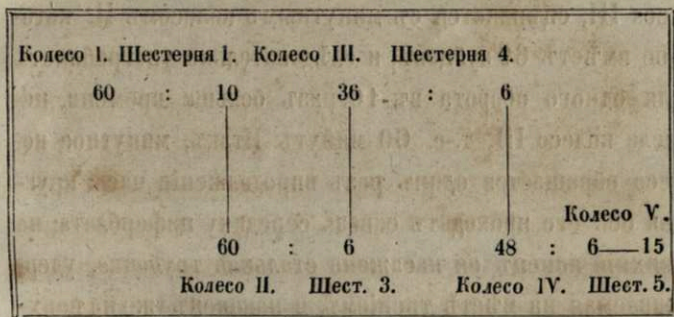
который приводится въ движеніе цѣпью, идущею отъ пружиннаго барабана. Верхній конецъ оси конуса имѣетъ четырехугольную форму; во многихъ часахъ

фиг. 73.



онъ выставляется въ отверстіе циферблата и служитъ для заведенія часовъ помощью ключика. На томъ же валу, надъ коническимъ барабаномъ, находится большое колесо I, передающее движеніе его часовому механизму. Сцѣпляясь съ находящеюся вправо отъ него шестернею 1, оно движетъ-находящееся на одномъ валу съ нею колесо II, которое совершаетъ одинъ оборотъ въ часъ; на оси его, проходящей черезъ циферблатъ, утверждена минутная стрѣлка. Это колесо передаетъ движеніе шестернѣ 3, и такимъ-образомъ вращаетъ колесо III. Далѣе, колесо III, сцѣпляясь съ четвертою шестернею, движетъ колесо IV, которое въ свою очередь, посредствомъ горизонтальной шестерни, передаетъ свое движеніе зубчатому колесу V. Далѣе, на правой сторонѣ чертежа, представленъ круглый маятникъ съ своею спиральною пружиною, который долженъ регулировать весь механизмъ.

Для легчайшаго представлѣнія механизма, числа зубцовъ на различныхъ колесахъ находятся въ слѣдующей табличкѣ. Прямая линія между двумя числами представляетъ общій валъ, на которомъ утверждено большое колесо и шестерня съ мѣньшимъ числомъ зубцовъ; знакъ (:) между двумя числами обозначаетъ, что колесо съ большимъ числомъ зубцовъ сѣѣляется съ шестернею, имѣющею мѣньшее число зубцовъ.



Вообще, маятникъ устраивается такимъ образомъ, и спиральной пружинѣ дается такая длина, чтобы колесо IV обращалось одинъ разъ въ минуту. Такъ-какъ на немъ 48 зубцовъ, т.-е. въ 8 разъ болѣе нежели на шестернѣ 5, находящейся на валу колеса V, то при 8 оборотахъ послѣдняго, оно совершитъ одинъ полный оборотъ, и слѣдовательно колесо V должно дѣлать 8 оборотовъ въ минуту. Далѣе, такъ-какъ на немъ 15 зубцовъ, то для одного оборота этого колеса требуется 30 качаній спиральной пружины, слѣдовательно для 8 оборотовъ $8 \times 30 = 240$ качаній, такъ-что спиральная пружина въ одну минуту должна совершать 240, въ одну секунду 4 качанія. Такъ-какъ при каждомъ качаніи, когда шпенёкъ маятника захватываетъ зубчатое колесо, въ часахъ слышенъ извѣстный звукъ, то легко

Минутное ко-
лесо и минут-
ная стрѣлка.

сосчитать сколько качаній дѣлаетъ спиральная пружи-
на въ продолженіи минуты. Шестерня 4, находящаяся на
валу колеса IV, которое употребляетъ одну минуту для
полнаго оборота, имѣетъ 6 зубцовъ, и движетъ ко-
лесо III, снабженное 36 зубцами. Имѣя шестерное
число зубцовъ, оно совершаетъ одинъ оборотъ при
шести оборотахъ колеса IV, т.-е. въ 6 минутъ. Ше-
стерня 3 съ шестью зубцами, находящаяся на валу ко-
леса III, сцѣпляется съ минутнымъ колесомъ II, кото-
рое имѣетъ 60 зубцовъ, и слѣдовательно употребляетъ
для одного оборота въ 10 разъ больше времени, не-
жели колесо III, т.-е. 60 минутъ. Итакъ, минутное ко-
лесо обращается одинъ разъ въ продолженіи часа; круг-
лая ось его проходитъ сквозь середину циферблата; на
верхній конецъ ея насажена стальная трубочка, удер-
живаемая на мѣстѣ треніемъ, и наконецъ уже на верх-
ней четырехугольной части послѣдней утверждена длин-
ная минутная стрѣлка, которая въ одинъ часъ должна
совершать полный оборотъ. Стрѣлка утверждена не-
посредственно на оси, для того чтобы ее можно было
переставить, не двигая вмѣстѣ съ ней всей системы
колось, когда забыли завести часы.

Шестерня 1, находящаяся на оси минутнаго колеса,
имѣетъ 10 зубцовъ, и сцѣпляется съ большимъ коле-
сомъ I, снабженнымъ 60 зубцами. Поэтому коническій
барабанъ движется въ 6 разъ медленнѣе минутнаго
колеса, и употребляетъ 6 часовъ для каждаго оборота.
Такимъ-образомъ, если цѣпочка 5 разъ обвивается
около конуса, то пружина, послѣ того какъ часы заведе-
ны, можетъ произвести 5 оборотовъ его, и такъ-какъ для
каждаго оборота требуется 6 часовъ, то часы оста-

навливаются только послѣ $5 \times 6 = 30$ часовъ. Наконецъ на валу колеса I, находится еще зубчатое колесо, которое позволяетъ вращать направо, посредствомъ часоваго ключика, коническій барабанъ и тѣмъ натягивать пружину, не двигая самого колеса I; если потомъ коническій барабанъ дѣйствіемъ натянутой пружины будетъ вращаться въ противоположномъ направленіи, то крючокъ, находящійся на колесѣ I, захватываетъ зубецъ верхняго колеса, и заставитъ колесо I вращаться вмѣстѣ съ коническимъ барабаномъ.

Между верхнею пластинкою и циферблатомъ находятся колеса, которыя двигаютъ часовую стрѣлку. Шестерня 2, утвержденная на оси минутнаго колеса и обращающаяся вмѣстѣ съ нимъ одинъ разъ въ продолженіи часа, называется минутною шестернею и имѣетъ 12 зубцовъ. Находящееся направо отъ нея колесо VI съ 48 зубцами дѣлаетъ одинъ оборотъ въ четверное время, то-есть въ 4 часа. Столько же времени употребляетъ по этому для одного оборота и находящаяся на томъ же валу шестерня 6, снабженная 16-ю зубцами. Она сцепляется съ часовымъ колесомъ VII, которое имѣетъ 48, т.-е. тройное число зубцовъ и, слѣдовательно, должно совершать свой оборотъ въ 12 часовъ; только кажущимся образомъ часовое колесо находится на оси минутнаго колеса, а въ дѣйствительности его короткая ось представляетъ полую трубочку, которая свободно насажена на ось минутнаго колеса, и можетъ двигаться на немъ совершенно легко. Эта полая ось часоваго колеса выставляется нѣсколько надъ циферблатомъ, и снабжена часовою стрѣлкою, которая вмѣстѣ съ часовымъ колесомъ совершаетъ свой оборотъ въ 12 часовъ.

Часовое колесо и часовая стрѣлка.

МЕХАНИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ КАПЕЛЬНОЖИДКИХЪ ТѢЛЪ.

Большая подвижность капельно-жидкаго тѣла.

75. Большая подвижность частицъ капельножидкаго тѣла. Желая раздробить твердое тѣло на мелкія части, или отдѣлить отъ него нѣсколько кусковъ, мы почти всегда бываемъ въ необходимости прибѣгать къ помощи орудій, и тѣмъ облегчать работу. Топоръ и пила помогаютъ раздѣлять дерево на меньшія части, пожикъ помогаетъ рѣзать хлѣбъ и клинообразный алмазъ необходимъ стекольщику для того, чтобы разрѣзать стекло по желаемому направленію. Изъ этого слѣдуетъ, что частицы твердаго тѣла сцѣпляются между собою съ замѣтною силою и требуется извѣстная потеря силы и работы, для того чтобы раздѣлить ихъ.

Притягательная сила, вслѣдствіе которой частицы одного тѣла сцѣпляются между собою, называется силою сцѣпленія. Отъ величины сцѣпленія и зависитъ то, находится ли тѣло въ твердомъ, капельножидкомъ или газообразномъ состояніи (§ 361). Сильное сцѣпленіе производитъ твердое состояніе, тогда какъ слабое свойственно жидкому тѣлу; частицы же газообразнаго тѣла вовсе не сцѣпляются между собой (§ 101).

Сцѣпленіе частицъ какой-либо жидкости между собою очень слабо; если наклонить наполненный водою стаканъ, то нѣкоторыя водяныя частицы отдѣлятся

отъ сосѣднихъ съ ними и стануть скользить по другимъ. При выливаніи воды, частицы ея совершенно отдѣляются отъ остальной массы. Такую же большую подвижность частицъ мы замѣчаемъ и во всѣхъ другихъ жидкостяхъ; безпрепятственное скольженіе однихъ частицъ по другимъ мы обозначаемъ словомъ «течь».

Съ другой стороны, притяженіе частей жидкости между собой доказывается слѣдующими опытами:

Опытъ а. Если опустить въ воду чистую палочку, и потомъ быстро вынуть ее, то вмѣстѣ съ ней поднимается маленькая струя воды, въ которой нижнія частицы удерживаются притяженіемъ верхнихъ.

Опытъ б. Въ полный до краевъ сосудъ можно налить еще столько воды, что она образуетъ небольшое возвышеніе надъ краями. Частицы жидкости притягиваются между собою и не позволяютъ верхнимъ стекать внизъ, вслѣдствіе силы тяжести.

Опытъ с. Тонкая игла, осторожно положенная на поверхность воды, не тонетъ. Обмокнутая же въ жидкость, она тотчасъ опускается на дно: поэтому сдѣленіе жидкости сильнѣе на поверхности, чѣмъ внутри ея. На поверхности вѣсъ иглки не въ состояніи раздѣлить частицъ воды; внутри же онъ это дѣлаетъ легко.

76. Шарообразный видъ малыхъ массъ жидкостей.

Опытъ. Кусочикъ бумажки пропитывается масломъ или жиромъ, и на него бросается столько воды, сколько остается на обмокнутомъ концѣ перочиннаго ножика; вода принимаетъ тогда форму маленькаго шара, и образуетъ каплю. Такимъ же образомъ, свободно падающія капли воды сами собою принимаютъ форму маленькихъ шариковъ.

Слезы, катящіяся по щекамъ, дождевыя капли и роса которую мы находимъ въ видѣ шариковъ на жирныхъ стебляхъ и листьяхъ растений, представляютъ то же самое явленіе. Капельножидкимъ тѣломъ называется всякая жидкость, которая способна образовать капли, какъ напр. вода, спиртъ, масло, ртуть и расплавленные тѣла. Этою способностью жидкихъ тѣлъ образовать капли, пользуются для приготовленія дроби. Свинецъ, растопленный въ желѣзныхъ сосудахъ, т.-е. приведенный въ капельножидкое состояніе, выливается въ большое сито, находящееся на высотѣ около 200 фут., откуда онъ падаетъ на землю уже предоставленный самому себѣ: оставляя отверзтія сита, раздробленная масса свинца принимаетъ форму маленькихъ шариковъ, и твердѣетъ, охлаждаясь на своемъ пути.

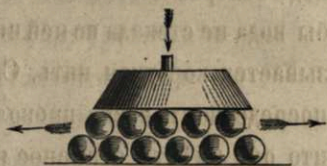
ДАВЛЕНІЕ КАПЕЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ.

Распростра- 77. Распространеніе произведеннаго на жидкость да-
неніе произве- вленія во всѣ стороны. По причинѣ большой подвижно-
деннаго на вленія жидкости, движущая сила производитъ на нее
жидкость да- сти жидкости, производя дѣйствіе, которое замѣтно разнится отъ дѣйствія, про-
влени во всѣ дѣйствіе, которое замѣтно разнится отъ дѣйствія, про-
стороны. изводимаго ею на твердыя тѣла. Если рука, движу-
щаяся направо, потянетъ лежащее на столѣ какое-
либо твердое тѣло, напр. книгу, то оно подвинется въ
направленіи движущей силы, т.-е. направо. Гиря по-
ставленная на книгу производитъ давленіе сверху
внизъ, по направленію силы тяжести, но при этомъ
книга вовсе не будетъ двигаться или производить за-
мѣтнаго давленія въ правую или въ лѣвую сторону. Со-
вершенно другія явленія обнаруживаютъ капельно-

жидкія тѣла. Жидкости состоятъ изъ капель и мы можемъ составить себѣ предварительное понятіе о томъ, какое дѣйствіе производить на нихъ сила давленія, замѣнивъ, въ предварительномъ опытѣ, жидкость извѣстнымъ количествомъ маленькихъ твердыхъ шариковъ.

Предварительный опытъ. На столѣ укладываются одна подлѣ другой нѣсколько дробинокъ или горошинъ; на нихъ осторожно кладется

фиг. 74.



второй рядъ. Если затѣмъ поставить на нихъ гирю, или какое-либо другое твердое тѣло, то верхнія дробинки, вслѣдствіе давленія, станутъ двигаться внизъ.

При этомъ онѣ втѣсняются въ промежутки между дробинками нижняго ряда, и разгоняютъ ихъ во все стороны. Сила тяжести возбуждаетъ въ кучѣ шариковъ движеніе и давленіе не только внизъ, но разомъ во все стороны. Еслибы находящіяся съ боковъ стѣнки препятствовали этому движенію, то они терпѣвали бы извѣстное давленіе; слѣдовательно, здѣсь давленіе сверху производитъ давленіе не только внизъ, но равно и во все стороны. Поэтому-то, если на мѣшки, наполненные зернами, мукою или пескомъ, производить давленіе, то они растягиваются по всемъ направленіямъ.

Опытъ а. Если налить воды на средину блюда, то она разольется во все стороны, вслѣдствіе давленія верхнихъ частицъ жидкости. Стѣнки сосуда представляютъ сопротивленіе дальнѣйшему разлитію жидкости и полагаютъ ему предѣлъ; поэтому масса жидкости получаетъ форму того сосуда, въ которомъ заключена.

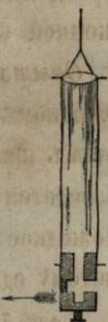
Опытъ b. Стѣнки небольшого деревяннаго или металлическаго сосуда просверливаются въ одномъ мѣстѣ, нѣсколько выше дна. Налитая въ него вода вытекаетъ изъ отверстія, потому-что сила тяжести давить внизъ верхнія частицы жидкости и такимъ-образомъ вытѣсняетъ нижнія во все стороны.

Опытъ c. Наружная стѣнка сосуда, непосредственно подъ отверстіемъ, смазывается стеариномъ для того, чтобы вода не стекала по ней внизъ; сверху къ сосуду привязывается короткая нить. Снизу, къ дну, приклѣивается посредствомъ воска проволока, около фута длиною, такъ что она имѣетъ отвѣсное направленіе, въ то время какъ пустой сосудъ виситъ на нити. Потомъ, на столъ ставится пробка съ воткнутою въ нее иглою; сосудъ уравнивается на нити такимъ-образомъ, что нижній конецъ проволоки приходится надъ остріемъ иглы. Проволока и игла служатъ здѣсь только для того, чтобы сдѣлать болѣе замѣтнымъ всякое движеніе. Если теперь налить въ сосудъ воды, то она будетъ вытекать изъ него, и сосудъ уклоняется при этомъ отъ отвѣснаго положенія въ сторону противоположную отверстію, и наклонно внизъ. Вода въ нижней части сосуда стремится разлиться во все стороны, и производитъ по этому давленіе по всей окружности его; съ одной же стороны она дѣйствительно вытекаетъ и не производитъ никакого давленія, а потому, давя на сторону прямо противоположную, она движетъ туда и весь сосудъ.

Чтобы произвести этотъ опытъ съ стеклянною трубкою, она закупоривается снизу просверленной въ двухъ направленіяхъ пробкой. Потомъ, вертикальное отверстіе заклеивается снизу сургучомъ, а горизон-

тальное—съ лѣвой стороны. Правое же отверстие смазывается жиромъ. Трубочка вѣшается или удерживается на нити; въ нее наливается вода, причемъ трубка движется въ лѣвую сторону, вслѣдствіе бокового давленія жидкости, которому справа не противоѣдствуетъ никакое давленіе. Въ сторону же, обращенную къ наблюдателю, или противоположную ему, трубочка вовсе не будетъ двигаться, потому-что давленіе воды одинаково по обоимъ этимъ направленіямъ, и одна изъ движущихъ силъ противоѣдствуетъ другой.

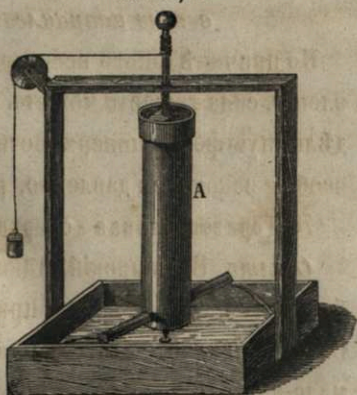
фиг. 75, а.



Боковымъ давленіемъ воды приводится въ вращательное движеніе *Сегнерово колесо*, которое поэтому можетъ быть употреблено для движенія машинъ. Цилиндрическій, открытый сверху сосудъ *A* устанавливается такимъ-образомъ, что можетъ легко вращаться около своей вертикальной оси; въ нижней части своей онъ снабженъ двумя

фиг. 75, б.

или четырьмя трубками, которыя закрыты съ концовъ, но имѣютъ близъ нихъ боковыя отверстія; эти отверстия во всѣхъ трубкахъ должны быть направлены въ одну и ту же сторону, напр. въ лѣвую. Тогда вода,



налитая сверху въ сосудъ, вытекая изъ отверстій тру-

бочекъ, давить на стѣнки въ противоположномъ направленіи, и вращаетъ цилиндръ, подобно силѣ приложенной къ спицамъ колеса.

Движеніе жидкости вверхъ.

Опытъ d. Если въ стаканъ съ водою погрузить не слишкомъ малое твердое тѣло, держа его въ рукѣ, то этимъ на находящіяся подъ нимъ водяныя частицы, произведется давленіе направленное сверху внизъ. Капельножидкое тѣло совершенно не можетъ быть сжато, а потому сдавленные частицы стремятся удалиться во всеѣ

фиг. 76.



стороны, давятъ снизу на верхнія частицы, и производятъ повышеніе воды въ сосудѣ.

Итакъ, произведенное на жидкость давленіе, въ свою очередь производитъ не только давленіе или движеніе въ томъ же направленіи, но жидкость передаетъ его по всеѣмъ направленіямъ, внизъ, вверхъ, право и лѣво.

Законъ: Каждая сила, давящая на поверхность жидкости, производитъ въ ней давленіе по всеѣмъ направленіямъ.

По причинѣ такого всесторонняго распространенія давленія, сила тяжести можетъ сообщить какую-либо опредѣленную форму поверхности капельной жидкости, и дать особые законы ея давленію, равно какъ и ея движенію.

Горизонтальная поверхность спокойной жидкости.

78. Горизонтальная поверхность спокойной жидкости.

Опытъ. Въ широкій стаканъ наливается вода и наблюдается, какой видъ принимаетъ ея поверхность. Сначала видно, что жидкость колеблется и потомъ мало-по-малу успокоивается. Когда же она совершенно придетъ въ состояніе покоя, то поверхность ея обра-

зуетъ горизонтальную плоскость. Также легко замѣтить, что поверхность всякой стоячей воды, пруда или озера, представляетъ горизонтальную плоскость.

Законъ: *Поверхность капельной жидкости въ состояніи покоя представляетъ горизонтальную плоскость.*

Если порывъ вѣтра, или какая-либо другая сила производить возвышеніе воды въ одномъ мѣстѣ ея поверхности, то поднятая вверхъ масса воды увлекается внизъ силою тяжести. Ча-

фиг. 77.



стицы жидкости должны стекать сверху, какъ-бы по наклонной плоскости, и образовавшаяся такимъ-образомъ водяная гора, по причинѣ большой подвижности ея, должна растечься во все стороны, вслѣдствіе давленія верхнихъ частицъ. То же самое должно произойти со всякимъ случайно образовавшимся возвышеніемъ, и потому поверхность спокойной жидкости должна быть горизонтальна. Поверхность моря составляетъ часть выпуклой поверхности земли и имѣетъ шарообразный видъ.

79. Величина давленія воды на дно сосуда. Если судъ имѣетъ одинаковую ширину *по всей высотѣ* и стѣнки его вертикальны, то дно сосуда будетъ претерпѣвать все давленіе жидкости.

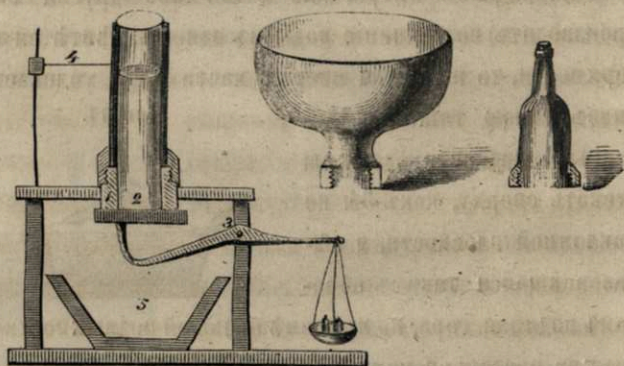
Величина да-
вленія воды
на дно сосуда.

Чтобы судить о величинѣ давленія на дно неправильнаго сосуда, который уже или шире вверху, чѣмъ внизу, пользуются Паскалевыми вазами. На деревянной подставкѣ утверждена въ отвѣсномъ положеніи короткая мѣдная трубочка 1; верхній конецъ трубочки на-
рѣзанъ винтомъ съ наружной стороны, такъ-что на нее

Опытъ съ Па-
скалевыми
вазами.

можно навинтить другой сосудъ. Эти стеклянные сосуды или вазы имѣютъ различную форму; но все они открыты сверху и снизу, имѣютъ внизу одинаковую ширину и снабжены мѣдною оправою, такъ-что ихъ

Фиг. 78.



можно навинчивать на мѣдную трубочку подставки. На чертежѣ представлены три разнаго вида вазы, изъ которыхъ одна, имѣющая одинаковую ширину вверху и внизу, привинчена къ подставкѣ. Короткая мѣдная трубочка вовсе не имѣетъ дна, но нижніе края ея тщательно отшлифованы. Металлическая пластинка 2 также тщательно отшлифована, и нажимаетъ снизу такъ плотно, что закрываетъ мѣдную трубочку, и не позволяетъ водѣ вытекать изъ нея. На средину металлической пластинки, служащей такимъ-образомъ подвижнымъ дномъ, давить загнутое кверху плечо подвижнаго рычага; рычагъ этотъ имѣетъ точку опоры въ точкѣ 3, и правымъ плечомъ своимъ поддерживаетъ чашку для гирь. Въ чашку кладется нѣсколько маленькихъ гирекъ и дробинокъ, сколько нужно для того, чтобы

уравновѣсить давленіе воды на подвижное дно и потомъ въ навинченную сверху стеклянную трубочку наливается вода до какой-либо произвольной высоты. Чтобы знать потомъ, какъ высоко она стояла, проволока 4, подвигается на одинаковую высоту съ поверхностью воды. Наконецъ изъ чашки вынимаются гирьки одна за другой до-тѣхъ-поръ, пока давленіе рычага на нижнюю сторону подвижнаго дна не сдѣлается менѣе давленія водянаго столба, который нажимаетъ на него сверху; тогда вода отодвинетъ внизъ подвижное дно, и вытечетъ въ металлическій сосудъ 5, поставленный подъ трубочкою. Очевидно, что на дно давила при этомъ вся тяжесть водянаго столба, имѣющая основаніе равное дну и ту высоту, которая обозначена была проволокою 4. Далѣе, стеклянная трубка снимается и вмѣсто нея навинчивается расширяющаяся кверху стеклянная ваза; если налить въ нее воды, то давленіе жидкости отодвинетъ дно только тогда, когда вода достигнетъ высоты, обозначенной проволокою. То же самое происходитъ при сосудахъ, суживающихся кверху или имѣющихъ какую-либо другую форму; давленіе на дно будетъ имѣть и въ этомъ случаѣ одинаковую величину, когда вода достигнетъ той же высоты. Во всѣхъ этихъ опытахъ, подвижное дно имѣло одинаковую величину, потому-что сосуды имѣли внизу одинаковую ширину; напротивъ, видъ сосудовъ и содержащееся въ нихъ количество воды были весьма различны, но это не производило никакого особаго дѣйствія. Отсюда для величины давленія на дно сосуда выводится слѣдующій

Законъ: Давленіе воды на дно какого-либо сосуда не зависитъ отъ его вида, но всегда равно

*вѣсу столба воды, имѣющаго основаніе
равное дну и высоту равную высотѣ по-
верхности жидкости.*

Съ перваго взгляда можетъ показаться, что по найденному закону малое количество воды производить то же дѣйствіе, какъ и большое, но это было бы парадоксомъ. Поэтому и самый законъ этотъ называется гидростатическимъ парадоксомъ. Но по § 16 одно давленіе не составляетъ еще работы; работа произойдетъ только тогда, когда давленіе произведетъ какое-либо движеніе, какъ напр. въ прессахъ, и тогда меньшее количество воды можетъ произвести одинаковое давленіе только на болѣе короткомъ пути и въ менѣе продолжительное время.

Положимъ, что края подвижнаго дна Паскалева снаряда загнуты нѣсколько кверху, такъ-что вода не будетъ еще вытекать, хотя дно и подвинется около дюйма внизъ. Подъ подвижнымъ дномъ могутъ быть положены какіе-нибудь предметы, которые должны быть сжаты, и пусть тогда на снарядъ будетъ навинченъ сжимающійся кверху сосудъ; какъ-скоро давленіе содержащагося въ немъ малаго количества воды начнетъ работать, отодвигаетъ внизъ дно и сжимаетъ положенный подъ нимъ предметъ, въ то же время вода быстро понижается, чтобы наполнить болѣе широкое пространство близъ дна, и показываетъ такимъ-образомъ, что она можетъ производить большое давленіе въ продолженіи едва одного мгновенія. Напротивъ, въ расширяющемся кверху сосудѣ высота воды уменьшается только медленно. Поэтому дѣйствія неравныхъ количествъ воды совершенно различны; оба водяные

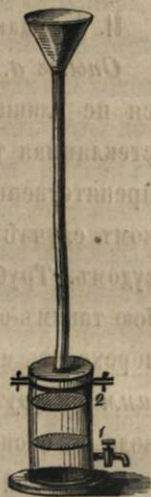
столба начинаютъ работать съ одинаковой силою; но меньшее количество воды работаетъ такъ—едва одно мгновеніе, а большее — тѣмъ болѣе продолжительное время, чѣмъ болѣе расширяется кверху сосудъ.

80. Реаловъ прессъ. Давленіе жидкости на дно имѣетъ примѣненіе въ прессѣ графа Реала, который употребляется для приготовленія экстрактовъ. Онъ состоитъ изъ металлическаго цилиндра съ толстыми стѣнками,

Реаловъ
прессъ.

фиг. 79.

въ который вкладывается металлическая пластинка 1, съ маленькими дырочками, наподобіе сита. На нее насыпается то вещество, изъ котораго добывается экстрактъ, и которое предварительно измельчается и смачивается; потомъ оно крѣпко сжимается, и сверху кладется вторая такая же пластинка 2. Сверху сосудъ плотно закрывается крышкой, которая привинчивается къ краямъ его. Черезъ средину крышки идетъ вверхъ вертикальная узкая трубочка, отъ 4 до 10 футовъ длиною и даже болѣе; въ верхнюю часть трубочки наливается жидкость, посредствомъ которой производится экстрактъ, вода или спиртъ. Давленіе на выжимаемое вещество будетъ тогда равно вѣсу столба жидкости, имѣющаго основаніе равное пластинкѣ 2 и ту высоту, до которой жидкость наполняетъ трубочку. Такимъ-образомъ, малымъ количествомъ жидкости произведено будетъ большое давленіе и добытъ крѣпкій экстрактъ. Чтобы экстрактъ или тинктура могла стекать въ подставленный стеклянный сосудъ, прессъ



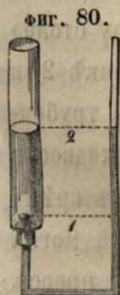
снабженъ внизу краномъ, подобнымъ крану самовара, который можно по произволу открывать и закрывать. Если готовится небольшое количество экстракта, то раструбъ вертикальной трубочки долженъ быть не великъ; если же работа продолжается довольно долгое время, то сверху привинчивается широкій сосудъ и въ него наливается большее количество жидкости, которая можетъ работать болѣе продолжительное время.

Сообщающіеся сосуды, или трубочки.

81. Сообщающіеся сосуды или трубочки.

Опытъ а. Въ стаканъ, наполненный водою, опускается не слишкомъ узкая, открытая съ обоихъ концовъ, стеклянная трубочка. Очевидно, что вода можетъ безпрепятственно проникать въ нее изъ сосуда, и въ такомъ случаѣ говорятъ, что трубочка сообщена съ сосудомъ. Трубочки или сосуды, соединенные между собою такимъ-образомъ, что капельная жидкость можетъ переходить изъ одного въ другой, называются *сообщающимися трубочками или сосудами*. Опытъ учитъ, что вода въ обоихъ сообщающихся сосудахъ, въ стаканѣ и опущенной въ него трубочкѣ, стоитъ на одинаковой высотѣ; въ обоихъ поверхность воды будетъ въ одной горизонтальной плоскости.

Опытъ б. Къ довольно широкой стеклянной трубочкѣ подбирается плотно входящая въ нее пробка; пробка эта пропиливается насквозь круглымъ подпилкомъ, и въ отверстіе вставляется короткій рукавъ другой изогнутой трубочки. Такимъ-образомъ оба сосуда сообщаются между собой; вода, налитая въ широкую трубку, можетъ пройти въ изогнутую



трубочку, и поверхности ея въ томъ и другомъ сосудѣ будутъ лежать въ одной горизонтальной плоскости. Если трубочки держать даже въ какомъ-нибудь наклонномъ положеніи, то и тогда поверхность воды въ обоихъ сосудахъ будетъ лежать въ одной и той же горизонтальной плоскости.

То же самое явленіе можно замѣтить въ обыкновенныхъ кофейникахъ и чайникахъ, въ которыхъ жидкость стоитъ на той же высотѣ, какъ и въ носикѣ. Въ большихъ размѣрахъ грунтовая вода представляютъ то же самое явленіе: мы замѣчаемъ, что въ прудахъ и колодцахъ, находящихся близъ рѣки, поверхность воды повышается и понижается одновременно съ рѣкой; въ рыхлой почвѣ существуютъ многообразныя соединенія, которыми и сообщаются обѣ массы воды. Въ такомъ рыхломъ слоѣ вода распространяется по всеѣмъ направленіямъ и достигаетъ одинаковой высоты съ поверхностью близлежащаго озера или рѣки; поэтому-то при копаніи рововъ большею частію встрѣчаютъ воду подъ топкимъ верхнимъ слоемъ.

Законъ: *Во всѣхъ сообщающихся между собой сосудахъ, или трубочкахъ, поверхности жидкости лежатъ всегда въ одной горизонтальной плоскости.*

Опытъ с. Въ опытѣ б. два одинаково высокіе столба воды уравнивались между собою. Еслибы болѣе широкій столбъ опустился внизъ, то онъ долженъ бы былъ поднять вверхъ болѣе тонкій, и наоборотъ. На нашей фигурѣ, лѣвый короткій рукавъ изогнутой трубочки идетъ вверхъ до высоты, обозначенной линією 1; такимъ-образомъ нижняя часть снаряда представляетъ

два сообщающіеся сосуда одинаковой ширины, въ которыхъ равныя количества воды уравниваются между собой, подобно одинаковымъ гилямъ на равноплечномъ рычагѣ. Но далѣе вверхъ сообщающіеся трубочки имѣютъ не одинаковую ширину; между двумя горизонтальными линіями 1 и 2 находятся столбы воды различнаго объема и вѣса; въ болѣе широкой трубочкѣ заключается можетъ-быть пятерное количество воды, и однакожь оба они удерживаютъ другъ друга въ равновѣсіи и стоятъ на одинаковой высотѣ. Чтобы найти причину этого, берутъ круглую деревянную палочку, обертываютъ одинъ конецъ ея льномъ или паклею и такимъ-образомъ готовятъ поршень, который бы входилъ въ широкую трубку. Потомъ его медленно вдвигаютъ въ нее, чтобы находящійся тамъ воздухъ могъ уйти вверхъ, и какъ-скоро поршень коснется воды, то на него наливаютъ еще нѣсколько капель, чтобы онъ плотнѣе закрывалъ трубку. Если тогда подвинуть поршень на полдюйма внизъ, то большій столбъ воды опустится также на полдюйма, а столбъ воды, находящійся въ болѣе узкой трубочкѣ, поднимется при этомъ на пять полдюймовъ. Такимъ-образомъ, меньшій водяной столбъ движется съ пятерною скоростью, подобно меньшей гирѣ на плечѣ рычага, которое въ 5 разъ длиннѣе другаго. Другой водяной столбъ имѣетъ пятерной вѣсъ и единичную скорость. Но по §§ 16 и 17, механическая работа для движенія пятерной массы будетъ въ пять разъ больше той, которая нужна для движенія единичной массы съ единичною скоростью. Следовательно, противоположныя дѣйствія обоихъ водяныхъ столбовъ будутъ совершенно равны между собой, и ни

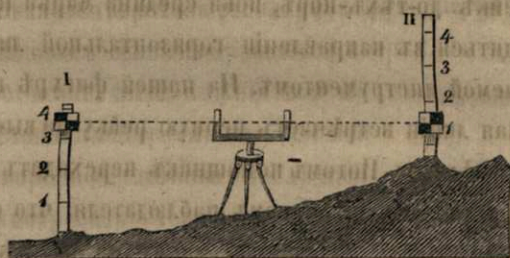
одинъ изъ нихъ не можетъ двигать другаго. Еслибы большій водяной столбъ стоялъ ниже, то онъ не имѣлъ бы пьтерной массы, и былъ бы поднимаемъ меньшимъ столбомъ до-тѣхъ-поръ, пока бы это произошло

32. Примѣненіе закона сообщающихся сосудовъ. На предъидущемъ законѣ основывается устройство нивеллира, водопроводовъ, фонтановъ и артезіанскихъ колодцевъ.

а. Нивеллиръ, или водяной уровень, состоитъ изъ горизонтальной металлической трубки въ 3 фута длиною, оба конца которой вертикально загнуты вверхъ и снабжены стеклянными трубочками. Въ одну изъ

Нивеллиръ.

фиг. 81.



нихъ налита окрашенная какимъ-либо яркимъ цвѣтомъ вода, которая проходитъ также и въ другую сообщающуюся съ ней стеклянную трубочку; поверхности воды въ той и въ другой трубочкѣ обозначаютъ горизонтальное направленіе, при всякомъ положеніи трубки. Снарядъ утверждается на треножникѣ, и иногда снабжается еще зрительною трубою. Онъ употребляется при проложеніи шоссе и желѣзныхъ дорогъ, при проведеніи каналовъ и водопроводовъ, чтобы опредѣлить на сколько уклоняется поверхность земли отъ горизонтальнаго направленія, на сколько одинъ пунктъ лежитъ выше

другаго. Для этого нужны еще два бруска, раздѣленные на футы и дюймы, снабженные внизу острыми металлическими наконечниками для удобнаго втыканія въ землю, и называемые рейками. Положимъ, что требуется опредѣлить разность высотъ двухъ пунктовъ I и II, удаленныхъ другъ отъ друга на нѣсколько сотъ футовъ. На обоихъ мѣстахъ втыкаются вертикально рейки, и приблизительно по срединѣ между ними устанавливается нивелиръ. Черезъ поверхности воды въ обѣихъ трубочкахъ его, смотря сначала на рейку I, и подають рукою условные знаки стоящему тамъ помощнику, чтобы онъ поднималъ выше или опускалъ марку, выкрашенную черною и бѣлою краскою и движущуюся на рейкѣ до-тѣхъ-поръ, пока середина марки не будетъ находиться въ направленіи горизонтальной линіи, обозначаемой инструментомъ. На нашей фигурѣ горизонтальная линія встрѣчаетъ первую рейку на высотѣ четырехъ футовъ. Потомъ помощникъ переходитъ къ рейкѣ II, и узнаетъ, по знакамъ наблюдателя, что онъ долженъ поставить подвижную марку на высотѣ одного фута. Итакъ пунктъ I лежитъ на 4 фута, а пунктъ II только на одинъ футъ ниже обозначенной нивелиромъ горизонтальной линіи, и отсюда слѣдуетъ, что первый пунктъ лежитъ на 3 фута ниже втораго, или что мѣстность между обоими пунктами имѣетъ 3 фута наклона.

Водопроводы.

б. Водопроводы. Изъ закона относительно сообщающихся сосудовъ слѣдуетъ, что вода можетъ быть проведена по трубамъ къ каждому мѣсту, лежащему не выше источника или бассейна, изъ котораго она вытекаетъ. Отъ высоты, на которой находится обильный

источникъ воды, начинаютъ водопроводъ, пролагаемый обыкновенно подъ землею; въ долинахъ онъ направляется внизъ, и можетъ переходить черезъ возвышенія, если только они лежатъ ниже источника. Трубы, лежащія въ глубокихъ долинахъ, приготавливаются прочнѣе, потому-что они должны выдерживать большее давленіе. Изъ главныхъ водопроводовъ, идущихъ черезъ городъ, могутъ вести меньшія трубы по различнымъ этажамъ домовъ, которыя открываются и закрываются здѣсь по произволу посредствомъ крановъ.

с. Фонтаны. Опытъ. Къ сосуду съ неслишкомъ узкимъ горлышкомъ подбирается хорошая пробка и въ ней дѣлаются два отверстія круглымъ подпилкомъ. Въ одно изъ нихъ вставляется короткая стеклянная трубочка, которая узкимъ концомъ своимъ обращается кверху. Въ другое отверстіе вставляется нижній конецъ длинной стеклянной трубки, снабженной вверху воронкой; вмѣсто послѣдней можно употребить также жестяную трубочку, припаянную къ обыкновенной воронкѣ. Вода, налитая въ воронку, наполняетъ сосудъ и проходитъ въ короткую трубочку. Еслибы послѣдняя была выше, то жидкость должна бы стоять въ ней такъ же высоко, какъ и въ длинной трубкѣ. Поэтому вода бьетъ вверхъ, гонимая давленіемъ болѣе длиннаго водянаго столба, но не достигаетъ вполне высоты воронки, которая представляетъ бассейнъ въ малыхъ размѣрахъ. Бьющая вверхъ вода задерживается въ этомъ случаѣ треніемъ въ отверз-

Фон. аны.

Фиг. 82. а.



тии трубки, сопротивленіемъ воздуха и тяжестью обратно ниспадающей воды.

Если пожелаютъ заказать для себя такой фонтанъ жестяныхъ дѣлъ мастеру, то можно дать ему устройство, представленное на фигурѣ 82-й, *b*.

фиг. 82. *b*.



Въ большихъ размѣрахъ, фонтаны устроиваются подобнымъ же образомъ, близъ какой-нибудь высоты. Они называются гидростатическими фонтанами, потому что они дѣйствуютъ вслѣдствіе давленія воды. Въ Санеуеи, близъ Потедама, вода собирается въ бассейнѣ, устроенномъ на возвышеніи и поднимается туда паровою машиною изъ Гавеля; изъ бассейна она идетъ по чугуннымъ тру-

бамъ къ главному фонтану и бьетъ до высоты 114 футовъ. Фонтанъ на Вильгельмскомъ возвышеніи, близъ Касселя, также получаетъ воду съ близлежащей горы, и струя его имѣетъ около 150 футовъ высоты.

Артезіанскіе
колодцы.

d. Артезіанскія колодцы. Артезіанскіе колодцы получили свое названіе отъ графства Артуа, въ сѣверной Франціи, гдѣ ихъ сверлили въ первый разъ. На мѣстахъ не слишкомъ высокихъ, гдѣ или каменный слой или вода стоитъ на большой глубинѣ и, слѣдовательно, устройство обыкновеннаго колодца обошлось бы слишкомъ дорого земля просверливается горнымъ сверломъ,

и въ отверстіе вставляются желѣзныя трубы, шириною около 5 дюймовъ. При счастливомъ исходѣ дѣла, на глубинѣ нѣсколькихъ сотъ футовъ, встрѣчаютъ воду, которая, по вынутіи сверла, бьетъ фонтаномъ изъ трубы или по-крайней-мѣрѣ поднимается на такую высоту, что ее можно удобно доставать оттуда.

Возможность устройства артезіанскаго колодца зависитъ отъ свойства, лежащихъ одинъ надъ другимъ слоевъ земли. Во-первыхъ, на высокомъ мѣстѣ непо-

фиг. 83.



средственно на поверхности земли долженъ находиться песчаный слой, въ который бы всасывалась вода; потомъ слой этотъ долженъ продолжаться подъ поверхностью земли до того мѣста, гдѣ она просверливается, и въ-третьихъ, выше и ниже этого слоя должны лежать слои глины или камня, которые бы нигдѣ не пропускали воду. Если просверлить верхній непроницаемый слой, то на основаніи закона сообщающихся сосудовъ получится струя воды, теплота которой почти всегда бываетъ болѣе теплоты воздуха.

Одинъ изъ знаменитѣйшихъ артезіанскихъ колодцевъ, отличающійся богатствомъ воды, находится въ Гренеллѣ, близъ Парижа; вода бьетъ въ немъ съ глубины 1700 футовъ до высоты 86 футовъ надъ поверхностью земли. Другой подобный примѣръ представляетъ

колодезь въ Брукѣ, близъ Эрлангена, имѣющій 448 футовъ глубины; струя воды въ два дюйма шириною поднимается до высоты 70 футовъ.

Первоначальной цѣлью устройства артезіанскихъ колодезевъ было добываніе годной для питья воды; но многіе изъ нихъ, по богатству воды и ея свойству получили другое употребленіе. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ сѣверной Франціи добытая такимъ-образомъ струя воды непосредственно употребляется для движенія мельничнаго колеса. Въ Гейльброннѣ изъ 5 отверстій, около 100 футовъ глубиною, добывается достаточное количество воды для движенія машинъ въ находящихся тутъ бумажной, бѣлизной и льнопрядильной фабрикахъ. Нѣкоторые изъ артезіанскихъ колодезевъ доставляютъ поваренную соль, какъ напримѣръ близъ Миндена, или имѣютъ значеніе цѣлительныхъ источниковъ, каковы колодцы въ Каннстатѣ, близъ Штутгарда.

Капельная
жидкость,
какъ приводъ.

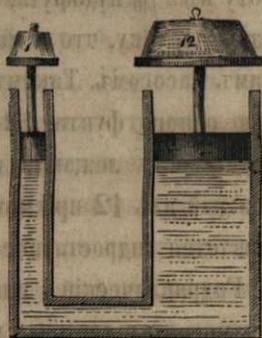
83. Капельная жидкость, какъ приводъ. Въ двухъ со-общающихся трубкахъ, изъ которыхъ одна заключаетъ въ себѣ въ 12 разъ болѣе воды, нежели другая, меньшій водяной столбъ обладаетъ въ 12 разъ большею скоростью, и потѣму уравнивается въ 12 разъ болѣе вѣсъ воды въ широкой трубкѣ. Если наполнить водою только нижнюю часть сообщающихся трубокъ, и вставить въ каждую изъ нихъ плотно входящій поршень, и на каждый поршень положить по гирѣ одинаковаго вѣса съ со-державшимся въ ней прежде водянымъ столбомъ, тогда гиря, лежащая на меньшемъ поршнѣ, уравнивается въ 12 разъ болѣе вѣсъ, дѣйствующій на другой поршень.

Чтобы въ дѣйствительности произвести этотъ опытъ, нужно имѣть металлическія сообщающіяся трубы. Сна-

чала ихъ доверху наполняютъ водою, потомъ вгоняютъ въ 12 разъ большій поршень и двигаютъ его внизъ, такъ что вода переливается че-

Фиг. 84.

резъ края узкой трубки; пока она еще наполнена доверху, вставляютъ меньшій поршень. Такимъ-образомъ, между водою и поршнемъ не будетъ заключаться воздуха. Гири, поставленныя тогда на горизонтальныя досечки, утвержденныя на вертикальныхъ стержняхъ поршней, будутъ на-



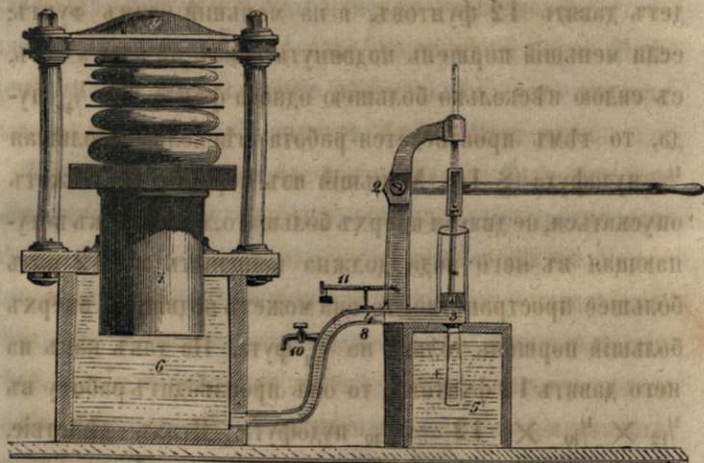
ходиться въ равновѣсїи, если на большій поршень будетъ давить 12 фунтовъ, а на меньшій одинъ фунтъ; если меньшій поршень подвинуть внизъ на одинъ футъ, съ силою нѣсколько большею одного фунта или $\frac{1}{40}$ пуда, то тѣмъ произведется работа нѣсколько большая $\frac{1}{40}$ пудофута (§ 16). Меньшій изъ поршней не можетъ опускаться, не двигая вверхъ большаго, и такъ какъ вступающая въ него вода должна наполнить въ 12 разъ большее пространство, то она можетъ подвинуть вверхъ большій поршень только на $\frac{1}{12}$ фута. Но такъ какъ на него давить 12 фунтовъ, то онъ производитъ работу въ $\frac{1}{12} \times \frac{1}{40} \times 12 = \frac{1}{40}$ пудофута. Итакъ дѣйствіе, произведенное на меньшій изъ двухъ сообщающихся водяныхъ столбовъ, преобразовывается капельною жидкостью такимъ-образомъ, что большій столбъ воды, съ потерю въ пройденномъ пути, поднимаетъ большій грузъ. Поршень его производитъ вверхъ давленіе 12 фунтовъ и движется на $\frac{1}{12}$ фута. Если теперь узкая трубка имѣетъ одинъ футъ высоты, и поршень ея под-

винуть на одинъ футъ внизъ, то этотъ водяной столбъ истощилъ уже всю свою работу, и неспособенъ ни къ какому дальнѣйшему дѣйствію. Чтобы произвести работу въ $\frac{12}{40}$ пудофута, должно 12 разъ наполнить водою узкую трубку, что и можетъ быть произведено маленькимъ насосомъ. Такимъ-образомъ, двигая внизъ съ силою одного фунта 12 мѣньшихъ водяныхъ столбовъ, поднимаютъ лежащій на большемъ поршнѣ грузъ въ каждый изъ 12 пріемовъ на $\frac{1}{12}$ фута. На этомъ основывается гидростатическій прессъ.

Гидравлическій прессъ.

Гидравлическій или водяной прессъ изобрѣтенъ Брамою; онъ состоитъ изъ двухъ сообщающихся трубъ,

фиг. 85.



снабженныхъ поршнями; болѣе узкая изъ нихъ представляетъ сгустительный насосъ (§ 122). На чертежѣ сгустительный насосъ изображенъ съ правой стороны; стержень его поршня 1 движется вверхъ и внизъ посредствомъ рычага, который вращается около точки 2, и справа имѣетъ рукоятку. На днѣ сгусти-

тельного насоса устроены металлическій или толстый кожаный клапанъ 3, который прикрѣпленъ съ лѣвой стороны, и можетъ открываться кверху. Когда поршень сгустительнаго насоса поднимается, то вода изъ сосуда 5 устремляется въ трубочку 4, открываетъ клапанъ 3 и вступаетъ подъ поршень. Когда же работникъ снова опускаетъ поршень внизъ, то вода давить сверху на клапанъ и плотно закрываетъ его. Такимъ-образомъ этотъ подвижной клапанъ допускаетъ движеніе жидкости въ одну сторону, но преграждаетъ обратное движеніе. Водѣ представляется тогда одинъ выходъ: черезъ изогнутую трубку въ широкій чугунный цилиндръ 6. Поршень 7 этого цилиндра имѣетъ сверху металлическую доску, на которую и кладутся сжимаемыя вещества. Передъ употребленіемъ прессы, поршень этотъ вынимается изъ цилиндра и цилиндръ наполняется водою. Если теперь насосомъ вогнать въ цилиндръ еще нѣкоторое количество воды, то поршень подвинется вверхъ на малое пространство, но съ значительнымъ давленіемъ. Чтобы повинути его далѣе, снова поднимаютъ рычагъ и поршень насоса, при чемъ онъ снова наполняется водою изъ сосуда 5. Но при этомъ вода изъ широкаго цилиндра и изогнутой трубки также возвратилась бы въ насосъ; для воспрепятствованія этому, устроены другой клапанъ 8, который допускаетъ движеніе воды въ цилиндръ, но дѣлаетъ невозможнымъ возвращеніе ея въ насосъ. При продолжающемся давленіи насоса, поршень цилиндра мало-помалу поднимается; и прижимаетъ положенныя на него вещества къ верхней доскѣ 9 крѣпкаго желѣзнаго станка. Чтобы прекратить давленіе, стоитъ только от-

крыть кранъ 10 и выпустить воду. Сверхъ-того изогнутая трубка снабжена еще предохранительнымъ клапаномъ 11; это короткая трубка, поршень которой нажимается внизъ висящею на рычагѣ гирею; когда давленіе насоса возрастаетъ до такой степени, что трубка можетъ лопнуть, тогда давленіемъ воды открывается на время предохранительный клапанъ и часть воды вытекаетъ изъ трубки.

Дѣйствіе гидростатическаго прессы.

Положимъ, что работникъ давитъ внизъ рычагъ насоса съ силою одного пуда, и что рукоятка рычага отстоитъ отъ точки опоры 2 въ 10 разъ далѣе нежели стержень поршня; тогда меньшій поршень нажимается внизъ съ силою 10 пудовъ. Если сверхъ-того, поршень цилиндра имѣетъ въ 20 разъ большій поперечникъ или, что одно и то же, въ 400 разъ большую поверхность, нежели меньшій поршень, то онъ произведетъ уже весьма значительное давленіе, и именно въ $400 \times 10 = 4000$ пудовъ. Около четверти этого дѣйствія поглощается треніемъ поршня; слѣдовательно положенное въ прессъ тѣло сжимается силою 3000 пудовъ. Итакъ, гидравлическій прессъ производитъ большую работу нежели винтъ или клинъ, которые подвержены большей потерѣ работы. Но тотъ, кто желаетъ произвести столь значительное давленіе, и не хочетъ довольствоваться меньшимъ дѣйствіемъ, долженъ помнить, что при этомъ произойдетъ большая потеря во времени и что, слѣдовательно, прессъ сжимаетъ очень медленно. Положимъ, что поршень прессы долженъ подняться вверхъ на одинъ футъ, и произвести при этомъ давленіе въ 3000 пудовъ, т.-е. произвести работу въ 3000 пудо-

футовъ. Сильный работникъ можетъ подвигать внизъ рукоятку рычага съ силою одного пуда на 20 дюймовъ въ каждую секунду; поршень насоса лежитъ въ 10 разъ ближе къ точкѣ опоры рычага, и каждый разъ проходитъ только два дюйма. Поршень прессы имѣетъ въ 400 разъ большую поверхность, и по этому поднимется въ то же время только на $\frac{1}{200}$ дюйма; необходимо, чтобы поршень насоса прошелъ свой путь 2400 разъ, чтобы поршень прессы подвинулся вверхъ на $2400 \times \frac{1}{200}$ дюймовъ = 1 футу. Чтобы машина произвела полезную работу въ 3000 пудофутовъ, рука работника должна при этомъ пройти путь въ $20 \times 2400 = 48000$ дюймовъ или 4000 фут. съ силою одного пуда, т. е. произвести работу въ 4000 пудофутовъ, не считая еще при этомъ той небольшой работы, которая необходима для поднятія малаго поршня. Итакъ онъ долженъ работать въ продолженіи 2400 секундъ или 40 минутъ.

83. Явленія сѣпленія и прилипанія. Существуютъ явленія, которыя уклоняются отъ предъидущаго закона и производятся силою, обнаруживающеюся при прикосновеніи двухъ тѣлъ.

А. СѢПЛЕНІЕ ТВЕРДЫХЪ ТѢЛЪ.

Опытъ. Кусокъ резинки разрѣзывается ножницами на 2 части; затѣмъ эти два куска снова прижимаются одинъ къ другому тѣми же поверхностями, причемъ не слѣдуетъ касаться до нихъ пальцами. Части резинки прилипнутъ одна къ другой. Если попробуемъ оторвать ихъ, то замѣтимъ, что онѣ удерживаются одна другую съ замѣтною силою. Сжатіе производитъ

Сѣпленіе
твердыхъ
тѣлъ.

фиг. 86.



то, что оба куска прикасаются между собою во многихъ точкахъ. Напротивъ, если двѣ половинки разрѣзанной резинки слабо прижать одну къ другой, такъ-что онѣ будутъ прикасаться между собою въ меньшемъ числѣ точекъ, тогда оба куска будутъ взаимно удерживаться съ меньшею силою.

Такимъ образомъ, пыль садится на стѣны и приста-
етъ къ потолку комнаты; эти маленькія тѣла удержи-
ваются притягательною силою, которая превосходитъ
ихъ вѣсъ, хотя бы по закону тяжести они должны бы-
ли упасть внизъ. Полированные зеркальныя стекла, по-
ложенныя одно на другое на зеркальныхъ фабрикахъ,
часто слипаются между собою такъ сильно, что ихъ
нельзя раздѣлить не разбивъ обоихъ. Металлическія
пластинки, прикасающіяся между собою только въ не-
многихъ точкахъ, по причинѣ ихъ неровностей, прили-
паютъ одна къ другой съ едва замѣтною силою; когда
же онѣ тщательно отшлифованы, то слипаются уже
довольно сильно. Сажа, т. е. мелко раздробленный уголь,
садится на внутреннія стѣнки печи и кухонную посуду.

Твердыя тѣла, поверхности которыхъ прикасаются,
сцѣпляются между собою вслѣдствіе взаимнаго притя-
женія. Эта притягательная сила, называемая сцѣпле-
ніемъ, дѣйствуетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ въ большемъ
числѣ точекъ прикасаются два тѣла.

Важное приложеніе взаимнаго сцѣпленія твердыхъ
тѣлъ состоитъ въ особаго рода серебрениі или сплю-
щиваніи тонкой серебряной пластинки съ лежащею
подъ нею толстою мѣдною пластинкою, причемъ ме-
таллы прочно соединяются между собою во многихъ
точкахъ; въ свариваніи двухъ кусковъ желѣза, кото-

рые накаливаются и сжимаются вмѣстѣ ударами молота, чѣмъ и производится соприкосновеніе ихъ въ болѣшомъ числѣ точекъ; въ рисованіи карандашемъ и мѣломъ, причемъ частицы этихъ твердыхъ тѣлъ сѣпляются съ частицами бумаги или дерева.

В. Прилипаніе жидкаго и твердаго тѣла одного къ другому.

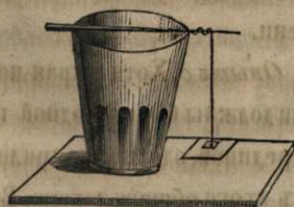
Опытъ а. На небольшой лоскутокъ гладкой писчей бумаги, пропитанной масломъ или стеариномъ, опускается капля воды. Она сохраняетъ при этомъ свою форму. Слѣдовательно, одна сила тяжести не въ состояніи раздѣлить между собою частицы воды, образующія каплю, и произвести ея растеченіе. Однакожъ, какъ капля воды растекается на обыкновенной не масляной писчей бумагѣ, то при этомъ должна дѣйствовать еще какая-то другая сила, притягивающая воду къ бумагѣ. Эта сила — прилипаніе жидкаго тѣла къ твердому. Бумага притягиваетъ къ себѣ воду, становится мокрою и пропитывается водою или промокаетъ. Масляная бумага не промокаетъ, потому-что частицы ея не обнаруживаютъ замѣтнаго притяженія къ частицамъ воды и на оборотъ.

Такъ-какъ сила прилипанія начинаетъ дѣйствовать только при прикосновеніи, то она можетъ производить лишь весьма незначительное движеніе. На столовый стаканъ кладетъ палочка, концы которой выставлены съ краевъ,

Вслѣдствіе прилипанія тѣла становится мокрымъ.

Движеніе производимое прилипаніемъ.

Фиг. 87.



Потомъ тонкая бумажная нить, вѣшается на палочку такъ, чтобы нижній конецъ ея едва касался поверхности стола. Если тогда придвинуть къ концу нити находящуюся на масляной бумагѣ каплю воды, то, при приближеніи ея, обнаружится сила прилипанія, нить быстро подвинется, и придетъ въ соприкосновеніе съ водой.

Болѣе совершенное прикосновеніе и прилипаніе жидкаго тѣла къ твердому.

Опытъ b. Изъ сигариаго ящика приготовляются двѣ тонкія досечки, въ два пальца шириною и втрое болѣе длинны; каждая изъ нихъ смачивается съ одной стороны водою; и затѣмъ кладутся одна на другую мокры-

фиг. 88.



ми поверхностями. Если поднимать тогда верхнюю досечку, то нижняя поднимется вмѣстѣ съ нею. Когда между

ними не было жидкости досечки по причинѣ неровностей соприкасались въ немногихъ только точкахъ и не прилипали одна къ другой; жидкость касается твердаго тѣла въ большемъ числѣ точекъ и прилипаетъ къ верхней досечкѣ, нижняя досечка также прилипаетъ къ жидкости, а частицы послѣдней слипаются между собою и взаимно удерживаются; иначе тяжесть нижней досечки раздѣлила бы ихъ и нижняя досечка упала бы. Опытъ этотъ можетъ быть также произведенъ съ двумя стеклянными кружками или съ двумя монетами, выпуклости которыхъ стерлись отъ времени.

Вогнутая поверхность жидкости въ сосудѣ.

Опытъ c. Хотя и края поверхности спокойной жидкости должны быть въ одной горизонтальной плоскости съ серединой, однакожь прилипаніе производитъ отклоненіе отъ этого общаго закона. Внутреннія стѣнки сосуда при-

тягиваютъ воду и поднимаютъ ее нѣсколько вверхъ близъ краевъ. Поэтому по краямъ вода стоитъ нѣсколько выше, нежели въ срединѣ сосуда. Яенѣ можно наблюдать это дѣйствіе прилипанія, погружая въ воду чистую палочку; вода поднимается вверхъ вокругъ нея, и будетъ стоять здѣсь выше общей горизонтальной поверхности.

фиг. 89.



Опытъ d. Если при выливаніи воды только немного наклонять сосудъ, то жидкость, притянутая наружною стѣнкою, будетъ стекать по ней внизъ, вмѣсто-того чтобы падать отвѣсно. Чтобы воспрепятствовать этому, сосудъ наклоняется сильнѣе и тѣмъ вытекающая жидкость удаляется отъ наружной стѣнки, или сосудъ снабжается рывцемъ, причемъ

Стекание воды по наружнымъ стѣнкамъ сосуда.

фиг. 90.



вода при вытеканіи тотчасъ принимаетъ направленіе болѣе уклоненное отъ наружной стѣнки. Но для произведенія опытовъ часто пользуются при выливаніи самымъ прилипаніемъ; палочка прикладывается отвѣсно къ краю сосуда; притягательная сила ея указываетъ путь жидкости, которая и стекаетъ внизъ, вдоль палочки.

Весьма часто встрѣчаются приложенія взаимнаго прилипанія твердыхъ и жидкихъ тѣлъ, при этомъ почти всегда выбираются такія жидкости, которыя твердѣютъ впоследствии. Въ жидкомъ состояніи, онѣ прикасаются къ твердому тѣлу во многихъ точкахъ, и это тѣсное прикосновеніе остается и по отвердѣніи жид-

ности. Поэтому жидкимъ состояніемъ пользуются здѣсь для произведенія тѣснаго прикосновенія и вслѣдствіе того сильнаго прилипанія отвердѣвшей жидкости. Такимъ-образомъ чернила, по испареніи жидкости, остаются на бумагѣ чернильный порошокъ; при крашеніи и рисованіи, жидкое состояніе красокъ усиливаетъ ихъ прилипаніе, которое продолжается и по отвердѣніи ихъ; при приготовленіи бѣлой жести, простая жестъ покрывается оловомъ; для этого она тщательно очищается, смазывается жиромъ, и потомъ опускается въ растопленное олово, которое пристаётъ къ ней въ жидкомъ состояніи, и потомъ крѣпко удерживается по отвердѣніи. Жидкость, помѣщенная между двумя твердыми тѣлами, переходя постепенно въ твердое состояніе, склеиваетъ ихъ между собою, вслѣдствіе своего прилипанія къ тому и другому и вслѣдствіе силы сдѣянія, съ которою частицы жидкости взаимно удерживаются, какъ это было уже замѣчено въ опытѣ *б*. Подобно тому, какъ хорошій клей такъ крѣпко соединяетъ два куса дерева, что скорѣе раскалывается самое дерево, чѣмъ клей отстаетъ отъ него, — цементъ изъ песку и извести крѣпко связываетъ сосѣдніе камни. Прилипаніе и внутреннее сдѣяніе сургуча склеиваетъ два листка бумаги; крахмальный клейстеръ, т. е. крахмалъ распущенный въ холодной водѣ и облитый горячею при безпрестанномъ помѣшиваніи его, также крѣпко соединяетъ намазанные имъ предметы. Чтобы спаять между собою металлы, ихъ смачиваютъ растворомъ нашатыря, кладутъ на нихъ кусочки припоя или олова и калятъ на спиртовой лампѣ или угольяхъ, до-тѣхъ-поръ пока не растопится припой. При золоченіи дерева, его покрыв-

вають яичнымъ бѣлкомъ и деревяннымъ масломъ и потомъ уже листовымъ золотомъ; для того чтобы избавиться отъ прилипанія, тамъ гдѣ оно мѣшается, его преодолеваютъ обыкновенно треніемъ, какъ напр. при очищеніи ногъ отъ грязи и снѣгу, при мытьѣ и чищеніи посуды.

85. Капиллярность, или волосность.

Опытъ а. Очень узкія стеклянныя трубочки, внутренняя ширина которыхъ едва превосходитъ толщину волоса, называются волосными или капиллярными трубочками. Если такую трубочку опустить въ наполненный водою сосудъ, то жидкость поднимется въ ней гораздо выше, чѣмъ въ сосудѣ. Между внутренними стѣнками трубочки и водою обнаруживается прилипаніе; такъ—какъ трубочка очень узка, то притягательныя силы противолежащихъ стѣнокъ помогаютъ одна другой, и соединенными усиліями увлекаютъ воду вверхъ. Она поднимается тѣмъ выше, чѣмъ уже трубочка. Этотъ образъ дѣйствія прилипанія, обнаруживающійся въ узкихъ трубочкахъ, получилъ названіе капиллярности, или волосности.

Фиг. 91.



Капиллярность.

Опытъ а. Капиллярность.

Опытъ б. Смоченная палочка опускается въ стаканъ съ водою такъ, чтобы она приходилась очень близко къ стѣнкѣ сосуда. Въ этомъ узкомъ волосномъ промежуткѣ, вода замѣтно поднимется вверхъ, подобно тому, какъ кофе между внутреннею стѣнкою чашки и опущенною въ нее ложкою обыкновенно поднимается надъ окружающею поверхностью жидкости.

Опытъ в. На ложку, содержащую нѣсколько капель

воды или кофе, кладется кусокъ сахару такъ, чтобы онъ нижнею своею частию касался жидкости; послѣдняя быстро поднимется въ сахаръ, который совершенно промокнетъ, что легко замѣтить по измѣнившемуся цвѣту его. Между частицами сахара находится большое число промежутковъ или поръ, образующихъ узкіе каналы, внутреннія стѣнки которыхъ притягиваютъ жидкія тѣла. Подобнымъ же образомъ опытъ этотъ можетъ быть произведенъ съ бумажною нитью, нижній конецъ которой опущенъ въ жидкость.

Вслѣдствіе капиллярности, губка втягиваетъ воду; пропускная бумага втягиваетъ чернила; масло и спиртъ поднимаются въ свѣтильняхъ, и чернила въ узкихъ трещинахъ пера. Платки вбираютъ въ себя влажность при вытираніи мокрыхъ предметовъ; на влажномъ грунтѣ, стѣны изъ рыхлаго камня всегда бываютъ сыры; въ поддонники цвѣточныхъ горшковъ мы наливаемъ воду, рассчитывая на то, что она поднимется до корней цвѣтка, вслѣдствіе капиллярности рыхлой земли.

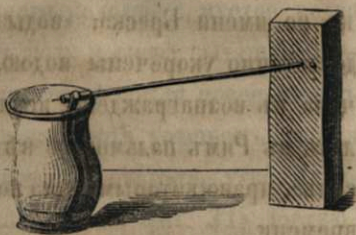
Расширеніе
вслѣдствіе ка-
пиллярности.

Расширеніе тѣлъ производимое капиллярностью. Въ нѣкоторыхъ тѣлахъ обнаруживается столь большая сила капиллярности, что она, втягивая болѣе-и-болѣе воды, принуждаетъ частицы твердаго тѣла удалиться одни отъ другихъ, причемъ они увеличиваются въ объемъ и расширяются. Ясно обнаруживается это въ слѣдующемъ опытѣ.

Опытъ d. Полоска пропускной бумаги, въ палецъ шириною, прокалывается вверху однимъ концомъ проволоки или вязальной спицы. Чтобы утвердить бумагу въ этомъ положеніи, на проволоку насаживаются маленькія пробочки, и бумага сжимается ими съ обѣ-

ихъ сторонъ. Свободный конецъ бумажной полоски прикрѣпляется воскомъ къ внутренней стѣнкѣ нижней части пустого стакана такъ, чтобы проволока лежала на краю его и наружный конецъ ея былъ бы выше. На вертикально стоящей доскѣ или

фиг. 92



книгѣ, замѣчается какимъ-нибудь образомъ высота, на которой находится этотъ конецъ проволоки. Въ такомъ положеніи проволока представляетъ неравноплечный рычагъ (§ 13 и § 17); край стакана служить ему точкою опоры; если тогда бумага расширится кверху, то наружное болѣе длинное плечо замѣтно опустится внизъ. Это произойдетъ, какъ-скоро въ сосудъ нальютъ немного воды: капиллярность заставляетъ ее подниматься вверхъ по бумагѣ, расширеніе которой ясно обнаруживается рычагомъ.

Поэтому, при наклеиваніи бумаги на доску для рисованія, она предварительно смачивается водою; бумага при этомъ расширяется, а высохнувъ, стремится снова сжаться, и гладко натягивается по всему своему протяженію. Двери и окна разбухаютъ при сырой погодѣ; камни часто раскалываются клиньями, которые вгоняются въ ихъ трещины, и потомъ расширяются при наливаніи воды. Натянутыя веревки становятся толще и короче, если ихъ смачивать. Это средство дало возможность поставить въ Римѣ, передъ церковью св. Петра, тяжелый обелискъ въ 32,000 пудовъ; канаты полиспастовъ были слишкомъ длинны, и по-

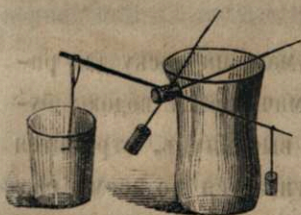
этому нельзя было далѣе поднимать обелискъ; тогда папа Сикстъ V-й наложилъ на зрителей глубокое молчаніе. Въ это время раздался крикъ молодого моряка, по имени Бреска: «воды на канаты!» Канаты были достаточно укорочены водою, и фамилія Бреска получила въ вознагражденіе исключительное право доставлять въ Римъ пальмовыя вѣтви въ вербное воскресенье, право, которымъ она пользуется и до настоящаго времени.

ДАВЛЕНІЕ ТѢЛА ПОГРУЖЕННАГО ВЪ ЖИДКОСТЬ.

86. Потеря въ вѣсѣ тѣла, погруженнаго въ жидкость.

Опытъ. Ось вѣсовъ, устроенныхъ изъ спицъ для

фиг. 93.



опыта 12 *a.*, кладется на столовый стаканъ. Къ одному плечу, на лошадиномъ волосѣ или тонкой нити привѣшивается кусочикъ проволоки или булавка; на другомъ же плечѣ утверждается

пробка такъ, чтобы она уравнивала булавку. Если тогда поставить подъ булавкой небольшой сосудъ съ водою, такъ чтобы она вся погрузилась въ жидкость, то булавка поднимется вверхъ, и другое плечо вѣсовъ получить перевѣсъ. Вода стремится поднять булавку, и отчасти поддерживаетъ ее, поэтому послѣдняя не будетъ давить внизъ вѣсѣмъ своимъ вѣсомъ.

Поэтому работники при водяныхъ постройкахъ передвигаютъ подъ водою большіе камни такого вѣса, что въ воды они не могли бы быть подняты рукою человѣка. Въ бѣльшей части колодезевъ, пустое ведро должно быть погружено въ воду и снова вытасчено, когда оно наполнится; иногда это дѣлается посредствомъ длиннаго шеста, загнутаго на концѣ крючкомъ, иногда же бадья вытаскивается помощью каната, утвержденного на валу, какъ представлено на фиг. 31; достающіе воду постоянно испытываютъ, что для поднятія полнаго ведра, пока оно еще находится подъ водою, требуется очень небольшое усиліе съ ихъ стороны, потому—что вода почти вполне поддерживаетъ ведро; но какъ—скоро оно поднимется надъ поверхностью воды, то требуетъ уже несравненно бѣльшаго напряженія силъ. Такимъ же образомъ рыбаки беззаботно тянутъ съѣсть съ рыбою, пока она находится въ водѣ, и рыба отчасти поддерживается ею; напротивъ, они очень осторожно вытаскиваютъ съѣсть на берегъ, потому—что тогда она должна выдерживать уже весь грузъ пойманной рыбы.

37. Величина потери въ вѣсѣ.

Опытъ. Жестяныхъ дѣлъ мастеру заказываются два цилиндра изъ жести; одинъ долженъ быть закрытъ сверху и снизу, наполненъ пескомъ и снабженъ вверху крючкомъ для привѣшиванія; другой же цилиндръ долженъ имѣть видъ маленькаго ведра и снабженъ крючкомъ внизу. Первый, закрытый или массивный, цилиндръ долженъ быть такой величины, чтобы онъ вполне погружался въ наполненный водою столовый стаканъ. Второй полый цилиндръ долженъ плот-

Опытъ съ по-
лымъ и мас-
сивнымъ ци-
линдромъ.

но надѣваться на массивный, подобно хорошо пригнанному футляру; поэтому оба они будутъ имѣть почти одинаковую высоту, и стѣнки каждаго изъ нихъ

фиг. 94.



въ мѣстахъ сная не должны находить одна на другую. Сверхъ-того, нужно еще такого устройства маленькіе вѣсы, какіе обыкновенно употребляются купцами. Шнурки одной чашки укорачиваютъ, связывая ихъ вмѣстѣ, вѣшаютъ на ней посредствомъ нитей сначала полый цилиндръ h , и снизу привѣшиваютъ къ нему на тонкой нити массивный цилиндръ m ; въ другую же чашку вѣсовъ кладутъ гири, пока не произойдетъ равновѣсія. Далѣе, подъ массивный цилиндръ ставятъ столовый стаканъ, и совершенно погружаютъ его въ воду. Вода тотчасъ подниметъ цилиндръ и чашка съ гирями опустится. Чтобы снова возстановить равновѣсіе, пользуются полымъ цилиндромъ h , и наливаютъ въ

него воды; коромысло вѣсовъ приметъ снова горизонтальное положеніе только тогда, когда полый цилиндръ будетъ совершенно наполненъ водою. Вода въ стаканѣ поддерживаетъ часть вѣса массивнаго цилиндра, и вѣсы показываютъ потерю въ его вѣсѣ. Полый цилиндръ имѣетъ такую величину, что точно вмѣщаетъ въ себѣ массивный, и теперь содержитъ количество воды по объему равное погруженному цилиндру. Это количество воды пополнило происшедшую потерю вѣса и, слѣдовательно, вѣсъ его равенъ части вѣса потерянной погруженнымъ цилиндромъ. Отсюда истекаетъ общій для всѣхъ жидкостей

Архимедовъ законъ: *тѣло, погруженное въ жидкость, теряетъ въ своемъ вѣсѣ столько, сколько вѣситъ равное ему по объему или вытѣсненное имъ количество жидкости.*

Архимедовъ законъ.

88. Равновѣсіе, опусканіе или поднятіе тѣла, погруженного въ жидкость. Чтобы удостовѣриться въ справедливости найденнаго Архимедомъ закона, слѣдуетъ припомнить, что на томъ мѣстѣ, которое впоследствии заняло погруженное тѣло, прежде находилась вода. Это количество воды удерживалось въ равновѣсіи остальною жидкостью. Еслибы вѣсъ его былъ болѣе направленного вверхъ давленія окружающей его жидкости, то оно бы опустилось. Напротивъ, еслибы давленіе вверхъ было больше этой массы воды, то она должна была бы подняться. Поэтому, давленіе, направленное противъ нея снизу вверхъ, совершенно равно вѣсу этой массы жидкости. Если твер-

Равновѣсіе, опусканіе или поднятіе тѣла, погруженного въ жидкость.

фиг. 95



дое тѣло займетъ мѣсто равнаго ему количества воды, то смотря по его вѣсу возможны три случая: 1) Тѣло одинаковаго вѣса съ равнымъ ему количествомъ жидкости, находится въ равновѣсіи на всякой глубинѣ, т.-е. не опускается и не поднимается, такъ какъ бы это была часть самой жидкости; взвѣсивъ его на вѣсахъ, мы удостовѣримся, что оно потеряло весь свой вѣсъ. 2) Тѣло бѣльшаго вѣса, нежели равное ему количество жидкости, опускается на дно или тонетъ. Оно имѣетъ перевѣсъ надъ давленіемъ жидкости, направленнымъ кверху. 3) Тѣло мѣньшаго вѣса, нежели равное ему количество жидкости, поднимается вверхъ и плаваетъ на ея поверхности. Направленное кверху давленіе жидкости беретъ верхъ надъ вѣсомъ погруженнаго тѣла и дозволяетъ ему погрузиться только отчасти, тогда какъ другая часть тѣла выставляется изъ воды.

Плаваніе.

89. Плаваніе. Пробка или еловое дерево, погруженное въ воду и предоставленное самому себѣ, поднимается вверхъ и плаваетъ на поверхности жидкости. Пробка и еловое дерево легче равнаго имъ по объему количества воды.

Опытъ а. Желѣзный гвоздь, положенный на поверхность воды, тонетъ, потому что желѣзо гораздо тяжелѣ воды. Но если гвоздь воткнуть въ довольно большую пробку и снова погрузить, то онъ будетъ плавать. Итакъ, всякое тѣло можно сдѣлать пловучимъ, прикрѣпивъ къ нему другое тѣло, которое легче равнаго ему по объему количества воды. Тяжелое и легкое тѣла составляютъ вмѣстѣ одно, которое уже достаточно легко.

Опытъ б. Въ блюдо, наполненное водою, погружается фарфоровое блюдечко, стеклянный цилиндръ, закры-

тый съ одного конца, или металлическая чашка. Фарфоръ, стекло и металлъ тяжелѣ воды, и потому опускаются на дно. Потомъ вода выливается изъ цилиндра и цилиндръ закупоривается; онъ представитъ тогда полое, наполненное воздухомъ тѣло и плаваешь на водѣ. Блюдечко и металлическая чашка также плаваютъ, если въ нихъ нѣтъ воды, и притомъ если они положены на поверхность ея такимъ-образомъ, что вогнутая сторона ихъ обращена кверху. Вогнутое стекло, фарфоръ или металлъ, вмѣстѣ съ содержащимся въ нихъ воздухомъ, легче, нежели равное имъ по объему количество воды.

Такимъ-образомъ можно строить желѣзные суда и употреблять для мостовъ мѣдные понтоны. Въ первую пуническую войну, Римляне поймали на островѣ Сициліи значительное число слоновъ, доставало только удобныхъ перевозочныхъ средствъ, чтобы переправить ихъ въ Италію; поэтому они воспользовались множествомъ пустыхъ бочекъ для устройства огромнаго плота; бочки были скрѣплены между собою, сверху насланъ досчатый полъ, и весь плотъ окруженъ перилами; наконецъ когда доски были посыпаны землею, слоны охотно вошли на плотъ и счастливо достигли итальянскаго берега. Голландскіе военные корабли переправляются черезъ песчаную банку Зюдерзэ такимъ-образомъ, что по обѣимъ сторонамъ корабля утверждаются канатами широкіе полые ящики четырехугольной формы, вслѣдствіе чего корабль менѣе глубоко сидитъ въ водѣ.

*Плаваніе чело- Плаваніе чело-
вѣка. Тѣло большей части людей нѣ- вѣка.
сколько легче равнаго ему по объему количества воды.*

Однакожь все-таки оно погружается, приблизительно, до середины носа, такъ-что вода покрываетъ ротъ и носъ и, слѣдовательно, препятствуетъ дыханію. Тогда вмѣсто воздуха вытягивается при дыханіи вода, и отяжелѣвшее отъ этого тѣло опускается внизъ. Только малая часть тѣла поднимается надъ поверхностью воды, и дѣло состоитъ въ томъ, чтобы эта выставленная часть изъ воды была ротъ и носъ. Поэтому, большая часть людей могутъ держаться на водѣ, лежа на спинѣ, и погружая въ воду затылокъ. Искусственное плаваніе состоитъ въ особыхъ толчкахъ о воду, и изучается уже легко, когда умѣютъ держаться на водѣ, лежа на спинѣ. Не умѣющіе плавать, падая въ воду, дѣлаютъ двѣ ошибки, которыя затрудняютъ ихъ спасеніе; они выставляютъ руки изъ воды, вытягивая ихъ кверху, чѣмъ и производится погруженіе головы, и вмѣсто-того, чтобы удержать дыханіе, они сильно выдыхаютъ воздухъ, причемъ объемъ тѣла уменьшается, а это въ свою очередь производитъ совершенное погруженіе его. Такъ-какъ жидкость уже сама собою почти достаточно поднимаетъ человѣческое тѣло, то необходимо только небольшое усиліе, чтобы спасти захлебывающагося; слишкомъ большое, и въ этомъ случаѣ совершенно бесполезное, усиліе подвергаетъ самого спасающаго опасности потерять равновѣсіе.—Въ тѣло захлебнушагося проникаетъ вода, отчего оно погружается; послѣ нѣкотораго времени начинается гніеніе, въ тѣлѣ развиваются газы и расширяютъ его такъ, что оно вытѣсняетъ мѣньшее количество воды и всплываетъ на поверхность; наконецъ сосуды, въ которыхъ развились газы, лопаются, вода проникаетъ въ ихъ отверстія, и тѣло погружается снова и уже навсегда.

90. Плотность, или удѣльный вѣсъ. Положивъ въ одну чашку вѣсовъ кусокъ дерева, а въ другую равный ему кусокъ желѣза, удостовѣримся, что желѣзо тяжелѣе равнаго ему куска дерева. Ледъ плаваетъ на водѣ, слѣдовательно, онъ легче равнаго ему по объему количества воды. Въ обоихъ случаяхъ мы сравнивали между собою одинаковое по объему количество различныхъ тѣлъ, и чтобы выразить это, мы обыкновенно говоримъ: удѣльный вѣсъ желѣза болѣе или желѣзо плотнѣе дерева; ледъ удѣльно легче или менѣе плотенъ, чѣмъ вода, и это потому, что частицы льда раздѣлены между собою большими промежутками и лежатъ менѣе плотно одна подлѣ другой, нежели частицы воды.

Еслибы въ три равные сосуда, которые вмѣщали бы въ себѣ одинъ лотъ воды, налили въ одинъ изъ нихъ воды, въ другой спирта и въ третій ртути, то это количество спирта вѣсило бы $\frac{4}{5}$ лота, а ртути $13\frac{1}{2}$ лотовъ. Кусокъ желѣза, который бы плотно входилъ въ одинъ изъ этихъ сосудовъ, вѣсилъ бы $7\frac{1}{2}$ лотовъ, равный ему по объему кусокъ еловаго дерева былъ бы въ $\frac{1}{2}$ лота вѣсомъ.

Вѣсъ различныхъ тѣлъ принято сравнивать съ вѣсомъ воды, какъ тѣла наиболѣе распространеннаго въ природѣ. Удѣльный вѣсъ или плотность есть число, показывающее во сколько разъ какое-либо тѣло тяжелѣе равнаго ему по объему количества воды. Такъ-какъ кусокъ еловаго дерева вѣситъ $\frac{1}{2}$ лота, а равное ему по объему количество воды 1 лотъ, то говорить, что удѣльный вѣсъ или плотность еловаго дерева $= \frac{1}{2}$. Плотность желѣза $= 7\frac{1}{2}$ т.-есть кусокъ желѣза вѣситъ въ $7\frac{1}{2}$ разъ болѣе, нежели равное ему по объему количество воды.

Плотность,
или удѣльный
вѣсъ.

отъ воды, и
отъ спирта, и
отъ ртути.

Плотность
твердыхъ
тѣлъ.

91. Опредѣленіе плотности твердыхъ тѣлъ. Плотность твердыхъ тѣлъ опредѣляется наилучшимъ образомъ помощью чувствительныхъ равноплечныхъ вѣсовъ, одна чашка которыхъ виситъ на болѣе короткихъ шнуркахъ; если не требуется слишкомъ большой точности, то для этого пользуются такъ-называемыми ручными вѣсами съ мѣднымъ коромысломъ, которые употребляются въ аптекахъ, и могутъ быть приобрѣтены за небольшую цѣну.

Плотность тѣла, которое тонетъ въ водѣ.

Опытъ а. Чтобы опредѣлить плотность куска цинка или какого-нибудь другаго твердаго тѣла, которое тонетъ въ водѣ, привязываютъ его на лошадиномъ во-

фиг. 96.



лосѣ къ чашкѣ вѣсовъ, которая виситъ на болѣе короткихъ шнуркахъ. Въ другую чашку кладутся гири до тѣхъ-поръ, пока коромысло не придетъ въ горизонтальное положеніе, и тогда онѣ дадутъ вѣсъ висящаго въ воздухѣ куска цинка, который предположимъ =

14 золотникамъ. Этотъ вѣсъ тѣла, получаемый простымъ взвѣшиваніемъ и обыкновенно называемый просто его вѣсомъ, для отличія отъ удѣльнаго вѣса, мы будемъ обозначать вѣсомъ абсолютнымъ. Далѣе, цинкъ погружается въ сосудъ съ водою. При этомъ равновѣсіе будетъ нарушено и чтобы снова возстановить его, должно будетъ положить два золотника въ чашку, висящую на короткихъ шнуркахъ. Эти два золотника даютъ потерю въ вѣсѣ цинка, или вѣсъ равнаго ему количества воды. Цинкъ вѣситъ 14 золотниковъ, равное ему количество воды 2 золотника, слѣдовательно онъ въ 7 разъ плотнѣе воды, или плотность его $= 7$.

Опытъ в. Тѣло, которое удѣльно легче воды, при погруженіи должно быть прикрѣплено къ удѣльно-тяжелѣйшему тѣлу. Для этого можно воспользоваться употребленнымъ выше кускомъ цинка, а потому, ничего не измѣняя въ опытѣ *а*, оставляютъ цинкъ въ водѣ и гири на чашкахъ, такъ-что 14 золотниковъ уравновѣшиваютъ два золотника вмѣстѣ съ погруженнымъ цинкомъ. Положивъ тогда въ чашку на короткихъ шнуркахъ кусокъ еловаго дерева, котораго вѣсъ желаютъ опредѣлить, прибавляютъ гири въ другую чашку для возстановленія равновѣсія. Если для этого пужень будетъ равно одинъ золотникъ, то это значить, что дерево вѣситъ 1 золотникъ. Чтобы пайти потерю его вѣса, вынимаютъ изъ воды цинковую пластинку, огибаютъ ею дерево и погружаютъ ихъ вмѣстѣ въ сосудъ. Чашка на короткихъ шнуркахъ поднимется и должно будетъ положить въ нее 2 золотника, чтобы привести коромысло снова въ горизонтальное положеніе. Два золотника составляютъ потерю въ вѣсѣ дерева или вѣсъ

Плотность пла-
вающего тѣла.

равнаго ему количества воды; вѣсъ же самага дерева составляетъ 1 золотникъ; слѣдовательно плотность еловаго дерева $= \frac{1}{2}$.

Плотность тѣла, раствореннаго въ водѣ.

Опытъ с. Если тѣло, плотность котораго желаютъ опредѣлить, растворимо въ водѣ, то его нельзя погрузить въ нее, и тогда изслѣдуютъ во сколько разъ это тѣло плотнѣе какой-либо другой жидкости, которая его не растворяетъ. Положимъ, что требуется опредѣлить плотность поваренной соли; для этого ее сравниваютъ съ плотностью терпентиннаго масла. Пусть кусокъ каменной соли вѣситъ 5 золотниковъ; погруженный въ терпентинное масло, онъ потеряетъ 2 золотника; это значитъ, что равное ему количество терпентиннаго масла вѣситъ 2 золотника. По этому соль въ $\frac{5}{2} = 2\frac{1}{2}$ раза плотнѣе терпентиннаго масла. Но плотность послѣдняго составляетъ $\frac{4}{5}$ плотности воды, какъ это можетъ быть найдено нижеописаннымъ образомъ. Слѣд. соль въ $\frac{5}{2} \times \frac{4}{5} = \frac{20}{10} = 2$ раза плотнѣе воды.

Непосредственное взвѣшивание.

Опытъ д. Не зная Архимедова закона, можно опредѣлить плотность твердаго тѣла, хотя и менѣе точно, непосредственнымъ взвѣшиваніемъ. Найдя сначала абсолютный вѣсъ цинковой пластинки, употребленной въ опытъ а, взвѣшиваютъ ее вторично вмѣстѣ съ маленькимъ сосудомъ, наполненнымъ водою. Потомъ снимаютъ сосудъ съ чашки, опускаютъ въ воду цинкъ, вытираютъ сосудъ, и производятъ третье взвѣшиваніе, чтобы узнать сколько вѣситъ сосудъ съ водою и твердое тѣло, послѣ того какъ оно вытѣснило равное ему количество жидкости. Разность вѣсовъ при второмъ и третьемъ взвѣшиваніи, очевидно, дастъ вѣсъ вытѣсненной цинкомъ воды.

92. Опредѣленіе плотности жидкости посредствомъ взвѣшиванія.

Опытъ а. Положимъ, что требуется опредѣлить плотность чистаго спирта. Къ чашкѣ на короткихъ шнуркахъ привѣшивается кусокъ металла или стекла, которое тонетъ въ водѣ. Стекло погружается въ воду и опредѣляется потеря въ вѣсѣ его, которая можетъ быть напр. 5 золотниковъ. Тогда эти 5 золотниковъ представляютъ вѣсъ равнаго съ стекломъ по объему количества воды. Далѣе, погружаютъ тотъ же кусокъ стекла въ сосудъ наполненный спиртомъ, плотность котораго требуется опредѣлить; если при этомъ стекло потеряетъ въ своемъ вѣсѣ 4 золотника, то эти 4 золотника представляютъ вѣсъ равнаго ему по объему количества спирта. Итакъ, равныя количества воды и спирта вѣсятъ: перваго 5 золотниковъ, втораго 4 золотника; еслибы спиртъ вѣсилъ только 1 золотникъ, то плотность его составляла бы $\frac{1}{5}$ плотности воды; но какъ онъ вѣситъ 4 золотника, то плотность его равна $\frac{4}{5}$ плотности воды.

Опытъ в. Вѣсъ капельной жидкости можетъ быть опредѣленъ также непосредственнымъ взвѣшиваніемъ. Пустой стеклянный сосудъ ставится на чашку вѣсовъ и уравнивается насыпая въ другую чашку. Потомъ сосудъ наполняется сначала водою и взвѣшивается; затѣмъ вода выливается, а сосудъ наполняется масломъ или спиртомъ, плотность которыхъ требуется опредѣлить и взвѣшивается снова. Если вода вѣситъ 10 золотниковъ, то равное ей количество деревяннаго масла будетъ вѣситъ 9 золотниковъ; еслибы масло вѣсило только 1 золотникъ, то

Непосред-
ственное взвѣ-
шиваніе.

плотность его равнялась бы $\frac{1}{10}$; но какъ оно вѣситъ 9 золотниковъ, то плотность его составляетъ $\frac{9}{10}$ плотности воды.

93. Ареометръ.

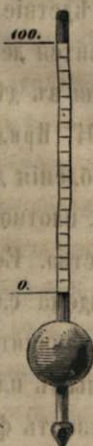
Ареометръ.

Опытъ. Въ узкую стеклянную трубочку, закрытую съ одного конца, насыпается нѣсколько дробинокъ, такъ чтобы она плавала отвѣсно въ наполненномъ водою столовомъ стаканѣ и погружалась въ жидкость приблизительно до середины своей длины. Далѣе, трубочка вынимается изъ воды; затѣмъ въ трубочку вставляется бумажная полоска, длина которой раздѣлена штрихами на небольшія равныя части, и замѣчается до котораго штриха трубочка погружается въ воду. Въ спиртѣ она погружается глубже, а въ водѣ, въ которой растворена соль, она опускается не такъ глубоко. Спиртъ имѣетъ меньшую плотность, а соленая вода бѣольшую плотность, чѣмъ чистая. Слѣдовательно, одно и то же плавающее тѣло погружается глубже въ болѣе легкой жидкости, нежели въ болѣе тяжелой. На томъ мѣстѣ, которое занимаетъ отчасти погруженное тѣло, прежде находилось количество воды, равное по вѣсу плавающему тѣлу; если же жидкость имѣетъ меньшую плотность, то тѣло должно погрузиться въ нее глубже, чтобы снова вытѣснить равное своему вѣсу количество воды. Поэтому, по глубинѣ, до которой погружается одно и то же тѣло въ различныя жидкости, можно судить о ихъ плотности.

Ареометры употребляются въ торговлѣ для опредѣленія плотности и качества жидкостей, въ-особенности спирта, соденыхъ и сахарныхъ растворовъ. Они состоятъ изъ полого стекляннаго шара, который вверху снабженъ раздѣленною стеклянною трубочкою, а внизу

маленькимъ шарикомъ. Бóльшій полый шаръ производитъ то, что снарядъ плаваетъ; нижній же шарикъ, наполненный дробью или ртутью, имѣетъ цѣлю какъ можно болѣе понизить центръ тяжести, чтобы ареометръ плавалъ отвѣсно. Для всякой опредѣляемой жидкости готовится особый ареометръ, наиболѣе же распространенъ спиртовой. Такъ какъ плотность чистаго спирта менѣе плотности воды, то всякая смѣсь воды и спирта, встрѣчаемая въ продажѣ, будетъ тѣмъ плотнѣе, чѣмъ болѣе въ ней воды; однакожь она всегда легче чистой воды. Чтобы при погруженіи ареометра тотчасъ узнать, сколько частей спирта находится въ 100 частяхъ смѣси, или сколько процентовъ спирта содержитъ смѣсь, снарядъ погружается сначала въ чистую воду, и черта, до которой онъ погрузится, и которая будетъ лежать на нижней части трубки, обозначается 0, въ знакъ того, что при этомъ положеніи ареометра жидкость вовсе не содержитъ спирта. Потомъ его погружаютъ въ смѣсь изъ 95 частей воды и 5 частей спирта, и черту на трубкѣ обозначаютъ цифрою 5, чѣмъ и показывается, что въ 100 частяхъ жидкости содержится 5 частей или 5 процентовъ спирта. Такимъ же образомъ погружаютъ ареометръ въ смѣси, содержащія 10, 15, 20 и т. д. до 100 процентовъ спирта, и пишутъ эти цифры при тѣхъ чертахъ стеклянной трубочки, до которыхъ ареометръ опускается въ каждой смѣси. Если пожелаютъ теперь удостовѣриться въ качествѣ покупаемаго спирта, то число, до котораго по-

фиг. 97.



Спиртный ареометръ.

гружается въ немъ ареометръ, прямо дастъ процентъ чистаго спирта. При этомъ слѣдуетъ еще замѣтить, что вслѣдствіе увеличенія теплоты, спиртъ расширяется, становится легче, и кажется тогда лучшаго качества, нежели въ дѣйствительности.

Приложеніе
знанія плотности.

94. Приложеніе знанія плотности. Кромѣ частаго употребленія для пробы жидкости, находящейся въ продажѣ, плотность вообще служить признакомъ чистоты вещества. Если плотность какого-либо вещества будетъ найдена слишкомъ большою или слишкомъ малою, то это значить, что оно смѣшано съ другимъ болѣе тяжелымъ или болѣе легкимъ веществомъ. Поэтому, легко узнать фальшивыя монеты, изслѣдуя ихъ плотность, и отличить металлы и металлическія смѣси, какъ напр. золото отъ томпака, чистое золото отъ смѣси его съ серебромъ, чистое олово отъ смѣси его съ свинцомъ. Плотность принадлежитъ также къ лучшимъ признакамъ для отличія минераловъ. Плотность платины приблизительно = 21, золота 19, ртути $13\frac{1}{2}$, свинца $11\frac{1}{2}$, серебра $10\frac{1}{2}$, мѣди 9, цинка 7 и желѣза $7\frac{1}{2}$, льда $\frac{9}{10}$, еловаго дерева $\frac{1}{2}$, и пробки $\frac{1}{4}$; деревяннаго масла $\frac{9}{10}$ и чистаго спирта $\frac{3}{5}$.

Плотности
нѣкоторыхъ
тѣлъ.

95. Открытіе Архимедова закона. Архимедъ, который нашелъ величину потери въ вѣсѣ тѣлъ и съ помощію ея первый опредѣлилъ ихъ плотности, приведенъ былъ къ этому задачею своего царя. Гіэронъ сиракузскій приказалъ выдать одному золотыхъ дѣлъ мастеру 20 фунтовъ чистаго золота съ повелѣніемъ сдѣлать изъ него корону для изображенія одного изъ боговъ. Приготовленная корона вѣсила ровно 20 фунтовъ. Но скоро распространился въ народѣ слухъ, что

часть золота утаена и замѣнена въ коронѣ серебромъ. Царь поручилъ Архимеду изслѣдовать это дѣло, не разламывая однакожь короны и не повредивъ ее. Долго тѣсно старался онъ рѣшить предложенную задачу, какъ однажды, купаясь, замѣтилъ, что тѣло его вдругъ вытѣснило воду изъ полной ванны, и, занявъ мѣсто вытѣсненной воды, было поднято остальною, что и указало ему путь къ рѣшенію задачи. Поспѣшно оставилъ онъ ванну съ крикомъ радости: «нашелъ!» Онъ изслѣдовалъ потерю въ вѣсѣ чистаго золота и серебра; золото потеряло $\frac{1}{19}$, серебро около $\frac{1}{10}$ своего вѣса; слѣдовательно, столько вѣсили равныя имъ количества воды. Еслибы корона въ 20 фунтовъ вѣсомъ была изъ чистаго золота, то она должна бы потерять въ водѣ $\frac{20}{19} = 1\frac{1}{19}$ фунта. Но потеря въ ея вѣсѣ была значительнѣе, она простиралась до $1\frac{1}{4}$ фунта, слѣдовательно была болѣе надлежащей на $\frac{1}{4} - \frac{1}{19} = \frac{15}{76}$ фунта. Итакъ, золото было смѣшано, вѣроятно, съ серебромъ. Еслибы золотыхъ дѣлъ мастеръ взялъ 1 фунтъ изъ всего количества золота и замѣнилъ бы его 1 фунтомъ серебра, то потеря въ вѣсѣ вмѣсто $\frac{1}{19}$ составляла бы $\frac{1}{10}$ фунта. На сколько $\frac{1}{10}$ фунта больше $\frac{1}{19}$ именно на $\frac{9}{190} = \frac{18}{380}$ фунта, на столько же больше должна быть потеря въ вѣсѣ на каждый фунтъ серебра. Но потеря въ вѣсѣ цѣлой короны оказалась слишкомъ большою, на $\frac{15}{76} = \frac{75}{380}$ фунта. Такъ-какъ $\frac{18}{380}$ изъ этого числа приходится на 1 фунтъ серебра, то корона содержала въ себѣ столько фунтовъ серебра вмѣсто золота, сколько разъ $\frac{18}{380}$ содержится въ $\frac{75}{380}$, т. е. $\frac{75}{18} = 4\frac{1}{6}$ фунта серебра, предполагая, что оба металла, будучи сплавлены, сохраняютъ свой

прежній объемъ, что въ дѣйствительности не вполнѣ справедливо.

ДВИЖЕНІЕ ТЕКУЩЕЙ ВОДЫ И ВОЛНЕНІЕ ЕЯ.

Скорость течения воды.

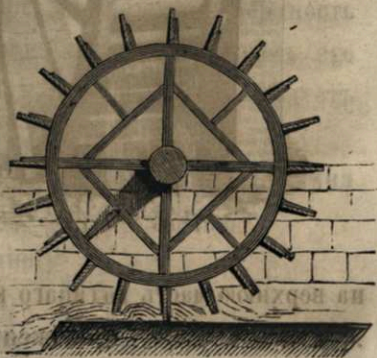
96. Скорость теченія воды. Русло рѣки образуетъ наклонную плоскость, по которой стекаетъ вода, и высота которой для опредѣленнаго пространства называется паденіемъ рѣки. Скорость теченія воды оказывается гораздо мѣньшею той скорости, которую бы имѣло твердое тѣло, скатываясь съ одинаково наклонной плоскости. Причину этой потери скорости составляетъ прилипаніе жидкости ко дну и берегамъ, которое движущіяся частицы воды должны преодолѣть, чтобы оторваться или скользить по частицамъ, остающимся въ покоѣ, а въ-особенности же неровности и изгибы берега. Тамъ, гдѣ русло рѣки изгибается и вода напираетъ на берегъ всею массою, она употребляетъ свою работу для того, чтобы подрывать берегъ и расширить русло. Тамъ, гдѣ русло рѣки суживается, масса воды устремляется съ болѣею скоростью, вырываетъ болѣе глубокій путь и уноситъ съ собою песокъ со дна рѣки; въ болѣе широкихъ мѣстахъ песокъ снова осаждается на дно и образуетъ песчаную отмель. Скорость ручья или рѣки опредѣляется такъ: на воду опускается легкое тѣло, обыкновенно полый металлическій шарикъ, и наблюдается, какое пространство проходитъ онъ вмѣстѣ съ водою въ опредѣленное время. Съ тою же цѣлью пользуются иногда небольшимъ легко подвижнымъ ко-

лесомъ (потвеннымъ колесомъ въ маломъ размѣрѣ), окружность котораго точно измѣрена; для этого нижняя часть его погружается въ воду, и считается число оборотовъ, совершенныхъ имъ въ одну минуту; положимъ, что окружность колеса равна одному футу, и что оно совершаетъ 240 оборотовъ въ минуту, то вода, движущаяся почти съ такою же скоростью, при каждомъ оборотѣ пройдетъ 1 футъ, а слѣдовательно въ 1 минуту 240 футъ, такъ-что скорость ея въ 1 секунду будетъ 4 фута.

97. Вода, какъ движущая сила. Чтобы воспользо- Водяные колеса.
ваться водою, какъ движущею силою, употребляются вращающіяся около горизонтальной оси водяныя колеса, на окружность которыхъ вода дѣйствуетъ, или своимъ вѣсомъ, или ударомъ, или тѣмъ и другимъ виѣстѣ.

а. Потвенное колесо состоитъ изъ вала, около ко- Потвенное колесо.
торого оно вращается, и обода, на которомъ по продолженію радіусовъ колеса утверждены широкія доски, въ равныхъ между собой разстояніяхъ. Вода дѣйствуетъ своимъ ударомъ на нижнюю часть колеса и движетъ впередъ погруженную доску; на ея мѣсто вступаетъ слѣдующая

Фиг. 98.

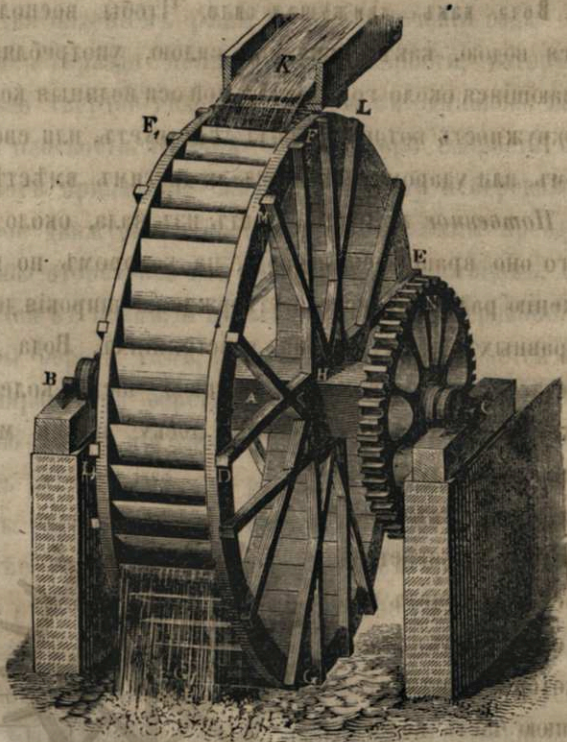


Потвенныя колеса употребляются при маломъ паденіи и значительномъ количествѣ воды; они имѣютъ обыкновенно 8 футовъ въ поперечникѣ; ихъ дѣйствіе составляетъ только $\frac{3}{10}$ работы, которую производитъ стекающая внизъ вода.

Наливное ко-
лесо.

б. Наливное колесо. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ въ-особенности же въ странахъ горныхъ, пользуются малымъ количествомъ воды, но имѣющимъ значительное паденіе и заставляютъ его дѣйствовать своимъ вѣсомъ

Фиг. 99.



на верхнюю часть водянаго колеса. Ободъ такого колеса вмѣсто лопатъ снабженъ ящиками. Вода прите-

каетъ къ нему по искусственному руслу, падаетъ въ верхній ящикъ и давитъ его внизъ. Потомъ она наполняетъ слѣдующій ящикъ, и такимъ-образомъ одна половина колеса получаетъ перевѣсъ надъ другою. Всѣ ящики, проходя мимо жолоба, наполняются водою и снова выливаютъ ее, достигнувъ нисшей точки своего круговаго пути; поэтому всегда почти всѣ ящики на одной сторонѣ колеса наполнены водою, тогда какъ на другой сторонѣ они пусты. Высота, съ которой падаетъ вода, достигаетъ отъ 8 до 40 фут., поперечникъ колеса имѣетъ почти такую же величину и его дѣйствіе составляетъ $\frac{6}{10}$ работы, которую производитъ ниспадающая вода. Зубчатое колесо на валу служить для передачи движенія.

Тамъ, гдѣ паденіе менѣе, а количество воды болѣе, нежели сколько требуется для наливнаго колеса, воду заставляютъ падать на средину водянаго колеса на высотѣ вала, и здѣсь она дѣйствуетъ своимъ вѣсомъ, также какъ и своимъ ударомъ.

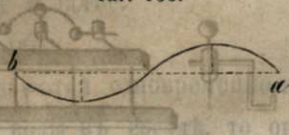
98. Волна.

Опытъ Въ средину наполненнаго водою таза опускаютъ изъ стакана нѣсколько капель, одну за другой. Въ томъ мѣстѣ, гдѣ капля ударяетъ о поверхность воды, образуется углубленіе жидкости; кругомъ его происходитъ возвышеніе воды, за которымъ слѣдуетъ снова углубленіе и т. д.

Такимъ-образомъ при паденіи въ воду капли, камня или при ударѣ вѣтра образуются волны. Каждая волна состоитъ изъ возвышенія и углубленія, относительно по-

Волна.

фиг. 100.



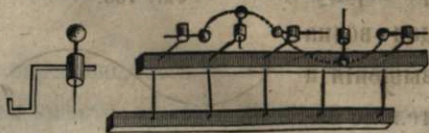
верхности спокойной воды. Высота волны считается отъ нижней точки ея углубленія до вершины возвышенія. Подъ шириною волны разумѣется вмѣстѣ ширина возвышенія и ширина углубленія, такъ что ширина означенной на фигурѣ волны простирается отъ *a* до *b*.

Повышеніе и пониженіе водяныхъ частицъ при распространѣніи волнъ.

99. Повышеніе и пониженіе водяныхъ частицъ при распространѣніи волнъ. Волны распространяются во всѣ стороны отъ мѣста своего происхожденія, и кажется какъ-будто вся масса воды при этомъ дѣйствительно движется въ направленіи движенія волнъ. Что это явленіе однакожь только кажущееся, показываетъ слѣдующій опытъ. При тихой погодѣ, въ прудѣ или озерѣ образуются волны, если на поверхность воды отвѣсно падаетъ камень. Если бросать тогда въ это мѣсто кусокъ дерева или пробку, то движущаяся масса воды должна сообщить имъ свое движеніе; но плавающее тѣло придетъ при этомъ только въ качательное движеніе вверхъ и внизъ. Изъ этого слѣдуетъ, что водяныя частицы при распространѣніи волнъ, вовсе не имѣютъ поступательнаго движенія, но только повышаются и понижаются.

Опытъ. Чтобы получить болѣе ясное представленіе о томъ, какимъ-образомъ волнообразный видъ можетъ произойти при круговомъ движеніи отдѣльныхъ круговыхъ водяныхъ частицъ, берутъ 2 равныхъ деревянныхъ бруска, около фута длиною. Въ каждомъ изъ нихъ просверливаютъ 5 отверстій въ равныхъ между собою разстояніяхъ.

фиг. 39.



Далѣе, берутъ 5 равныхъ проволокъ, около 3 дюймовъ дли-

ною, сгибають изъ нихъ небольшія совершенно равныя рукоятки, и продѣвають верхній горизонтальный конецъ каждой изъ нихъ въ отверстіе одного, а нижній конецъ въ отверстіе другаго бруска; верхніе концы рукоятокъ могутъ быть загнуты потомъ, какъ показано на фиг. 39-й. Держа одинъ брусокъ лѣвою рукою, правою можно двигать другой такимъ-образомъ, чтобы всѣ рукоятки вращались одновременно. На концы рукоятокъ, выставляющихся изъ нижняго бруска, насаживаются пробки и въ нихъ втыкаются большія булавки, головки которыхъ представляютъ частицы волнующейся воды. Какъ-скоро произошла волна, частицы воды имѣютъ различную высоту. Поэтому первую булавку съ лѣвой стороны втыкаютъ горизонтально, вторую отвѣсно головкою вверхъ, третью снова горизонтально, четвертую отвѣсно головкою внизъ и, наконецъ, пятую опять горизонтально. Такимъ-образомъ налѣво изобразится возвышеніе, а направо углубленіе волны. Если вращать маленькія рукоятки движеніемъ одного бруска, то всѣ головки булавокъ будутъ описывать при этомъ круговые пути, и въ какой бы части своего пути онѣ ни находились, всегда получается волнообразный видъ. Та изъ головокъ, которая при какомъ-либо положеніи снаряда занимаетъ высшее мѣсто, представляетъ вершину волны; при вращеніи достигаетъ той же высоты сначала ближайшая головка, потомъ слѣдующая и такимъ-образомъ волна распространяется далѣе и далѣе.

100. Перекрещивающіяся волны.

Перекрещивающіяся волны.

Опытъ. Если волны образуются одновременно въ двухъ мѣстахъ поверхности воды въ сосудѣ, то онѣ

скоро встрѣчаются между собою, перекрещиваются и продолжаютъ невозмутимо распространяться далѣе и далѣе.

Въ большомъ сосудѣ или въ прудѣ можно ясно наблюдать явленія, происходящія при перекрещиваніи волнъ. Если при этомъ совпадаютъ возвышенія двухъ волнъ, то образующія ихъ частицы воды поднимаются на большую высоту, а при совпаденіи углубленій онѣ понижаются на большую глубину. Если же, напротивъ, при волнахъ одинаковой высоты, возвышеніе совпадаетъ съ углубленіемъ, то оно наполняетъ совершенно послѣднее, и поверхность воды кажется спокойною и ровною. Такая встрѣча возвышенія волны съ углубленіемъ называется интерференціею волнъ.

МЕХАНИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ ГАЗООБРАЗНЫХЪ ТѢЛЪ.

401. Взаимное отталкиваніе между частицами газообразнаго тѣла. Подобно тому, какъ между капельными жидкостями самая общеизвѣстная и наиболѣе распространенная есть вода, такъ точно между газообразными тѣлами подобное значеніе имѣетъ атмосферный воздухъ: въ немъ мы живемъ и дѣйствуемъ, имъ окружена вся наша планета. Впослѣдствіи, говоря о химическихъ явленіяхъ, мы познакомимся съ нѣкоторыми другими газами; но все они подчиняются тѣмъ же законамъ, какъ и атмосферный воздухъ. Только тѣ изъ газообразныхъ тѣлъ, которыя называются парами, представляютъ отклоненія отъ этихъ законовъ при своемъ переходѣ въ капельножидкое состояніе; эти тѣла будутъ нами рассмотрѣны въ статьѣ о теплотѣ.

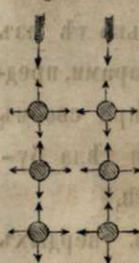
Взаимное
отталкиваніе
между части-
цами газовъ.

Газообразныя тѣла рѣзко отличаются отъ твердыхъ и капельножидкихъ. Частицы твердаго тѣла представляютъ значительное сцѣпленіе между собой: разламывая или разрывая такое тѣло, мы должны употребить нѣкоторое усиліе, чтобы нарушить это сцѣпленіе и отдѣлить одиѣ частицы отъ другихъ. Въ капельныхъ жидкостяхъ частицы, правда, весьма удобоподвижны; но и онѣ имѣютъ между собою нѣкоторую связь: припомнимъ опытъ 84, *d*. Совсѣмъ другое встрѣчаемъ мы въ

газахъ: частицы ихъ взаимно отталкиваются, стремятся удалиться одна отъ другой и распространиться во все стороны, на сколько позволяютъ это внѣшнія препятствія.

Представимъ себѣ сосудъ, наполненный воздухомъ. Каждая воздушная частица внутри его имѣетъ стремленіе отдѣлиться отъ другой, смежной съ нею частицы, вслѣдствіе чего обѣ онѣ стремятся занять большее пространство. Но при этомъ, среднія частицы не могутъ подняться вверхъ, потому-что этому препятствуютъ частицы надъ ними лежащія, а съ боковъ сдерживаются стѣнками сосуда. Надъ верхними частицами, въ свою очередь, лежатъ другія воздушныя частицы, которыя съ такою же силою стремятся внизъ. Если бы можно было удалить изъ сосуда верхнія воздушныя частицы и потомъ закрыть его, то оставшіяся въ немъ воздухъ распространился бы по всему сосуду. Итакъ

фиг. 102.



воздухъ способенъ разрѣжаться или расширяться и занимать болѣе объемъ. Этого свойства не имѣютъ тѣла капельножидкія. Если изъ сосуда, содержащаго въ себѣ шесть частицъ капельной жидкости (см. фиг. 102), мы отнимемъ двѣ частицы, то остальные четыре не расширятся и не наполнятъ

всего сосуда.

Опытъ. Берутся двѣ стеклянныя трубочки, запаянныя съ одного конца — одна въ 6, другая въ $2\frac{1}{2}$ дюйма длиною. Последняя должна быть нѣсколько уже первой, такъ чтобы могла свободно входить въ нее. За недостаткомъ короткой трубочки, можно взять длинную и отпилить отъ нея, сколько нужно. Это распиливаніе

производится посредствомъ трехграннаго подпилка, которымъ водятъ по стеклу, вокругъ всей трубочки, до тѣхъ поръ, пока обѣ половинки не распадутся. Потомъ, длинная трубка опрокидывается отверзтіемъ внизъ; подъ нею помѣщается маленькая трубочка, наполненная деревяннымъ (оливковымъ) масломъ. Пальцемъ и карандашомъ, маленькая трубочка вдвигается въ большую до самого верха, и затѣмъ весь приборъ опрокидывается. Въ этомъ положеніи (см. фиг. 103) внутренняя трубочка обращена отверзтіемъ внизъ; нижняя часть обѣихъ трубокъ наполнена масломъ, а въ верхней части маленькой трубочки, въ замкнутомъ пространствѣ, между дномъ трубочки и поверхностію масла, находится воздухъ. Этотъ воздухъ имѣетъ стремленіе расшириться и приподнять маленькую трубочку; но такъ-какъ сверху его находится также воздухъ, который съ такою же силою давить на трубку сверху внизъ, то послѣдняя остается въ равновѣсіи. Если этотъ верхній воздухъ расширится, то онъ уже не съ такою силою будетъ давить внизъ маленькую трубочку, и воздухъ заключающійся въ ней будетъ встрѣчать мѣньшее препятствіе расшириться. Чтобы произвести такое расширеніе, берутъ деревянную палочку и обматываютъ одинъ конецъ ея льномъ или паклей, такъ-что образуется родъ поршня. Этотъ поршень вдвигается медленно въ большую трубочку, въ которую онъ долженъ входить довольно плотно, и останавливается на разстояніи одного пальца отъ маленькой трубочки. Такъ-какъ между волокнами льна есть промежутки, то воздухъ, заключенный въ наруж-



ной трубкѣ, имѣетъ возможность выходить сквозь поршень навверхъ, и подъ нимъ остается воздуха не болѣе, чѣмъ было прежде. Послѣ этого наливаютъ на поршень деревяннаго масла: оно пропитываетъ лентъ и наполняетъ промежутки между волокнами. Если налить его столько, чтобы подъ поршнемъ образовался масляный слой въ палецъ толщиною, то поршень дѣлается непроницаемъ для воздуха. Если теперь приподнять поршень, то воздухъ, заключенный между масломъ и внутренней трубкой, расширится; при этомъ онъ будетъ давить слабѣе на маленькую трубочку. Такимъ образомъ воздухъ, заключенный въ внутренней трубкѣ, освободившись отъ препятствія, не позволявшаго ему расширяться, дѣйствительно расширяется и поднимаетъ маленькую трубку. Разрѣдившись, онъ теряетъ свою упругость, но если мы поднимаемъ поршень еще выше, то этотъ разрѣженный воздухъ опять расширится и подниметъ маленькую трубочку. Изъ этого слѣдуетъ, что и разрѣженный воздухъ имѣетъ стремленіе расширяться.

Упругость воздуха.

Это стремленіе воздуха постоянно разрѣжаться и занимать болѣе большой объемъ называется упругостью или расширяемостью. Способность эта напоминаетъ собою упругость сжатой пружины; различіе въ томъ, что воздухъ стремится къ расширенію не только въ сжатомъ состояніи, но и тогда, когда онъ разрѣженъ. Между прочимъ это видно изъ слѣдующаго опыта, сдѣланнаго магдебургскимъ бургомистромъ Отто фонъ-Герике. Онъ взялъ бутылку, наполненную атмосфернымъ, несжатымъ воздухомъ, заперъ ее посредствомъ крана, и поднялся съ нею на вершину горы и тамъ отперъ кранъ.

Воздухъ, содержавшійся въ бутылкѣ, будучи окруженъ менѣе плотнымъ воздухомъ верхнихъ слоевъ атмосферы, расширился, и часть его съ шипѣніемъ вышла изъ бутылки.

УПРУГОСТЬ СГУЩЕННАГО ВОЗДУХА.

102. Увеличеніе упругости, по мѣрѣ сгущенія воздуха.

Опытъ. Приготавливается такой же поршень, какъ и въ предыдущемъ опытѣ, и напичивается дегтярнымъ масломъ. Затѣмъ, въ ту трубочку, для которой предназначенъ этотъ поршень наливается немного масла, поршень вдвигается въ трубочку и весь приборъ опрокидывается. Потомъ, держа трубочку въ одной рукѣ, другой поднимаютъ поршень вверхъ. Такъ-какъ присутствіе масла дѣластъ его непроницаемымъ для воздуха, то воздухъ находящійся въ трубкѣ сожмется, сгустится при вдвиганіи поршня и займетъ меньшій объемъ. При этомъ, какъ только мы отнимемъ руку отъ поршня, упругость этого сжатого воздуха тотчасъ отодвинетъ его опять внизъ. При этомъ, если мы будемъ продолжать вдвигать его вверхъ и такимъ-образомъ болѣе-и-болѣе сжимать воздухъ, то замѣтимъ, что упругость, съ которою послѣдній сопротивляется этому сжатію, будетъ замѣтно увеличиваться. Мы должны будемъ употреблять все большее-и-большее усиленіе, чтобы удержать поршень; при опусканіи руки, онъ будетъ тѣмъ быстрѣе отталкиваться внизъ, чѣмъ выше мы его подняли. Это показываетъ, что чѣмъ болѣе сжать воз-

Увеличеніе
упругости по
мѣрѣ сгущенія
воздуха.



духъ, тѣмъ сильнѣе его стремленіе расширяться, т.-е. тѣмъ больше его упругость.

То же самое можно видѣть въ дѣтскихъ игрушкахъ, извѣстныхъ подъ именемъ хлопушекъ. Эти хлопушки дѣлаются изъ пера или изъ бузиннаго ствола, внутри котораго плотно воткнута пробка. Если въ этотъ стволъ быстро вдвинуть другую пробку, или плотно входящій стержень, то воздухъ между обѣими пробками сгустится, упругость его увеличится отъ этого и достигнетъ наконецъ до такой степени, что съ шумомъ выгонитъ первую пробку изъ дула хлопушки. Въ духовыхъ инструментахъ упругость воздуха приводитъ въ движеніе клапанъ, обернутый матеріей и плотно запирающій изнутри отверстіе трубы; чѣмъ больше сгустится въ трубѣ воздухъ при вдуваніи, тѣмъ болѣе отклоняется клапанъ. Всѣ эти явленія приводятъ къ слѣдующему закону, доказанному тщательными опытами и названному по имени открывшаго физика его

Мариоттовъ законъ.

ЗАКОНОМЪ МАРИОТТА: *Чѣмъ меньше объемъ, занимаемый воздухомъ, тѣмъ больше упругость его и тѣмъ больше внешнее давленіе она можетъ уравновѣшивать собою.*

Такъ напримѣръ: если мы сгустимъ извѣстную массу воздуха вдвое, т.-е. заставимъ ее занять половину прежняго объема, то упругость ея сдѣлается вдвое больше. Если увеличимъ вдвое давленіе, дѣйствующее на воздухъ, то сжатіе произойдетъ до половины объема, и воздухъ пріобрѣтетъ вдвое большую плотность и упругость.

Опытъ. Узкій конецъ воронки обертывается мокрой бумагой, для того чтобы онъ плотно входилъ въ горло

бутылки. Если воронку наполнить водою, то воздухъ, находившійся въ нижней ея части, устремится въ бутылку; отъ этого воздухъ въ бутылкѣ немного сгустится и не позволитъ водѣ стекать внизъ. Хотя упругость его увеличивается при этомъ очень мало, но и давление воды невелико, такъ-что это увеличеніе упругости достаточно, чтобы уравновѣсить тяжесть воды.

Фиг. 105.



103. Водолазный колоколъ.

Опытъ. Въ полоскательную чашку, наполненную водою, опускается отвѣсно и вверхъ дномъ пустой стаканъ (или въ стаканъ стеклянная трубочка). При этомъ, стаканъ и чашка представлять со-

Водолазный
колоколъ.

бою два сообщающіеся сосуда; но несмотря на это, мы замѣчаемъ, что въ стаканѣ вода стоитъ ниже, нежели въ чашкѣ. Не мѣшаетъ опустить подъ стаканъ небольшой кусочикъ пробки, который, всплывая, явѣе обозначить поверхность жидкости. Воздухъ, заключенный въ стаканѣ, сжимается вслѣдствіе давленія воды, пріобрѣтаетъ большую упругость и сопротивляется дальнѣйшему напору жидкости. Какъ бы глубоко мы ни погружали стаканъ, верхняя часть его постоянно будетъ наполнена воздухомъ и вода ни коимъ образомъ не проникнетъ въ нее.

Фиг. 106.



Водолазный колоколъ. Уже древнимъ Грекамъ и Римлянамъ было извѣстно, что водолазъ, спущенный въ море въ большомъ котлѣ, опрокинутомъ вверхъ дномъ, можетъ долго оставаться подъ водою. При Карлѣ V,

странствующіе Греки славились своимъ водолазнымъ искусствомъ; въ присутствіи императора, они спускались въ рѣку Тахо въ большихъ мѣдныхъ котлахъ, съ зажженными свѣчами, и спустя нѣсколько времени снова поднимались, не обмочивъ одежды и не погасивъ огня.

Колоколъ Гал-
лея.

Зная объ этихъ несовершенныхъ попыткахъ, Англичанинъ Эдмондъ Галлей вздумалъ устроить водолазный колоколъ для спасенія сожженныхъ одного потопленнаго англійскаго корабля. Снарядъ Галлея имѣлъ видъ большаго церковнаго колокола, обложеннаго свинцомъ и снизу открытаго; вышиною около 8 футовъ. Къ нижнимъ краямъ колокола привѣшены были гири, не позволявшія ему опрокидываться; вверху было сдѣлано толстое стекло, сквозь которое проходила дневной свѣтъ. Водолазы помѣщались на лавочкахъ, придрѣланныхъ къ внутреннимъ стѣнкамъ колокола. Посредствомъ толстыхъ канатовъ, приборъ прикрѣплялся къ мачтѣ того корабля, съ котораго спускался въ море. Такъ-какъ воздухъ подъ колоколомъ мало-по-малу портится отъ дыханія и наконецъ дѣлается негоднымъ, то его необходимо время-отъ-времени возобновлять. Для этого съ корабля были спущены въ море длинныя трубки, подобныя рукавамъ пожарной трубы. Эти трубки проходили въ нижнюю часть колокола; здѣсь онѣ открывались и снабжали водолазовъ свѣжимъ воздухомъ. Таковъ былъ снарядъ, въ которомъ самъ Галлей, съ четырьмя товарищами спустился на 60 футовъ глубины и достигъ морскаго дна. Сила, съ которой обыкновенный атмосферный воздухъ давитъ на колоколъ, равняется, какъ увидимъ впоследствии, давленію водянаго стол-

ба вышиною въ 34 фута. Слѣдовательно, воздухъ, заключенный въ водолазномъ колоколѣ, претерпѣваетъ на глубинѣ 34-хъ футовъ давленіе вдвое болѣе; потому что на него дѣйствуютъ давленіе воды и такое же давленіе атмосфернаго воздуха. Это двойное давленіе сжимаетъ его на половину прежняго объема. На глубинѣ 68-ми футовъ на него давить столбъ воды вдвое выше прежняго и кромѣ того еще атмосферный воздухъ; слѣдовательно, полное давленіе будетъ втрое больше, чѣмъ на поверхности земли. Поэтому воздухъ въ колоколѣ сжимается въ одну треть занимаемого имъ прежде пространства, а плотность и упругость его дѣлаются втрое больше. Отсюда понятно, почему водолазы, спускаясь на значительную глубину, ощущали сильное давленіе въ ушахъ; впрочемъ, они скоро къ нему привыкали. Отворяя воздухопроводныя трубы, они могли выгонять изъ колокола всю воду; освѣщеніе сверху посредствомъ стекла было такъ велико, что можно было читать. Галлей пробылъ подъ колоколомъ нѣсколько часовъ; предпріятіе его увѣнчалось успѣхомъ.

Въ наше время водолазные колокола дѣлаются изъ чугуна и имѣютъ форму четырехугольнаго, внизу открытаго ящика, футовъ 5-ть въ вышину. Въ крышкѣ ящика дѣлается 12 оконъ съ толстыми стеклами. Кромѣ-того, въ нее проходитъ кожаный рукавъ, замирающийся посредствомъ клапана (§ 83), который отворяется внутри колокола и впускаетъ изъ рукава свѣжій воздухъ, но не позволяетъ воздуху выходить вонъ изъ колокола. Этотъ кожаный рукавъ поднимается вверхъ на палубу корабля, сопровождающаго водолазныя снаряды, и привинчивается здѣсь къ сгустительному насосу, устрой-

Нынѣшнее устройство водолазнаго колокола.

ство котораго мы скоро опишемъ. Посредствомъ этого насоса, рабочіе на кораблѣ накачиваютъ въ колоколъ свѣжій воздухъ, который наполняетъ собою всю внутренность колокола и выгоняетъ изъ него всю воду. Сигналы къ поднятію или опусканію передаются отъ водолазовъ экипажу корабля посредствомъ ударовъ молотка по колоколу. Если водолазъ желаетъ сообщить еще что-нибудь, то пишетъ карандашемъ на деревянной досечкѣ и выталкиваетъ ее изъ-подъ колокола, по легкости своей она быстро всплываетъ на поверхность

Фиг. 107.

воды. Извѣстія и отвѣты съ корабля передаются посредствомъ такихъ же досечекъ, прикрѣпленныхъ къ свинцовымъ гирькамъ, которыя спускаются на веревкахъ къ нижнимъ краямъ колокола.

104. Сгустительный насосъ. Если требуется сгустить воздухъ въ данномъ пространствѣ, или вогнать въ него еще нѣкоторое количество воздуха, то употребляется сгустительный насосъ. Онъ состоитъ изъ прочнаго металлическаго цилиндра, шириною въ 1 дюймъ; внутренность его тщательно отшлифована. Этотъ цилиндръ или трубка имѣетъ вверху боковое отверстіе, сквозь которое можетъ проходить воздухъ. На нижней части цилиндра сдѣлана винтовая нарѣзка, для того чтобы его можно

Сгустительный насосъ.



было привинтить къ тому сосуду, гдѣ нужно сгустить воздухъ. Сосудъ *R*, въ которомъ сгущается воздухъ, называется пріемникомъ. Такъ-какъ онъ долженъ выдерживать значительную упругость сжатого воздуха, то дѣлается или изъ металла, или изъ стекла, по возможности прочнѣе, и окружается проволочною сѣткою, чтобы онъ не могъ разлѣсться на части. Въ верхней части пріемника, тамъ, гдѣ онъ привинчивается къ цилиндру насоса, находится клапанъ (§ 83), отворяющійся только внизъ, т.-е. въ пріемникъ.

Въ цилиндрѣ насоса движется плотно входящій поршень; онъ дѣлается, или изъ нѣсколькихъ сложенныхъ вмѣстѣ войлочныхъ кружковъ, или изъ металла. Если станемъ опускать этотъ поршень внизъ, то воздухъ, находящійся подъ нимъ, отворитъ клапанъ и взойдетъ въ пріемникъ. При поднятіи поршня, воздухъ, заключенный въ пріемникѣ, вслѣдствіе своей упругости давитъ на клапанъ и самъ себѣ запираетъ выходъ. Когда поршень поднимется выше боковаго отверстія цилиндра, то въ это отверстіе взойдетъ извнѣ свѣжій воздухъ, который, при второмъ опусканіи поршня, снова вгонится въ пріемникъ. Такимъ-образомъ продолжая поднимать и опускать поршень, мы будемъ накачивать въ пріемникъ все большее-и-большее количество воздуха.

Сгустительный насосъ употребляется для различныхъ цѣлей. Такъ, наприм., мы уже говорили, что онъ составляетъ одну изъ принадлежностей водолазнаго колокола. Далѣе, имъ пользуются при опытахъ надъ измѣненіями, которымъ подвергаются различные газы при своемъ сгущеніи; при этомъ нѣкоторые изъ нихъ переходятъ частію въ капельножидкое состояніе. Нѣко-

Употребленіе
сгустительна-
го насоса.

гда этотъ насосъ употреблялся для заряжанія такъ-называемыхъ духовыхъ ружей, нынѣ вышедшихъ изъ употребленія. Духовое ружье, не отличаясь по виду отъ обыкновеннаго огнестрѣльнаго, имѣетъ прикладъ внутри пустой, съ толстыми металлическими стѣнками, прикладъ этотъ снабжается клапаномъ, который открывается внизъ, какъ показано на фиг. 107. Прикладъ этотъ можно отвинчивать отъ ствола и привинчивать къ цилиндру сгустительнаго насоса.

Воздухъ сгущается внутри приклада, прикладъ привинчивается къ стволу и въ стволъ ружья, передъ самымъ клапаномъ, кладется пуля и затѣмъ опускается курокъ. При этомъ клапанъ мгновенно открывается; часть сгущеннаго воздуха вырывается изъ приклада и упругостью своею выбрасываетъ пулю изъ дула ружья. Такъ-какъ послѣ этого въ прикладѣ остается еще сгущенный воздухъ, то можно сдѣлать нѣсколько выстрѣловъ, не накачивая новаго количества воздуха. О томъ, что происходитъ при выстрѣлѣ изъ обыкновеннаго ружья, заряженнаго порохомъ, будетъ сказано въ статьѣ о химическихъ явленіяхъ (§ 264).

Героновъ
шаръ.

105. Героновъ шаръ. Греческій механикъ Геронъ, жившій во II-мъ столѣтіи до Р. Х., въ Александріи, придумалъ родъ фонтана, въ которомъ вода выгоняется наружу упругостію сжатого воздуха.

Опытъ. Для приготовленія подобнаго прибора, надобно взять аптечную стеклянку и подобрать къ ней плотно входящую пробку. Пробка эта предварительно размягчается ударами деревяннаго молотка, отъ чего она становится упруге и плотнѣе закупориваетъ сосудъ. Потомъ въ ней круглымъ подпилкомъ просверливается от-

верзтіе, въ которое вставляется трубочка, на-
значенная для истеченія воды. Трубочка эта
кверху суживается; къ нижнему расширен-
ному концу ея приклеивается сургучомъ пря-
мая стеклянная трубочка (газопроводная), до-
ходящая почти до самаго дна стеклянки. Не-
редъ склеиваніемъ, обѣ трубки нагрѣваются
на спиртовой лампѣ и вставляется одна въ
другую. Если стеклянная трубочка слишкомъ длинна и
ее нужно отпилить, то проводить по ней нѣсколько разъ
трехграннымъ подпилкомъ. Потомъ берутъ трубочку
обѣими руками и переламаываютъ. Когда приборъ го-
товъ, стеклянка до половины наливается водою, встав-
ляется пробка и въ узкое отверстіе трубки вдувается
ртомъ воздухъ, тотчасъ послѣ этого изъ нея выбрасы-
вается вверхъ тонкая струя воды. При вдуваніи, мы вго-
няемъ въ стеклянку воздухъ, который проходитъ черезъ во-
ду и наполняетъ верхнюю часть стеклянки; вслѣдствіе это-
го происходитъ сгущеніе воздуха. Этотъ сгущенный воз-
духъ стремится вырваться наружу, но не можетъ вый-
ти въ трубку, потому-что она погружена въ воду; по-
этому онъ расширяется и выбрасываетъ воду изъ
верхняго отверстія трубки.

фиг. 108.



Распильваніе
стеклянныхъ
трубочекъ.

ДАВЛЕНІЕ АТМОСФЕРНАГО ВОЗДУХА.

106. Тяжесть воздуха. Какъ мы сказали, воздухъ по-
стоянно стремится расшириться и занять большее про-
странство. Въ силу этого стремленія, или упругости,
наша атмосфера должна бы была распространяться

Тяжесть воз-
духа.

безпрѣлѣнно вверхъ, дѣлаясь всё рѣже-и-рѣже и постоянно удалялась бы отъ поверхности земли, если бы никакая сила ее не удерживала около земли. Сверхъ-того земля обращается около своей оси; а при этомъ возбуждается центробѣжная сила (§ 61), вслѣдствіе которой тѣла находящіеся на поверхности земли удалялись бы отъ нея, еслибы земля не притягивала ихъ. Уже по одному этому весьма естественно допустить, что атмосферный воздухъ, такъ же какъ твердыя и капельножидкія тѣла привлекается къ землѣ силою тяжести.

Впрочемъ и прямое взвѣшиваніе доказываетъ намъ, что воздухъ имѣетъ нѣкоторую тяжесть. Для этого берется большой, внутри пустой стеклянный шаръ, который можно заперать и отперать помощію крана. Посредствомъ воздушнаго насоса (описаніе этого прибора мы дадимъ въ одномъ изъ слѣдующихъ параграфовъ) изъ этого шара можно выкачать воздухъ. Если взвѣсить такой безвоздушный шаръ, потомъ открыть кранъ, и снова впустить въ него воздухъ, и тогда снова взвѣсить его, то окажется, что шаръ съ воздухомъ вѣситъ больше, нежели безъ воздуха. Если сверхъ-того извѣстенъ объемъ шара—положимъ онъ равняется $\frac{1}{10}$ кубическаго фута,—то легко вычислить вѣсъ одного кубическаго фута воздуха и плотность послѣдняго. Такимъ-образомъ найдено, что вѣсъ воздуха относительно воды равняется $\frac{1}{770}$, т.-е., что воздухъ въ 770 разъ легче воды. Этимъ же способомъ можно опредѣлять плотность всѣхъ прочихъ газообразныхъ тѣлъ, причемъ за единицу обыкновенно берется плотность атмосфернаго воздуха.

107. Давленіе воздуха, происходящее вслѣдствіе его тяжести. Если воздухъ подверженъ силѣ тяжести, то онъ долженъ производить на всѣ тѣла давленіе сверху внизъ.

Давленіе, происходящее отъ тяжести воздуха.

Опытъ а. Берется шестидюймовая стеклянная трубочка, закрытая съ одного конца, и по вышеизложенному способу для нея готовится поршень изъ палочки обернутой съ одного конца наклея. Трубка наполняется до одной трети деревяннымъ масломъ, затѣмъ въ нее медленно вдвигается поршень, до-тѣхъ-поръ пока онъ не погрузится въ масло. Въ это время воздухъ, находившійся въ нижней части трубки, выходитъ вверхъ сквозь промежутки льняныхъ волоконъ, и подъ поршнемъ остается только одно масло. Чтобы сдѣлать поршень непроницаемымъ для воздуха, наливаютъ на него еще нѣсколько капель масла, такъ, чтобы оно наплатало собою весь лентъ и образовало надъ нимъ небольшой слой. Послѣ того выносятъ приборъ подъ открытое небо и поднимаютъ поршень вверхъ на одинъ дюймъ, отъ чего подъ нимъ образуется безвоздушное пространство.

фиг. 109.



Придерживая поршень въ этомъ положеніи, мы будемъ чувствовать, что на него дѣйствуетъ сильное давленіе сверху внизъ; если отнимемъ руку, то онъ тотчасъ опустится. Въ этомъ случаѣ на поршень давить вѣсъ воздушнаго столба, простирающагося вверхъ до самыхъ предѣловъ атмосферы, т. е. по-крайней-мѣрѣ верстъ на 60.

Опытъ б. Чтобы получить понятіе о величинѣ того давленія, которое происходитъ вслѣдствіе тя-

жести воздуха, поступаютъ слѣдующимъ образомъ:

Фиг. 310.



Къ поршню стеклянной трубочки привязывается веревка; веревка эта перекидывается ее черезъ блокъ, который поддерживается рукою или укрѣпляется неподвижно (см. опытъ 22). Къ свободному концу веревки привѣшивается, на 3-хъ шнуркахъ, чашка вѣсовъ или какая-нибудь коробочка и на нее кладется полуфунтовая гирька; блокъ держится въ правой рукѣ, а въ лѣвой—трубка съ поршнемъ. Если дѣлать опытъ подъ открытымъ небомъ, то съ одной стороны тяжесть атмосфернаго воздуха, дѣйствуя на поршень, будетъ придавливать его внизъ; съ другой—тяжесть гирь, будетъ стремиться поднять его. Чѣмъ больше поршень, тѣмъ больше придется нагрузить коробку, чтобы приподнять его вверхъ, смотря по діаметру поршня, для этого потребуется отъ $1\frac{1}{2}$ до 4 фунтовъ; давленіе же атмосферы на поршень будетъ нѣсколько меньше.

103. Давленіе воздуха по всѣмъ направленіямъ.

Давленіе воздуха по всѣмъ направленіямъ.

Опытъ а и б. Если снова осторожно и медленно вдвинуть поршень въ трубку и, поднявъ его для образованія пустаго пространства, повторить два послѣдніе опыта въ комнатѣ; то замѣтимъ тѣ же самыя явленія, какъ и на открытомъ воздухѣ. Съ перваго взгляда это кажется неопытнымъ. Въ-самомъ-дѣлѣ, столбъ воздуха, который лежитъ надъ поршнемъ и давитъ на него своею тяжестью, въ комнатѣ простирается только до потолка, а подъ открытымъ небомъ до крайнихъ предѣловъ атмосферы.

Опытъ с. Берется въ одну руку поршень, подъ которымъ находится безвоздушное пространство, и держится неподвижно, причемъ стараются сдвинуть трубку внизъ. При этомъ чувствуемъ, что опять то же самое воздушное давленіе оказываетъ препятствіе, дѣйствуя уже вверхъ; если выпустить трубку, то она поднимется сама собою, несмотря на дѣйствіе тяжести. Следовательно, воздушное давленіе дѣйствуетъ и снизу вверхъ.

Опытъ d. Берется длинный шнурокъ и на немъ дѣлается петля немного уже отверстія трубки, въ которой находится поршень. Эта петля надѣвается сверху на

фиг. 111.



стержень поршня и лежитъ на отверстіи трубки; концы шнурка опускаются внизъ и здѣсь завязываются узломъ; къ нему привѣшивается, какъ въ опытѣ b, чашка вѣсовъ или коробочка. Потомъ, держа поршень въ рукѣ, накладываютъ въ коробку гири. При этомъ на трубку будутъ дѣйствовать два давленія: давленіе воздуха — снизу вверхъ и тяжесть гирь сверху внизъ. Если станутъ увеличивать число гирь болѣе и болѣе, то тяжесть ихъ пересилитъ наконецъ воздушное давленіе. Трубка начнетъ опускаться и упадетъ, если ее не поддержать рукою. При этомъ окажется, что тяжесть, необходимая для того, чтобы оторвать трубку отъ поршня и заставить ее опускаться, совершенно равна той тяжести, какая требовалась прежде для поднятія поршня изъ трубки. Изъ этого слѣдуетъ, что дѣйствіе производимое воздухомъ снизу вверхъ, такъ же велико, какъ и противоположное давленіе сверху внизъ.

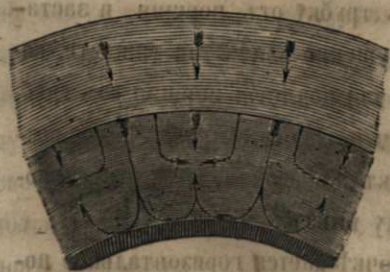
Опытъ e. Далѣе трубочкѣ дается горизонтальное по-

ложеніе, для чего она оборачивается отверзтіемъ вправо, и выдвигается поршень; тогда воздушное давленіе будетъ стремиться снова вдвинуть его, дѣйствуя справа налѣво. Наконецъ можно перевернуть трубку отверзтіемъ влѣво, или наклонить ее какъ-нибудь вкось, и тогда убѣдимся, что во всеѣхъ этихъ случаяхъ на поршень дѣйствуетъ атмосферное давленіе, со стороны противоположной безвоздушному пространству, и притомъ всегда съ одинаковою силою. При этихъ опытахъ необходимо, чтобы поршень плотно входилъ во внутрь стеклянной трубки.

Тяжесть какъ причина упругости и упругость, какъ причина давленія воздуха.

109. Давленіе воздуха, какъ слѣдствіе его упругости, происходящей отъ дѣйствія тяжести. Воздушное давленіе, доказанное предъидущими опытами, есть слѣдствіе упругости воздуха, происходящей отъ его тяжести. Каждый слой атмосферы претерпѣваетъ давленіе всеѣхъ надъ нимъ лежащихъ слоевъ. При этомъ нижніе воздушные слои, подверженные наибольшему давленію, дѣлаются плотнѣе верхнихъ. Это подтверждается наблюденіями на высокихъ горахъ и при поднятіи на аэростатахъ. Нижний слой, въ которомъ мы живемъ, наиболѣе сжатъ и обладаетъ наибольшою упругостію. Впослѣдствіи давленія сверху, каждая частица воздуха давить по всеѣмъ направленіямъ на прочія частицы и гнететъ ихъ въ ту сторону, гдѣ

Фиг. 112.



или нѣтъ воздушныхъ частицъ, или онѣ слабѣе сопротивляются, въ слѣдствіе меньшей упругости. Онѣ проникаютъ въ рыхлые камни, въ почву, растенія и живыя существа, даже

между частицами жидкостей. Итакъ, воздушное давленіе есть или непосредственное дѣйствіе тяжести воздуха, или дѣйствіе его упругости, происходящей отъ тяготѣнія верхнихъ слоевъ.

Подъ открытымъ небомъ, упругость нижнихъ слоевъ атмосферы давить во всѣ стороны, между прочимъ и вверхъ съ такою же силою, съ какою тяжесть верхнихъ слоевъ давить сверху внизъ; безъ этого противодѣйствія верхніе слои должны бы были опуститься. Поэтому, упругость нашего воздуха равняется тяжести всей воздушной массы, надъ нимъ лежащей. Въ комнатѣ воздухъ имѣетъ такую же упругость, какъ и подъ открытымъ небомъ; иначе, вслѣдствіе давленія извнѣ, частицы воздуха до тѣхъ-поръ будутъ стремиться въ комнату, пока воздухъ внутри ея не получитъ такой же плотности и упругости, какъ и внѣ, и не будетъ въ состояніи сопротивляться упругости внѣшняго воздуха. Когда, при поднятіи поршня въ насосѣ, мы образуемъ подъ нимъ безвоздушное пространство, то воздухъ давить съ противоположной стороны всею своею упругостію и не встрѣчаетъ никакого противодѣйствія снизу вверхъ. Если же подъ поршнемъ остается нѣсколько воздуха и онъ при поднятіи поршня расширяется, то пронеходитъ пространство съ разрѣженнымъ воздухомъ. Воздухъ, заключающійся въ этомъ пространствѣ, разрѣженъ и имѣетъ исключительную упругость; упругость окружающаго воздуха гораздо больше и потому производитъ давленіе на поршень. Итакъ, воздушное давленіе дѣйствуетъ на всякое безвоздушное или разрѣженное пространство.

410. Водяной столбъ, поддерживаемый атмосфернымъ давленіемъ.

Столбъ, воды
поддерживае-
мый атмосфер-
нымъ давле-
ніемъ.

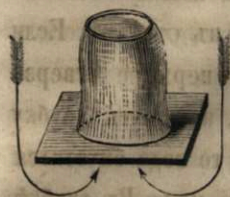
Опытъ а. Въ большую чашку съ водою опускается, въ горизонтальномъ положеніи, стаканъ или закрытая съ одного конца стеклянная тру-



бочка, которая тотчасъ наполнит-
ся водою. Потомъ, не вынимая
отверстія стакана изъ-подъ воды,
даютъ ему отвѣсное положеніе и
поднимаютъ его, на сколько мож-
но, вверхъ, оставивъ въ водѣ
только самые края. При этомъ вода не выльется изъ
стакана, и уровень жидкости будетъ въ немъ гораздо
выше, нежели въ чашкѣ. Но мы имѣемъ здѣсь два сооб-
щающіеся сосуда, и по § 81 одна та же жидкость долж-
на стоять въ нихъ на одинаковой высотѣ; какимъ же
образомъ опытъ показываетъ противное? Дѣло въ
томъ, что здѣсь нужно обращать вниманіе не на одну
жидкость. Въ стаканѣ находится вода и почти нѣтъ
воздуха; а надъ чашкою кромѣ-того лежитъ еще воз-
душный столбъ, который давитъ на поверхность жид-
кости всею своею упругостію. По § 77 это давленіе
на жидкость должно передаваться во всѣ стороны, меж-
ду прочимъ и вверхъ. Такимъ-образомъ оно дѣйстви-
тельно на стѣнки чашки и кромѣ-того, снизу вверхъ на во-
дяной столбъ въ опрокинутомъ стаканѣ. Силою этого
давленія, вода въ стаканѣ поднимается и поддерживае-
тся на большей высотѣ, нежели вѣтъ его, въ чашкѣ.

Опытъ б. Наполнивъ водою стаканъ (или закрытую
съ одного конца стеклянную трубочку), плотно накрывъ

фиг. 114.



ваютъ его сверху лоскуткомъ писчей бумаги или картой. Потомъ, положивъ лѣвую руку на бумагу, правою опрокидываютъ стаканъ и осторожно отнимаютъ лѣвую руку. При этомъ, не смотря на то, что стаканъ обращенъ отверз-

тіемъ внизъ, изъ него не выльется ни капли жидкости; такъ какъ внутри его нѣтъ воздуха, то атмосферное давленіе дѣйствуетъ снизу вверхъ и поддерживаетъ воду. Еслибы не было бумаги, то вѣшній воздухъ, вслѣдствіе своей упругости, проникъ бы по стѣнкамъ внутрь сосуда и вытѣснилъ бы воду.

Опытъ с. Если нижнее отверстіе сосуда довольно узко, то воздухъ не находитъ достаточнаго пространства, чтобы пройти вверхъ между частицами жидкости и стѣнками сосуда, и потому воздушное давленіе поддерживаетъ жидкость даже и безъ помощи бумаги.

Такъ напр. если наполнить водою прямую газопроводную трубку и плотно закрыть верхнее отверстіе пальцемъ, то вода не будетъ выливаться, потому-что ее поддерживаетъ давленіе атмосферы. Но какъ-скоро отнимемъ палецъ, жидкость начнетъ вытекать; здѣсь дѣйствуетъ уже не давленіе воздуха внизъ, потому-что оно уничтожается равнымъ и противоположнымъ давленіемъ снизу вверхъ,—а собственная тяжесть воды.

По той же причинѣ, жидкость не можетъ вытекать изъ полной бочки, если кранъ открыть, но верхняя крышка не поднята.

Опытъ d. Узкая, съ обѣихъ сторонъ открытая, стеклянная трубочка погружается однимъ концомъ въ ста-

фиг. 115.



кантъ, наполненный водою; вода остановится въ ней на той же высотѣ, какъ и въ стаканѣ. Если потомъ зажать верхнее отверстіе пальцемъ, и вынуть трубку изъ жидкости, то вода опустится въ ней весьма мало. Въ трубкѣ находятся воздухъ обыкновенной упругости и водяной столбъ; въ трубки — только воздухъ такой же упругости; влѣдствіе этого, нѣкоторое количество воды вытекаетъ влѣдствіе собственной своей тяжести. Черезъ это освобождается новое пространство для того воздуха, который заключенъ въ трубкѣ; онъ расширяется, разрѣжается и теряетъ упругость до такой степени, что атмосферное давленіе въ состояніи уравновѣсить эту упругость вмѣстѣ съ тяжестью столба воды. Поэтому истеченіе изъ трубки прекращается.

III. Вліяніе атмосфернаго давленія на истеченіе жидкостей.

Опытъ а. Бутылка или аптечная стеклянка, съ узкимъ горломъ, наполняется болѣе чѣмъ до половины водою и опрокидывается. Жидкость начинаетъ вытекать изъ стеклянки и мы замѣтимъ, что истеченіе происходитъ не непрерывно одной струей, а какъ-то толчками; врывающіеся пузырьки воздуха прерываютъ струю и производятъ особенный шумъ (бульканье). Хотя атмосферное давленіе дѣйствуетъ снаружи на воду, но сверху противодѣйствуетъ равная ему упругость внутренняго воздуха и часть жидкости вытекаетъ влѣдствіе собственной своей тяжести. Влѣдствіе этого, воздухъ въ бутылкѣ расширяется и теряетъ упругость, атмосферное

давленіе беретъ перевѣсъ надъ этою упругостью и надъ тяжестью оставшейся воды и прекращаетъ истеченіе. Но если отверстіе довольно широко, то въ силу того же давленія, частицы воздуха проникаютъ въ горло бутылки, поднимаются вверхъ и возстановляютъ упругость заключающагося тамъ воздуха. Истеченіе опять начинается, потомъ происходитъ разрѣженіе воздуха, и новые воздушные пузырьки съ шумомъ входятъ въ бутылку. Такимъ-образомъ здѣсь происходитъ постоянная борьба между атмосфернымъ давленіемъ, тяжестью воды и упругостью заключеннаго воздуха, которая то увеличиваетъ, то уменьшается; при этомъ побѣда остается то на той, то на другой сторонѣ, и согласно съ этимъ истеченіе то останавливается, то начинается снова.

Опытъ b. Бутылка съ узкимъ отверстіемъ наполняется почти до верху водою; нижнее отверстіе отвѣстно стоящей воронки затыкается пальцемъ и самая воронка также наполняется водою. Затѣмъ, отверстіе бутылки затыкается и бутылка переворачивается въ воронку, такъ чтобы горлышко было въ водѣ. Если теперь отнять палецъ отъ горла бутылки, то изъ нея вытечетъ только небольшая часть жидкости, именно столько, сколько необходимо для того, чтобы вѣсъ оставшейся воды, вмѣстѣ съ упругостью воздуха, заключеннаго въ бутылкѣ, могли быть уравновѣшены атмосфернымъ давленіемъ. Истеченіе можетъ продолжаться только тогда, когда отверстіе бутылки не будетъ замкнуто водою, и воздухъ будетъ имѣть въ него свободный доступъ. По этому, если изъ воронки выпустить не-

Уравниваніе
притока.

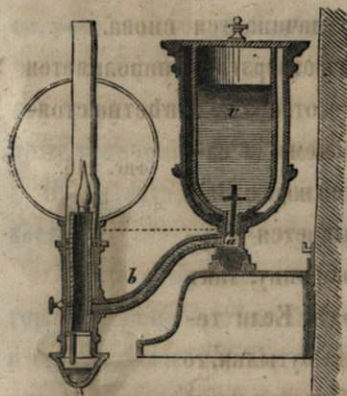
фиг. 116.



много воды, то отверстіе бутылки сдѣлается свободнымъ, въ него начнутъ подниматься воздушные пузырьки и вода станетъ вытекать изъ бутылки. Это продолжается до тѣхъ-поръ, пока вода опять не закроетъ ея отверстія и не достигнетъ въ воронкѣ такой же высоты, какъ и прежде. Такимъ образомъ, жидкость въ воронкѣ будетъ наполняться притокомъ сверху и поддерживаться постоянно на одной и той же высотѣ.

На этомъ основывается устройство особаго рода лампъ; въ нихъ, посредствомъ правильнаго притока, масло поддерживается постоянно на одномъ уровнѣ. Такая лампа состоитъ изъ двухъ сообщающихся между собою со-

фиг. 117.



судовъ: въ одномъ изъ нихъ, узкомъ, помѣщается свѣтильня; другой, болѣе широкій, наполненъ масломъ, которое должно стоять на одной высотѣ съ свѣтильнею. Какъ-скоро, вслѣдствіе горѣнія, часть масла истощится, то уровень его понизится въ обоихъ сосу-

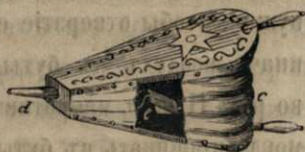
дахъ и притокъ масла къ свѣтильнѣ сдѣлается недостаточенъ. Чтобы избѣжать этого и достигнуть правильнаго снабженія свѣтильни масломъ, въ широкій сосудъ опускается закрытый сверху резервуаръ, снабженный внизу отверстіемъ. Отверстіе это, при поднятіи резервуара, запирается клапаномъ. Когда резервуаръ опущенъ въ широкій сосудъ, то отверстіе перваго лежитъ на одной горизонтальной линіи со свѣтильнею.

Воздухъ проникаетъ черезъ боковое отверстіе широкаго сосуда и своимъ давленіемъ поддерживаетъ масло въ резервуарѣ. Но какъ-скоро часть масла истощится вслѣдствіе горѣнія, то уровень его въ широкомъ сосудѣ опустится, отверстіе резервуара сдѣлается свободнымъ и воздухъ, врывающійся въ него, до-тѣхъ-поръ гонитъ масло внизъ, пока оно не станетъ на такой же высотѣ, какъ и прежде.

112. Раздувательный мѣхъ; дыханіе. Кузнечный мѣхъ,

употребляемый для раздуванія огня, состоитъ изъ двухъ досокъ, соединенныхъ ко-
жею. При растягиваніи складокъ кожи, объемъ мѣха уве-
личивается, а при сжатіи—

фиг. 118.



уменьшается. Узкій конецъ мѣха снабженъ отверстіемъ *a*; другое отверстіе находится въ одной изъ досокъ и за-
пирается клапаномъ, открывающимся только внутрь. Если растянуть мѣхъ и черезъ это увеличить вмѣ-
стительность его, то воздухъ внутри его расширяется и внѣшній воздухъ проникаетъ въ оба отверстія. При
сжатіи мѣха, заключенный въ немъ воздухъ умень-
шается въ объемѣ, сгущается и, стремясь расшириться, закрываетъ клапанъ и выходитъ въ узкій конецъ
до-тѣхъ-поръ, пока не получитъ одинаковую плотность
съ окружающимъ воздухомъ.

При дыханіи, наша грудная полость увеличивается въ объемѣ; воздухъ, имѣя большую упругость, входитъ въ дыхательное горло. При выдыханіи, грудная полость сокращается и сгустившійся воздухъ выходитъ изъ нея наружу.

Раздуватель-
ный мѣхъ.

Всасываніе
ртомъ.

113. Всасываніе.

Опытъ а. Если прямую трубочку опустить нижнимъ концомъ въ воду, а верхній взять въ ротъ и всасывать въ себя воздухъ, то вода поднимается въ трубку. При всасываніи, мы расширяемъ грудную полость и разрѣжаемъ воздухъ, заключающійся въ нашихъ легкихъ, во рту и въ трубкѣ; атмосферное давленіе дѣйствуетъ на разрѣженное пространство и гонитъ въ него воду.

Питье.

Когда мы пьемъ, то воздухъ во рту также разрѣжается и жидкость вталкивается въ ротъ силою атмосфернаго давленія. Если мы пьемъ изъ бутылки, то нужно, чтобы отверстіе ея было не все закрыто ртомъ; иначе воздухъ въ бутылкѣ разрѣдится, болѣе чѣмъ во рту. Нужно, напротивъ, чтобы атмосферное давленіе могло проникать въ бутылку и возстановлять упругость заключающагося въ ней воздуха.

Куреніе.

При куреніи табаку, происходитъ разрѣженіе воздуха въ сигарѣ или чубукѣ и во рту, и дымъ поднимается въ ротъ силою атмосфернаго давленія; при этомъ необходимо, чтобы чубукъ или облочка сигары были непроницаемы для воздуха.

Всасываніе
посредствомъ
поршня.

Опытъ в.

фиг. 119.



Берется открытая съ обоихъ концовъ стеклянная трубочка и для нея готовится поршень изъ палотки, обернутой мокрымъ льномъ. Если нижнее отверстіе трубки погрузить въ воду, вдвинуть поршень и затѣмъ поднять его вверхъ, то при этомъ также, какъ и при всасываніи ртомъ, образуется разрѣженное пространство, и воздушное давленіе поднимаетъ воду въ трубкѣ до-тѣхъ-поръ, пока вѣсъ воды

и упругость оставшагося въ трубкѣ воздуха не уравновѣсится давленіемъ атмосферы. На этомъ основывается поднятіе воды во всѣхъ насосахъ.

II. Опытъ Торричелли. Уже древніе замѣтили явленія, происходящія при всасываніи; они знали, что вода поднимается въ безвоздушное или разрѣженное пространство, которое образуется подъ поршнемъ насоса. Но ближайшая причина этихъ явленій была неизвѣстна; для объясненія ихъ допускался общій законъ, что природа боится, имѣть отвращеніе отъ пустаго пространства. Слова эти были только выраженіемъ явленія, извѣстнаго по опыту: замѣчено было, что когда отъ какой-либо причины образуется пустое пространство, то силы природы тотчасъ начинаютъ дѣйствовать и снова наполняютъ пустоту. Въ XVII-мъ столѣтіи, во Флоренціи, устроивался необыкновенной вышины насосъ; онъ назначался для поливанія цвѣтовъ на плоской кровлѣ бесѣдки въ саду великаго герцога. Насосъ былъ сдѣланъ съ большимъ искусствомъ; особенное вниманіе обращено было на то, чтобы поршень плотно входилъ въ трубку. Но когда стали пробовать его, то къ великому удивленію строителя, вода не потекла; при подниманіи поршня она послѣдовала за нимъ до высоты 34 футовъ и на этой высотѣ остановилась; выше этого предѣла, безвоздушное пространство не наполнялось водой. Когда за объясненіемъ этого непонятнаго обстоятельства обратились къ знаменитому естествоиспытателю Галилею, то онъ отвѣчалъ, что вѣроятно отвращеніе природы отъ пустаго пространства простирается только до предѣла 34-хъ футовъ. Галилей зналъ однакожъ, что воздухъ имѣетъ тяжесть и даже приписывалъ ему

въсь вдвое болѣе настоящаго. Онъ предполагалъ устроить двѣ сообщающіяся трубы, изъ которыхъ короткая была бы сверху открыта, а длинная, вышиною болѣе 34 фут. закрыта вверху и не содержала бы внутри воздуха; воздушное давленіе, разсуждалъ онъ, поддержитъ въ длинной трубкѣ водяной столбъ въ 34 фута вышины. Вскорѣ потомъ Галилей умеръ.

Ученикъ его Торричелли, занявшій послѣ Галилея катедру физики въ Болонскомъ университетѣ, воспользовался указаніями своего учителя. Онъ разсуждалъ такимъ-образомъ: если атмосферное давленіе поддерживаетъ въ безвоздушномъ пространствѣ столбъ воды въ 34 фута, то оно можетъ также поддерживать столбъ другой-какой нибудь жидкости. Этотъ столбъ будетъ ниже водянаго, если жидкость плотнѣе воды. Такъ-какъ ртуть вѣситъ въ $13\frac{1}{2}$ разъ болѣе, нежели равный объемъ воды, то ртутный столбъ, поднятый воздушнымъ давленіемъ, будетъ въ $13\frac{1}{2}$ разъ

Фиг. 120.

короче водянаго, т.-е. будетъ имѣть высоту $34/13\frac{1}{2}$ фута или $\frac{816}{27}$ —почти 30 дюймамъ.

Опытъ Торричелли.

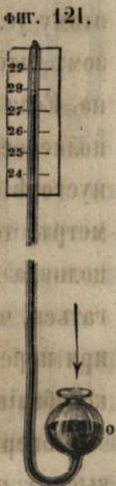


Чтобы повѣрить справедливость своего разсужденія, Торричелли сдѣлалъ, въ 1643 году, слѣдующій опытъ. Онъ взялъ трубку болѣе 30 дюймовъ длины, съ одного конца открытую, съ другаго запаянную, наполнилъ ее ртутью, и потомъ опустил открытымъ концомъ въ чашку съ ртутью, предварительно зажавши

отверстіе трубки пальцемъ. Когда онъ отнялъ палецъ, то ртуть въ трубкѣ стала понижаться и послѣ нѣсколькихъ колебаній остановилась на высотѣ 30-ти дюймовъ, надъ поверхностью жидкости въ чашкѣ. Въ верхней части трубки надъ ртутью образовалось пустое пространство; оно получило названіе торричелліевой пустоты. Воздушное давленіе не въ состояніи было поднять ртуть, для того, чтобы наполнить это пространство. Итакъ, давленіе атмосфернаго воздуха равняется вѣсу ртутнаго столба, вышиною въ 30 дюймовъ.

115. Обыкновенный барометръ. Снарядъ, придуманный Торричелли, представляетъ собою первоначальный видъ барометра, инструмента, служащаго для измѣренія давленія воздуха. Впослѣдствіи барометръ получилъ болѣе практическое устройство. Барометръ съ чашечкою состоитъ изъ стеклянной трубки, имѣющей два колѣна, изъ которыхъ длинное имѣетъ болѣе 30-ти дюймовъ и сверху запаяно, а короткое расширяется и образуетъ открытый сверху шарикъ. Этотъ шарообразный сосудъ занимаетъ мѣсто той чашки, въ которую погружалась трубка въ приборѣ Торричелли. Барометръ наполняется ртутью; въ верхней части запаяннаго колѣна образуется торричелліева пустота, она вовсе не должна содержать въ себѣ воздуха. Атмосферный воздухъ, имѣя доступъ въ короткое колѣно, давить на поверхность ртути и уравновѣшивается въ другомъ колѣнѣ длиннымъ ртутнымъ столбомъ. Подъ открытымъ небомъ давленіе производится непосредственно вѣсомъ воздушнаго столба, простирающагося на нѣ-

Обыкновенный
барометръ.



сколько десятковъ верстъ въ вышину, до предѣловъ атмосферы; въ комнатѣ дѣйствуетъ упругость воздуха, равная этому вѣсу. Чтобы въ точности опредѣлить толщину ртутнаго столба надъ поверхностью ртути въ чашечкѣ, пространство между 27 и 32 дюймами дѣлится на дюймы и линіи; дѣленія назначаются на досчечкѣ, укрѣпленной на оправѣ барометра. При этомъ предполагается, что уровень ртути въ чашечкѣ постоянно одинъ и тотъ же, или измѣняется весьма мало; съ этою цѣлью чашечка дѣлается шире трубки по-крайней-мѣрѣ разъ въ 10. Когда ртуть въ трубкѣ опускается, то повышеніе ея въ широкомъ колѣнѣ бываетъ незначительно, потому-что она распространяется здѣсь по болѣе поверхности. Впрочемъ, при точныхъ наблюденіяхъ необходимо обращать вниманіе на измѣненіе ртутнаго уровня въ чашечкѣ.

Первое условіе хорошаго барометра состоитъ въ томъ, чтобы торричелліева пустота не заключала въ себѣ воздуха. Чтобы испытать, удовлетворяетъ ли барометръ этому условію, наклоняють его осторожно такимъ-образомъ, чтобы ртуть дошла до вершины запаяннаго колѣна. Если здѣсь останется свободное пространство не наполненное ртутью, то это значитъ, что въ торричелліевой пустотѣ есть воздухъ. Когда нужно перенести барометръ, то опрокидываютъ его такъ, чтобы ртуть наполнила все длинное колѣно; при этомъ нужно остерегаться, чтобы не пролить ртути изъ открытаго конца; при переноскѣ стараются, чтобы ртуть не подвергалась колебаніямъ.

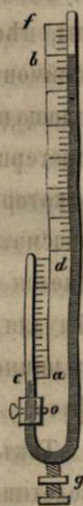
Поверхность ртути имѣетъ вообще выпуклую форму, высота ртутнаго столба считается отъ точки выпукло-

ети. Передъ каждымъ наблюденіемъ инструментъ долженъ слегка встряхивать, не выводя его изъ отвѣснаго положенія; это дѣлается, для того чтобы часть ртути не осталась вслѣдствіе прилипанія на внутреннихъ стѣнкахъ трубки.

№6. Сифонный барометръ. Для болѣе точныхъ измѣреній употребляется сифонный барометръ, названный такъ по своему сходству съ сифономъ, о которомъ мы будемъ говорить ниже. Онъ состоитъ изъ трубки, изогнутой въ два колѣна одинаковой ширины; длинное колѣно сверху запаяно, а короткое открыто. Въ хорошихъ барометрахъ трубки даютъ довольно большую ширину, иногда до половины дюйма, и стараются, чтобы она имѣла повсюду одинаковый діаметръ. Ртуть предварительно очищается; наполнивъ ею трубку до одной трети, кипятятъ ее надъ угольями; потомъ приливаютъ еще нѣсколько нагрѣтой ртути, снова кипятятъ, и т. д., покуда не наполнится вся трубка. Посредствомъ этого кипяченія удаляются воздухъ и влага, присташіе ко внутреннимъ стѣнкамъ трубки; а это необходимо для того, чтобы получить совершенную пустоту. Въ обыкновенныхъ продажныхъ барометрахъ часто не обращаютъ на это должнаго вниманія. Досчетка, раздѣленная на дюймы и линіи (такъ-называемая шкала) въ сифонномъ барометрѣ дѣлается длиннѣе, чѣмъ въ обыкновенномъ; она доходитъ до поверхности ртути въ короткомъ колѣнѣ, и можетъ быть передвигаема вверхъ и внизъ. При всякомъ поднятіи ртути въ длинномъ ко-

Сифонный барометръ.

Фиг. 122 .



лѣнѣ, происходитъ пониженіе ея въ короткомъ, а высота ртутнаго столба, поддерживаемаго давленіемъ воздуха, считается всякій разъ отъ уровня жидкости въ короткомъ колѣнѣ. При каждомъ наблюденіи, шкала устанавливается такимъ-образомъ, чтобы нижняя черта ея находилась на одной высотѣ съ поверхностью ртути въ открытомъ концѣ.

Величина воз-
душнаго да-
вленія.

117. Величина воздушнаго давленія, измѣряемая помощью барометра. Собственно говоря, барометръ служить только для измѣренія давленія атмосферы. Воздушный столбъ, простирающійся до предѣловъ атмосферы, вѣситъ столько же, какъ ртутный столбъ въ 30 дюймовъ, имѣющій такое же основаніе. Поэтому, всякая площадь, ограничивающая безвоздушное пространство, претерпѣваетъ давленіе, равное вѣсу ртутнаго столба, у котораго высота 30 дюймовъ, а основаніемъ служить разсматриваемая площадь. Вѣсъ цѣлой атмосферы равняется вѣсу того количества ртути, какое потребовалось бы для составленія около земли слоя въ 30 дюймовъ толщиною, или же вѣсу водянаго слоя толщиною въ 34 фута.

Воздушное
давленіе на
квадратный
дюймъ.

Такъ-какъ кубическій дюймъ ртути вѣситъ около 52 золотниковъ, то атмосферное давленіе на каждый квадратный дюймъ, ограничивающій пустое пространство, равняется вѣсу ртутнаго столба въ 30 кубическихъ дюймовъ, или $= 30 \times 52$ золотниковъ, что составляетъ около $16\frac{1}{3}$ фунта. На площади 1 квадратнаго фута умѣщаются 144 такихъ столба ртути; слѣдовательно, воздушное давленіе на 1 квадратный футъ равняется $144 \times 16\frac{1}{3} = 2352$ фунтамъ, или почти 59 пудамъ.

Поверхность человѣческаго тѣла заключаетъ въ себѣ около 16-ти квадратныхъ футовъ; слѣдовательно, если бы внутри нашего тѣла была пустота, то мы претерпѣвали бы снаружи давленіе въ 2352×16 , или болѣе 37000 фунтовъ (900 пудовъ). Но внутренность нашего тѣла содержитъ въ себѣ воздухъ, который имѣетъ одинаковую плотность и упругость съ вѣшнымъ воздухомъ. Потому-то у воздухоплавателей, находящихся въ верхнихъ, разрѣженныхъ слояхъ атмосферы, упругость внутренняго воздуха производитъ приливъ крови къ наружнымъ частямъ, особенно къ носу и къ глазамъ.

Давленіе на поверхность человѣческаго тѣла.

118. Барометръ, какъ предсказатель погоды. Вскорѣ послѣ изобрѣтенія барометра было замѣчено, что даже въ одной и той же мѣстности ртуть стоитъ не всегда на высотѣ 30 дюймовъ, но что она то поднимается, то падаетъ. Стали наблюдать, не согласуются ли эти измѣненія барометра съ переменами погоды и нашли, что восхожденіе ртути служитъ обыкновенно признакомъ ясной погоды, а паденіе — пасмурной. Нынѣ на барометръ чаще всего смотрятъ, какъ на указатель погоды; по этой причинѣ, на масштабъ обозначается словами, какая погода соотвѣтствуетъ тому или другому состоянію барометра (ясно, переменчиво, вѣтеръ, дождь, буря). Когда погода согласуется съ этими показаніями, то говорятъ, что барометръ идетъ правильно; если же нѣтъ, то думаютъ что инструментъ не вѣренъ.

Барометръ, какъ предсказатель погоды.

Но на самомъ дѣлѣ барометръ показываетъ не переменны погоды, а измѣненія атмосфернаго давленія; если ртуть поднимается, то это значитъ, что давленіе становится больше; если падаетъ — меньше. Что же касается до погоды, то она зависитъ преимущественно отъ трехъ у сло-

вій: отъ температуры, отъ количества водяныхъ паровъ въ воздухѣ и отъ воздушнаго давленія. Чтобы имѣть возможность предсказывать погоду, необходимо обращать вниманіе на каждое изъ этихъ трехъ обстоятельствъ, въ высшей степени переменчивыхъ. Въ нашихъ странахъ наименьшая высота барометра, а слѣдовательно и наименьшее воздушное давленіе бываетъ при юго-западномъ вѣтрѣ. Давленіе, показываемое барометромъ, производится совокупнымъ дѣйствіемъ воздуха и водяныхъ паровъ, которые невидимо присутствуютъ въ атмосферѣ; когда количество этихъ водяныхъ паровъ слишкомъ велико, то часть ихъ сгущается въ облака и теряетъ вмѣстѣ съ газообразною формою свою упругость. По этому, паденіе ртути въ барометрѣ можетъ происходить отъ того, что вслѣдствіе образованія облака, часть паровъ лишилась своей упругости. Это бываетъ обыкновенно при юго-западныхъ вѣтрахъ, которые, дувъ съ большихъ морей, приносятъ воздухъ, чрезвычайно обильный водяными парами. Въ этомъ случаѣ паденіе барометра заставляетъ думать, что въ верхнихъ слояхъ атмосферы образовалось много облаковъ, и что, слѣдовательно, нужно ожидать дождя. Напротивъ, наибольшее поднятіе барометра бываетъ при сѣверо-восточныхъ вѣтрахъ, которые дуютъ съ большихъ материковъ и приносятъ къ намъ плотный и сухой воздухъ (сравни. § 359).

Измѣреніе вы-
сотъ.

49. Измѣреніе высотъ посредствомъ барометра. Спустя нѣсколько лѣтъ послѣ опыта Торричелли, французскій ученый Паскаль предложилъ подняться съ барометромъ на вершину горы, гдѣ значительная часть атмосферы лежитъ подъ ногами наблюдателя. Такъ-какъ поверхность ртути претерпѣваетъ тамъ давленіе менѣе вы-

сокаго воздушнаго столба, то барометръ долженъ падать и тѣмъ ниже, чѣмъ выше горы. Этотъ опытъ былъ исполненъ, въ 1648 году, родственникомъ Паскаля—Перрьё. Поднимаясь на гору Сюи-де-Домъ, въ Оверинской провинціи, до высоты 4000 футовъ. Перрьё видѣлъ, какъ ртуть по мѣрѣ восхожденія мало-по-малу опускалась, на вершинѣ горы она стала тремя дюймами ниже, чѣмъ внизу, у подошвы. Зная паденіе барометра, можно опредѣлить высоту горы, на которую мы съ нимъ поднимались.

Положимъ, что на поверхности земли барометръ имѣетъ высоту 30 дюймовъ $\equiv$ 300 линій; если подыместъ его вверхъ на 88 футъ, то ртуть опустится на одну линію и высота барометра будетъ 299 линій. Слѣдовательно, у поверхности земли столбъ воздуха вышиною въ 88 футовъ вѣситъ столько же, сколько ртутный столбикъ въ 1 линію. Поднимаясь еще выше по откосу горы, мы будемъ находиться въ воздушномъ слоѣ, надъ которымъ лежитъ меньше воздуха и который, поэтому менѣе сжатъ и имѣетъ меньшую плотность, нежели нижній слой. Поэтому, мы должны будемъ подняться болѣе чѣмъ на 88 фут. чтобы ртуть, упала еще на одну линію. Въ третьемъ слоѣ, гдѣ высота барометра будетъ 298 линій, нужно подняться еще выше, чтобы достигнуть четвертаго слоя, въ которомъ высота ртути понизится до 297 линій. Такимъ-образомъ, столбы воздуха, способные уравновѣситъ столбикъ ртути въ 1 линію вышиною, будутъ тѣмъ длиннѣе, чѣмъ выше мы поднимаемся, потому-что плотность ихъ становится при этомъ все меньше-и-меньше.

Еслибы въ самомъ верхнемъ слоѣ атмосферы ртуть

имѣла высоту одной линіи, то плотность его была бы $\frac{1}{300}$ плотности самаго нижняго слоя; слѣдовательно, верхній воздушный слой долженъ бы быть въ 300 разъ выше нижняго, т.-е. имѣть высоту 300 — 88, чтобы уравновѣсить одну линію ртути; съ другой стороны, внутри шестаго слоя, считая отъ поверхности земли, ртуть стоитъ на 295 линіяхъ; слѣдовательно, этотъ слой въ 295 разъ плотнѣе самаго верхняго, гдѣ высота барометра равняется одной линіи, а потому высота этого слоя составляетъ 295-ю долю вышины верхняго слоя, т.-е. $\frac{300 - 88}{295}$ или почти 89 футовъ. На такую высоту нужно здѣсь подняться, чтобы ртуть упала еще на одну линію. Кромѣ-того, нужно помнить, что и внутри этихъ слоевъ плотность воздуха не остается постоянною, и что воздушное давленіе зависитъ отъ температуры воздуха, которая измѣняется по мѣрѣ возвышенія, отъ количества водяныхъ паровъ и направленія вѣтра. Всѣ эти обстоятельства чрезвычайно затрудняютъ и усложняютъ барометрическія измѣренія высотъ.

120. Ливеръ и сифонъ. Ливеръ и сифонъ служатъ для поднятія и переливанія жидкости изъ одного сосуда въ другой; первый наполняется обыкновенно черезъ погруженіе въ жидкость, второй—черезъ всасываніе.

Ливеръ.

а. Ливеръ. Онъ состоитъ изъ трубки, которая книзу суживается и оканчивается небольшимъ отверстіемъ, а вверху расширяется и представляетъ отверстіе такой величины, что его можно затыкать пальцемъ. Если погрузить эту трубку въ жидкость, то, по закону сообщающихся сосудовъ, жидкость поднимется въ ней до такой же высоты, какую она имѣетъ въ сосудѣ. Послѣ этого мы можемъ, заткнувъ верхнее отверстіе

пальцемъ, вынуть ливеръ изъ жидкости, фиг. 123.

то изъ него вытечетъ только нѣсколько капель, послѣ чего воздухъ въ верхней части прибора разрѣдится и остальная жидкость будетъ поддержана воздушнымъ давленіемъ. Если затѣмъ поднести ливеръ къ тому сосуду, въ который нужно перелить жидкость и отнять палецъ, то жидкость тотчасъ начинается выливаться.

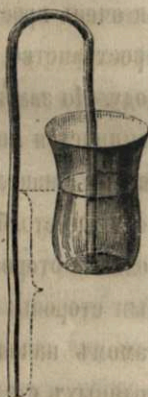


Сифонъ.

в. Сифонъ.

Опытъ. Согнутая стеклянная (газопроводная) трубка оборачивается отверзтіями внизъ; одно колѣно ея погружается въ стаканъ съ водою, а фиг. 124.

другое остается вѣхъ сосуда. Такая согнутая трубка, обращенная отверзтіями внизъ, называется сифономъ. Она наполняется водою посредствомъ всасыванія. Для этого наружное колѣно трубки поднимается выше поверхности воды, и изъ отверзтія его высасывается воздухъ. Вслѣдствіе атмосфернаго давленія, вода наполняетъ трубку; если прекратить всасываніе, то она снова возвратится въ стаканъ. Послѣ этого, наружное колѣно опускается нѣсколько вкось, такъ, чтобы отверзтіе его лежало ниже уровня жидкости, но выше погруженнаго отверзтія. Если теперь всасывать воду, то она наполнитъ сифонъ и, по прекращеніи всасыванія, начнетъ вытекать непрерывной струей изъ наружнаго колѣна. То же будетъ, если опуститъ наружное колѣно еще ниже. Вообще



сифонъ нужно держать такимъ-образомъ, чтобы одно колѣно его погружалось въ жидкость, и чтобы отверстіе другого колѣна лежало ниже уровня жидкости. Если погруженное колѣно доходитъ до дна сосуда (какъ изображено на рисункѣ), а отверстіе наружнаго лежитъ еще ниже, то жидкость вытечетъ вся. Вообще истеченіе прекращается, какъ-скоро погруженный конецъ будетъ лежать выше поверхности воды. Если наружное колѣно короче, нежели погруженное, то жидкость вытекаетъ до-тѣхъ-поръ, пока поверхность ея не будетъ лежать на одномъ уровнѣ съ отверстіемъ наружнаго колѣна; послѣ этого истеченіе прекращается.

Причина истеченія жидкости изъ сифона.

Поднятіе воды въ сифонъ при всасываніи объясняется очень просто: внутри трубки образуется разрѣженное пространство и атмосферное давленіе гонитъ въ него воду. Но замѣчательно то, что по окончаніи всасыванія начинается непрерывное истеченіе жидкости. Когда сифонъ наполненъ водою, то по закону тяжести два водяные столба, находящіеся въ двухъ колѣнахъ его, должны оторваться одинъ отъ другаго и упасть въ разныя стороны: одинъ въ сосудъ, другой наружу. Но при самомъ началѣ такого истеченія, въ точкѣ разрыва водяныхъ столбовъ, т.-е. въ вершинѣ сифона, должно образоваться безвоздушное пространство; а между-тѣмъ атмосферное давленіе не допуститъ этого: дѣйствуя на пустоту съ одной стороны черезъ жидкость стакана, съ другой—непосредственно въ наружное колѣно сифона, оно тотчасъ вгонитъ въ нее воду. Препятствуя такимъ-образомъ образованію пустаго пространства, атмосферное давленіе предотвращаетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и разрывъ жидкаго столба внутри сифона. Этотъ столбъ

дѣлается въ настоящемъ случаѣ неразрывной сплошной массой. Свѣшиваясь отъ вершины сифона въ оба колѣна, онъ находится подъ вліяніемъ двухъ силъ. Съ одной стороны на него дѣйствуетъ тяжесть короткаго водянаго столба, который наполняетъ погруженное колѣно отъ вершины сифона до уровня жидкости въ стаканѣ; съ другой—тяжесть болѣе длиннаго водянаго столба, наполняющаго наружное колѣно. Такъ-какъ тяжесть послѣдняго беретъ перевѣсъ, то жидкость не можетъ вытекать въ стаканъ; напротивъ, вся она мало-помалу выливается черезъ наружное отверстіе сифона. И-такъ, движущею силою служить здѣсь перевѣсъ водянаго столба, заключающагося въ наружномъ колѣнѣ сифона, или тяжесть той части этого столба, которая лежитъ ниже уровня жидкости въ сосудѣ. Чтобы еще нагляднѣе объяснить это, представимъ себѣ веревку, которая, лежа однимъ концомъ на столѣ, перекидывается черезъ блокъ или стеклянную трубочку и свѣшивается другимъ концомъ ниже плоскости стола. Если треніе не велико, то длинный конецъ перетянетъ всю веревку на свою сторону. То же самое бываетъ и съ жидкимъ столбомъ внутри сифона. Воздушное давленіе придаетъ ему неразрывность и сцѣпленіе, и такимъ-образомъ уподобляетъ его сказанной веревкѣ. Для этого необходимо впрочемъ, чтобы вершина сифона лежала не выше 34 футовъ надъ поверхностью воды въ сосудѣ.

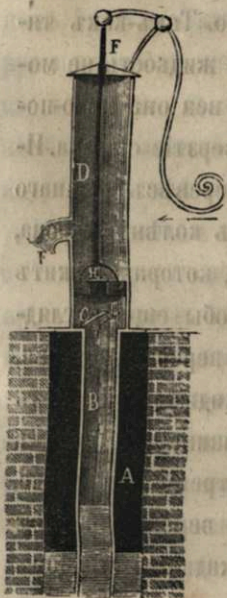
Ясно, что если отверстіе наружнаго колѣна лежитъ на одной высотѣ съ поверхностью жидкости въ сосудѣ, то жидкость остается въ равновѣсіи; въ этомъ случаѣ нѣтъ движущей силы, которая могла бы производить истеченіе. Обыкновенно наружное колѣно си-

фона дѣлается длиннѣе, а то, которое погружается въ жидкость—короче; въ этомъ впрочемъ нѣтъ надобности. Сифоны употребляются въ винныхъ погребахъ для переливанія винъ изъ бочекъ, черезъ верхнія отверстія.

Всасывающій
насосъ.

121. Всасывающій насосъ. Обыкновенный насосъ состоитъ изъ пустаго цилиндра, снабженнаго трубкой, черезъ

Фиг. 125.



которую можетъ стекать вода; къ нижней части этого цилиндра плотно придѣлана узкая всасывающая трубка *B*, которая погружается въ бассейнъ съ водою. Внутри цилиндра движется плотно входящій поршень, обтянутый кожей; въ немъ просверлено вертикальное отверстіе, закрытое клапаномъ *H*, клапанъ открывается только вверхъ. Желѣзный стержень поршня вверху прикрѣпляется къ рычагу или рукояткѣ, приводимой въ движеніе руками. На днѣ цилиндра, при началѣ всасывающей трубки, находится другой клапанъ *C*; онъ открывается тоже снизу вверхъ.

Дѣйствіе
всасывающаго
насоса.

Когда поршень насоса, отъ самаго нижняго своего положенія (т. е. отъ клапана *C*), поднимается вверхъ, то внѣшнее давленіе запираетъ клапанъ *H* и подъ нимъ образуется разрѣженное пространство. Воздухъ, находящійся во всасывающей трубкѣ, расширяется, открываетъ клапанъ *C* и наполняетъ пространство подъ поршнемъ. Но такъ-какъ этотъ воздухъ, разрѣжаясь, дѣлается менѣе упругимъ, нежели воздушный столбъ, который давитъ на поверхность воды, то вода, побуж-

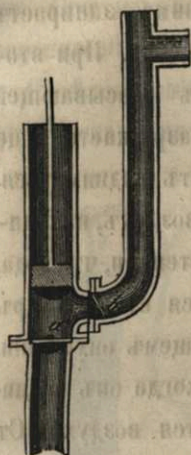
даемая внѣшнимъ давленіемъ, начинаетъ подниматься по всасывающей трубкѣ. Когда потомъ поршень опускается, то воздухъ, сгущаясь подъ нимъ, запираетъ нижній клапанъ и частію выходитъ наружу. При второмъ поднятіи поршня, воздухъ изъ всасывающей трубки снова входитъ въ цилиндръ и разрѣжается еще болѣе, и вода слѣдовательно продолжаетъ подниматься. Послѣ нѣсколькихъ размаховъ поршня, воздухъ, находящійся подъ нимъ, разрѣжается до такой степени, что вода, силою атмосфернаго давленія, вгоняется въ цилиндръ насоса черезъ клапанъ *C*; при слѣдующемъ опусканіи, поршень погружается уже въ воду, и когда онъ поднимется, то подъ нимъ вовсе не останется воздуха. Съ этого времени, при каждомъ опусканіи поршня, часть воды проходитъ въ клапанъ *H*; нижній же клапанъ запирается тяжестью воды. При поднятіи поршня, вода находящаяся въ верхней части цилиндра, тяжестью своею закрываетъ клапанъ *H*, и поднявшись вмѣстѣ съ поршнемъ, вытекаетъ въ боковую трубку. Для того чтобы насосъ могъ накачивать воду, воздушное давленіе должно поднимать ее до самаго клапана *C*, а для этого клапанъ долженъ лежать не выше извѣстнаго предѣла надъ поверхностью воды. Еслибы въ насосѣ образовалось дѣйствительно безвоздушное пространство, то этотъ предѣлъ былъ бы 34 фута; но какъ это пространство по несовершенству снаряда всегда бываетъ только разрѣженное, то обыкновенно клапанъ *C* помещается не выше 25 футовъ надъ водою.

122. Нагнетательный насосъ и пожарная труба.

а. Нагнетательный насосъ. Если нужно поднять воду на значительную высоту, то употребляется нагне-

Нагнетатель-
ный насосъ.

тательный насосъ. Онъ отличается отъ обыкновеннаго
 фиг. 126. тѣмъ, что 1) поршень его — плотный



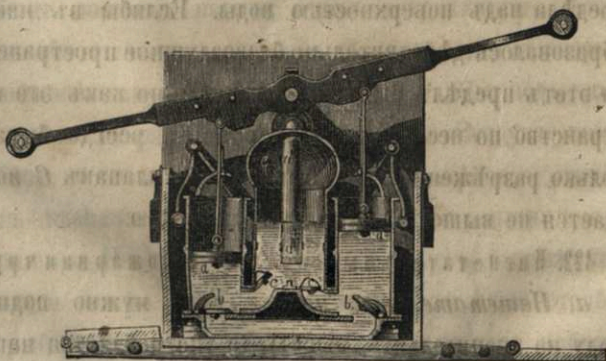
и не имѣетъ отверстія; 2) мѣсто выпускной боковой трубки занимаетъ восходящая трубка, которая загибается вверхъ и проводить воду на желаемую высоту; 3) въ восходящей трубкѣ находится боковой клапанъ, открывающійся наружу.

При поднятіи поршня, боковой клапанъ запирается; въ цилиндрѣ образуется разрѣженное пространство и вода, побуждаемая давленіемъ наружнаго воздуха, входитъ въ него черезъ нижній клапанъ. Когда же поршень опускается, то тяжесть воды и упругость воздуха, оставшагося подъ поршнемъ, запираютъ нижній клапанъ; боковой клапанъ, напротивъ, открывается и пропускаетъ воду въ восходящую трубку, откуда она, по свойству клапана, не можетъ возвратиться назадъ въ цилиндръ.

Пожарная
 труба.

б. *Пожарная труба.* Пожарная труба состоитъ изъ

фиг. 127.



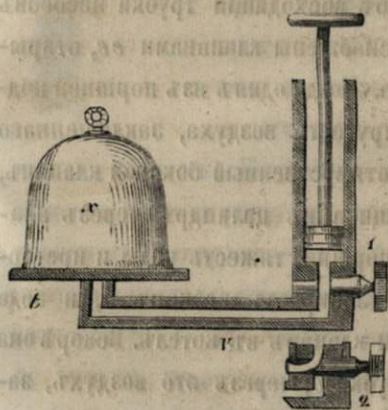
двухъ нагнетательныхъ насосовъ, которые накачиваютъ воду въ героновъ шаръ; оба насоса дѣлаются изъ металла и помѣщаются въ ящикѣ, наполненномъ водою. Сплошные поршни ихъ, прикрѣпленные къ двумъ желѣзнымъ стержнямъ *aa*, приводятся въ движеніе посредствомъ желѣзнаго двуплечнаго рычага. Между цилиндрами насосовъ находится широкій закрытый котелъ, имѣющій одинаковое устройство съ героновымъ шаромъ; въ немъ почти до дна погружается открытая трубка *o*, которая другимъ концомъ выходитъ сквозь верхнее дно наружу. Обѣ восходящія трубки насосовъ идутъ въ котелъ; онѣ снабжены клапанами *ee*, открывающимися внутрь котла. Когда одинъ изъ поршней поднимается вверхъ, то упругость воздуха, заключеннаго въ котлѣ, запираетъ соотвѣтственный боковой клапанъ, и вода входитъ изъ ящика въ цилиндръ черезъ клапанъ *b*. При опусканіи поршня, тяжесть воды и претерпѣваемое ею давленіе запираетъ клапанъ *b*, и вода входитъ черезъ боковой клапанъ въ котелъ. Вскорѣ она запираетъ отверстіе трубки *o*; черезъ это воздухъ, заключенный въ котлѣ, лишается возможности выходить наружу. При дальнѣйшемъ накачиваніи, вода поднимается еще выше и сгущаетъ въ котлѣ воздухъ, который упругостью своею выбрасываетъ воду въ видѣ струи изъ трубки котла. Устройство котла имѣетъ ту цѣль, чтобы вода текла непрерывною струею, а не попеременно, при опусканіи поршней. Къ трубкѣ (или если ея нѣтъ, то къ боковому отверстію, сдѣланному надъ нижнимъ дномъ) привинчивается кожаный рукавъ, посредствомъ котораго струѣ можно давать какое угодно направленіе.

Воздушный
насосъ.

123. Воздушный насосъ. Приборъ, служащій для разрѣженія воздуха въ какомъ-нибудь сосудѣ, называется воздушнымъ насосомъ. Онъ изобрѣтенъ въ 1650 году Оттономъ Герике. При помощи воздушнаго насоса, можно подтвердить то, что мы говорили объ упругости и давленіи воздуха. Онъ бываетъ двухъ родовъ: съ краномъ и съ клапанами.

Воздушный насосъ съ краномъ. Въ каждомъ воздушномъ насосѣ, одну изъ главныхъ частей состав-

Фиг. 128.



ляетъ мѣдная трубка, тщательно отшлифованная изнутри: цилиндръ насоса. Внутри цилиндра движется плотно входящій поршень; въ насосахъ съ кранами онъ бываетъ сплошной, т. — е. не просверленный. Изъ нижней части цилиндра выходитъ узкая

трубка *v*; другимъ концомъ своимъ она ввинчивается въ горизонтальный металлическій кружокъ *l*, — тарелку насоса. Сосудъ *x*, изъ котораго вытягивается воздухъ, называется пріемникомъ. Онъ дѣлается изъ стекла и обыкновенно имѣетъ форму открытаго снизу колокола; края его отшлифованы и могутъ плотно прилегать къ тарелкѣ *l*. Трубка *v* служитъ для проведенья воздуха изъ подъ колокола въ цилиндръ; отверстіе этой трубки попеременно запирается и отпирается помощію двойнаго зентгвердова крана.

Этотъ кранъ находится непосредственно подъ цилиндромъ насоса и имѣетъ два отверстія. Одно изъ нихъ видно на фигурѣ (1); другое отверстіе, показанное внизу (2), начинается тоже на боковой поверхности крана, на разстояніи четверти оборота отъ перваго и выходитъ дугою наружу.

При поднятіи поршня, крану дается положеніе означенное на чертежѣ, 1; воздухъ входитъ по трубкѣ *g*, изъ-подъ колокола въ цилиндръ, наполняетъ его и черезъ это разрѣжается. Чтобы этотъ воздухъ при опусканіи поршня не могъ возвратиться въ колоколъ, кранъ поворачивается на четверть оборота, такъ, что ручка его приходитъ изъ вертикальнаго положенія въ горизонтальное (см. 2). Затѣмъ поршень опускается и воздухъ, находящійся въ нижней части цилиндра, выходитъ чрезъ отверстіе крана наружу. Послѣ этого кранъ снова перевертывается въ положеніе 1, и поршень поднимается. Такимъ-образомъ, продолжая поворачивать кранъ и двигать поршень, мы будемъ болѣе-и-болѣе разрѣжать воздухъ подъ колоколомъ. Часто вмѣсто одного устраиваются два цилиндра; поршни ихъ соединяются между собою такимъ-образомъ, что когда одинъ идетъ вверхъ, то другой опускается, и наоборотъ.

Въ насосѣ съ клапанами въ поршнѣ есть отверстіе, закрываемое клапаномъ, который отворяется вверхъ, какъ въ всасывающемъ насосѣ. На днѣ цилиндра находится также клапанъ, отворяющійся вверхъ. При поднятіи поршня, клапанъ его запирается атмосфернымъ давленіемъ; воздухъ, находящійся въ колоколѣ, расширяется, отворяетъ нижній клапанъ и входитъ въ цилиндръ. При опусканіи поршня, сгущенный воздухъ запираетъ

нижній клапанъ и, отворяя верхній, выходитъ наружу. На фиг. 129 а, воздушный насосъ представленъ въ возможно простѣйшемъ видѣ; обыкновенно же устройство клапановъ гораздо сложнѣе. Маленькій воздушный насосъ съ тарелкою и зенгвердовымъ краномъ можно употреблять для всѣхъ важнѣйшихъ опытовъ надъ разрѣженнымъ пространствомъ. При сбереженіи воздушнаго насоса, нужно по возможности охранять его отъ пыли; сверхъ-того цилиндръ, поршень и кранъ должно вытирать по временамъ пропускной бумагой, и смазывать поршень свинымъ саломъ, а кранъ — свѣчнымъ. Зимой передъ каждымъ накачиваніемъ нужно на нѣсколько времени ставить насосъ въ на-топленную комнату.

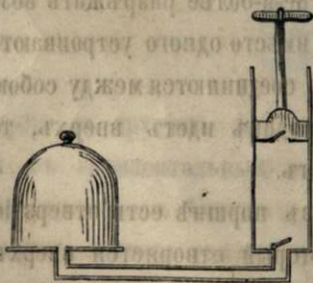
Опыты съ воз-
душнымъ на-
сосомъ.

121. Опыты съ воздушнымъ насосомъ.

1) Опыты, доказывающіе давленіе воздуха.

Опытъ а. При каждомъ воздушномъ насосѣ необхо-

фиг. 129, а.

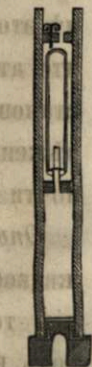


димъ колоколъ. Онъ не долженъ быть слишкомъ великъ, потому-что разрѣженіе воздуха въ большомъ приѣмникѣ, потребовало бы бесполезной траты времени и труда. Края колокола должны быть хорошо отшлифованы; передъ опытомъ они смазываются свѣчнымъ саломъ. Для опыта, колоколъ ставится на тарелку насоса и затѣмъ начинается выкачиваніе воздуха, сначала медленно, а потомъ быстрѣе-и-быстрѣе. Послѣ нѣсколькихъ взмаховъ поршня, атмосферное давленіе

такъ сильно придавить колоколъ къ тарелкѣ, что его невозможно оторвать. Послѣ этого крану дается такое положеніе, чтобы наружный воздухъ могъ входить подъ колоколъ и тогда, погихоньку поворачивая, можно снять его съ тарелки.

Опытъ в. Для слѣдующаго опыта нужно имѣть жестяной цилиндръ, около трехъ дюймовъ вышины и такого же діаметра, съ отогнутыми горизонтально краями, которые должны быть тщательно отшлифованы. Верхнее отверстіе цилиндра обтягивается резинкой или мокрымъ пузыремъ, который потомъ высушивается на цилиндрѣ до начала опыта. Нижний край цилиндра смазывается саломъ. Цилиндръ ставится на тарелку насоса и начинается выкачиваніе воздуха. Послѣ нѣсколькихъ взмаховъ поршня, пузырь давленіемъ воздуха вдавится внутрь цилиндра. Если нижній край цилиндра не плотно прилегаетъ къ тарелкѣ, то подъ него подкладывается толстое кожанное кольцо, пропитанное жиромъ.

Опытъ с. Ртутный дождь. Берется высокое ламповое стекло или стеклянная трубочка и края ихъ отшлифовываются по § 289, и потомъ смазываются саломъ. Если и послѣ этого они еще неплотно прилегаютъ къ тарелкѣ насоса, то подкладывается, какъ въ предъидущемъ опытѣ, кожанное кольцо. Въ верхнее отверстіе трубки вклеивается (сургучомъ) кусокъ орѣховаго дерева, въ серединѣ котораго просверлено углубленіе, не доходящее на одинъ палецъ до другой стороны дерева. Это углубленіе не должно быть очень широко, такъ чтобы его можно было



затыкать небольшою пробкой. Такимъ-образомъ получается родъ деревянной чашечки съ толстымъ дномъ; въ эту чашечку наливается ртуть. Если поставить этотъ приборъ на тарелку воздушнаго насоса и разрѣдить воздухъ въ стеклянной трубкѣ, то давленіе внѣшняго воздуха погонитъ ртуть черезъ скважины дерева и она будетъ падать внизъ, въ видѣ мелкаго дождя. Но чтобы при этомъ не засорить ртутью трубку насоса, поступаютъ слѣдующимъ образомъ. По срединѣ цилиндра вставляется просверленная пробка, сквозь которую проходитъ коротенькая стеклянная трубочка. Нижний конецъ этой трубочки опускается въ болѣе широкую трубку, снизу закрытую и подпертую пробкой. Такимъ-образомъ капли ртути будутъ падать въ запаянную трубку; послѣ опыта, трубка эта вмѣстѣ съ нижнею пробкою вынимается, ртуть переливается снова въ деревянную чашечку и закупоривается пробкой, которая снимается на время опыта.

Опытъ d. Барометрическое испытаніе разрѣженнаго пространства. Коротенькій сифонный барометръ помѣщается подъ колоколомъ воздушнаго насоса. По мѣрѣ разрѣженія воздуха, ртуть въ запаянномъ колѣнѣ этого барометра болѣе-и-болѣе понижается, потому что атмосферное давленіе, которое ее поддерживаетъ, становится меньше-и-меньше. При значительномъ разрѣженіи, ртуть стоитъ въ обѣихъ колѣнахъ барометра почти на одинаковой высотѣ.

Опытъ e. Ливеръ. Такъ какъ въ ливерѣ (§ 120) жидкость удерживается силою атмосфернаго давленія, то понятно, что она должна вытекать подъ колоколъ воздушнаго насоса. Такой ливеръ можно приго-

товить слѣдующимъ образомъ. Маленькій стаканчикъ наполняется водою и затыкается пробкой, сквозь которую пропущена стеклянная трубочка. Потомъ весь приборъ опрокидывается и утверждается, помощію трехъ проволокъ, на тарелкѣ воздушнаго насоса; внизу подставляется маленькій сосудъ для принятія воды и все это покрывается колоколомъ.

фиг. 129, с.



Здѣсь должно также упомянуть объ опытѣ съ магдебургскими полушаріями, получившемъ историческую извѣстность. Два мѣдныхъ пустыхъ полушарія, отъ трехъ дюймовъ до двухъ футовъ въ діаметрѣ, плотно прикладываются одно къ другому своими краями, тщательно отшлифованными и смазанными жиромъ. Къ одному полушарію приделана трубка *h*, съ краномъ; она можетъ плотно ввинчиваться въ отверстіе тарелки воздушнаго насоса. Кромѣ того оба полушарія снабжены толстыми рукоятками или кольцами. Полушарія складываются и привинчиваются къ тарелкѣ насоса; затѣмъ вытягивается воздухъ; потомъ кранъ закрывается, полушарія отвинчиваются отъ тарелки и вѣшаются за одно кольцо, а къ другому привѣшиваются гири. Атмосферное давленіе, дѣйствуя на оба полушарія, сжимаетъ ихъ съ такою силою, что нужна большая тяжесть для того, чтобы оторвать ихъ другъ отъ друга. Изобрѣтатель воздушнаго насоса, магдебургскій бур-

фиг. 129, d.



гоминистръ Отто Герике, сдѣлалъ подобный опытъ съ большими полушаріями на имперскомъ сеймѣ, въ Регенсбургѣ, въ 1654 году, въ присутствіи императора

фиг. 129, е.



Фердинанда III. Къ величайшему изумленію зрителей, шестнадцать лошадей, припряженныхъ съ двухъ сторонъ къ полушаріямъ, не могли оторвать ихъ другъ отъ друга.

2) Для доказательства тяжести воздуха въ пустомъ стеклянномъ шарѣ съ краномъ, по возможности разрѣжается воздухъ и за тѣмъ шаръ взвѣшивается на точныхъ вѣсахъ. Если потомъ открыть кранъ, причемъ шаръ наполняется воздухомъ, и снова взвѣсить шаръ, то окажется, что онъ сдѣлался тяжелѣе.

Опытъ f. Небольшая легкая бутылочка плотно закупоривается пробкой, просверленной въ срединѣ посредствомъ тонкой раскаленной проволоки. Пробка и горло бутылки обвязываются пузыремъ или навощенною тафтою, на которой сверху, по обѣ стороны отъ отверстія пробки, дѣлаются два маленькіе параллельные разрѣза. Такимъ-образомъ бутылка запирается клапаномъ, недопускающимъ въ нее вишняго воз-

духа, сосудъ взвѣшивается, потомъ ставится подъ колоколь воздушнаго насоса и, по разрѣженіи воздуха, взвѣшивается во второй разъ.

3) *Упругость воздуха* обнаруживается слѣдующими опытами:

Опытъ g. Стеклянная трубочка наполняется почти до верха водою, затыкается пальцомъ и погружается вверхъ дномъ въ маленькій стаканчикъ съ водою. Весь этотъ приборъ помѣщается подъ колоколь воздушнаго насоса. По мѣрѣ разрѣженія воздуха подъ колоколомъ, воздухъ, содержащійся въ верхней части трубочки, расширяется и наконецъ выходитъ въ стаканъ въ видѣ пузырьковъ.



Опытъ h. Если надъ колоколомъ воздушнаго насоса положить смятый, но завязанный рыбій пузырь и выкачать воздухъ, то пузырь надувается вслѣдствіе упругости заключеннаго въ немъ воздуха. вмѣстѣ съ рыбьимъ пузыремъ можно положить подъ колоколь другой смятый пузырь изъ гутта перчи, отверстіе котораго заклеивается слегка нагрѣтой резинкой.

Опытъ i. Нѣсколько словыхъ лучинокъ кладутся въ стаканъ съ водою, такъ, чтобы онѣ плавали на ея поверхности и стаканъ ставится подъ колоколь воздушнаго насоса. Воздухъ, находящійся между частицами дерева, расширяется при выкачиваніи и часть его выходитъ въ воду. Если же снова впустить воздухъ въ колоколь, то онъ, производя давленіе на жидкость, будетъ вгонять ее въ поры дерева, вслѣдствіе чего лучинки погрузятся въ воду.

Опытъ k. Приготавливается маленькій героновъ шаръ,

трубка котораго окончивается вверху очень узенькимъ отверстіемъ (§ 105); приборъ этотъ ставится на блюдечкѣ, подѣ колоколомъ воздушнаго насоса. При разрѣженіи, воздухъ геронова шара расширяется и заставляетъ воду бить струею изъ верхняго отверстія трубки. Ниспадающія брызги жидкости остаются на блюдечкѣ, которое не позволяетъ имъ проникать во внутренность насоса.

Воздушный насосъ даетъ возможность снова наполнять водою героновъ шаръ. Для этого впускается воздухъ подѣ колоколъ; колоколъ снимается съ тарелки, на блюдечко приливаютъ воды и опрокидываютъ героновъ шаръ такъ, чтобы отверстіе стеклянной трубочки погружалось въ жидкость. Потомъ, колоколъ снова ставится подѣ нимъ и разрѣжается воздухъ; при этомъ воздухъ въ героновомъ шарѣ также разрѣжается. Если опять впустить воздухъ, то онъ не проникаетъ въ героновъ шаръ; но такъ какъ внутри послѣдняго находится разрѣженное пространство, то вода изъ блюдечка поднимется въ него и снова наполнитъ шаръ.

Опытъ I. Сообщеніе сосудовъ помощію равноко-
леннаго сифона. Берутся двѣ стекляночки; одна изъ

фиг. 129, г.



нихъ наполняется до двухъ третей водою, подкрашенною нѣсколькими чернилами. Стеклянка эта затыкается пробкою, сквозь которую плотно проходитъ одинъ ко-

нецъ небольшого равноколѣннаго сифона (§ 120, *b*), доходящій до самаго дна стеклянки; другое колѣно сифона опускается на дно пустой и открытой стеклянки *b*. Если весь этотъ приборъ помѣститъ подъ колоколъ воздушнаго насоса и начать выкачивать воздухъ, то воздухъ, заключенный въ стеклянкѣ *a*, расширится и вытѣснитъ всю воду въ пустую стеклянку *b*. Если же снова впустить воздухъ, то онъ, производя давленіе на жидкость въ *b*, вгонитъ ее обратно въ стеклянку *a*, въ которой воздухъ разрѣженъ и, слѣдовательно, имѣетъ меньшую упругость.

Опытъ т. На тарелку воздушнаго насоса кладется пропитанное жиромъ кожанное кольцо, а на него ставится металлическій цилиндръ, въ родѣ того какой былъ употребленъ при опытѣ *b*, только по меньше. Этотъ цилиндръ зажимается сверху лѣвою рукою и затѣмъ изъ него выкачивается воздухъ. При этомъ тотчасъ почувствуемъ, что внутри руки происходитъ расширеніе воздуха и она съ силою втягивается внутрь цилиндра.

4) *Сопротивленіе воздуха при паденіи тѣлъ* доказывается также помощію воздушнаго насоса.

Опытъ п. Мы опишемъ этотъ опытъ въ возможно упрощенномъ видѣ, но при всемъ томъ онъ требуетъ нѣкоторыхъ издержекъ. Нужно имѣть стеклянный цилиндръ, длиною отъ двухъ до трехъ футовъ, а шириною около двухъ дюймовъ. На дно его опускается маленькое перышко, лоскутокъ бумаги и свинцовая дробишка; сквозь то же дно проходитъ узенькая трубочка съ краномъ, которая можетъ привинчиваться къ тарелкѣ воздушнаго насоса. Верхнее отверстіе цилиндра плотно закрывается. Если цилиндръ, пока онъ еще наполненъ

воздухомъ, опрокинуть быстро вверхъ дномъ, то замѣтимъ, что всѣ три тѣла падаютъ съ различными скоростями: дробинка быстрѣе, а перо и бумажка медленнѣе, по причинѣ большаго сопротивленія воздуха. Но если сильно разрѣдить воздухъ въ цилиндрѣ, то всѣ тѣла будутъ падать съ одинаковой быстротой.

5) *Сопротивленіе воздуха при образованіи паровъ, § 367.*

Опытъ о. Вода, только слегка подогрѣтая, кипитъ подъ колоколомъ воздушнаго насоса. Для доказательства, стеклянная трубочка наполняется водою и утверждается на проволочномъ треножникѣ (см. опытъ *e*), подъ колоколомъ воздушнаго насоса; колоколъ долженъ быть, какъ можно меньше. По мѣрѣ вытягиванія воздуха, давленіе на поверхность воды, препятствующее образованію пара, становится всё меньше-и-меньше, и вода закипаетъ при довольно низкой температурѣ.

6) *Распространеніе звука въ воздухѣ, § 274.*

Опытъ p. Къ маленькому проволочному треножнику привязывается колокольчикъ; близъ него, на ниткѣ, привѣшивается язычокъ, который при малѣйшемъ сотрясеніи ударяется о колокольчикъ и издаетъ звукъ. Весь приборъ укрѣпляется шнурками на мягкой подушкѣ, набитой пухомъ или хлопчатой бумагой, и помѣщается подъ колоколомъ воздушнаго насоса. Между треножникомъ и стѣнками колокола должно оставаться свободное пространство. Подушка препятствуетъ звуку распространяться черезъ тарелку насоса. Если вытянуть изъ колокола воздухъ, то какъ бы ни передвигали насосъ, звука не будетъ слышно, хотя и видно, что язычокъ ударяется о колокольчикъ. Для той же

цѣли можно употреблять будильникъ; онъ заводится предварительно и приходитъ въ движеніе подъ колоколомъ насоса.

7) *Необходимость воздуха для горѣнія и для поддержания жизни, §§ 255 и 270.*

Опытъ q. Заженная свѣча подъ колоколомъ воздушнаго насоса очень скоро потухаетъ, потому-что въ разрѣженномъ пространствѣ слишкомъ мало кислорода, необходимаго для поддержанія горѣнія. Маленькія животныя въ безвоздушномъ пространствѣ умираютъ.

ОПИСЬ ПРИБОРАМЪ.

Физическій аппаратъ въ 7 р. 50 к., упаковка ящика 1 р. сер., вѣсомъ около 8 ф., за пересылку смотря по тарифу, что берутъ на почтѣ съ фунта посылки.

Аппаратъ состоитъ:

1-нѣ Электрофоръ.

Мѣдная проволока.

Магнитъ подковою.

1-на Лейденская банка.

1-нѣ Элементъ Бунзена.

1-нѣ Электромагнитъ.

1-нѣ Соединительный винтъ.

Платиновая проволока.

Бунзиныя шарики.

Химическій приборъ Крюгера въ 4 р. 50 к., за упаковку 1 р., вѣсомъ около 10 ф., за пересылку смотря по тарифу, что берутъ на почтѣ съ фунта посылки.

Приборъ состоитъ:

Изъ одного треножника

— песчаной бани.

Платиновая проволока.

Бунзиныя шарики.

Изогнутыя трубки.

Проволока красной мѣди.

— обмотанная шелкомъ.

3 колбы.

Трубка для хлористаго кальція.

2 трубки для промыванія.

Малый пробирной цилиндрикъ.

Круглый напикокъ.

2 волосныхъ трубки.

Прямая стеклянная трубка.

Спиртовая лампа.

Глиняный цилиндръ.

Предохранительная воронка.

12 пробирныхъ цилиндриковъ.

Стеклянная воронка.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Первый отдѣлъ: Механическія явленія.

1. Механическія явленія твердыхъ тѣлъ.

§ 1. Отвѣсъ; § 2. Ватерпасъ; § 3. Вѣсъ; § 4. Центр тяжести; § 5. Положеніе центра тяжести; § 6. Различные роды равновѣсія; § 7. Поддерживаніе центра тяжести посредствомъ привѣса; § 8. Поддерживаніе центра тяжести при балансправаніи; § 9. Плоскость опоры; § 10. Поддерживаніе центра тяжести живыхъ существъ.

ПРОСТЫЯ МАШИНЫ.

I. *Рычагъ*. § 11. Равноплечный рычагъ; § 12. Равноплечныя вѣсы; § 13. Неравноплечный рычагъ; § 14. Безмѣнъ; § 15. Механическая работа; § 16. Мѣра для механическихъ работъ; § 17. Золотое правило механики; § 18. Употребленіе неравноплечнаго рычага; § 19. Одноплечный рычагъ; § 20. Употребленіе одноплечнаго рычага; § 21. Десятичные вѣсы.

II. *Блокъ*. § 22. Неподвижный блокъ; § 23. Употребленіе неподвижнаго блока; § 24. Подвижной блокъ; § 25. Полспасть (таль) и его употребленіе.

III. *Колесо на валу*. § 26. Равновѣсіе и дѣйствіе колеса на валу; § 27. Различное устройство и употребленіе колеса на валу; § 28. Общій обзоръ группы рычаговъ.

IV. *Наклонная плоскость*. § 29. Сила и грузъ на наклонной плоскости; § 30. Дѣйствіе и употребленіе наклонной плоскости; § 31. Треніе; § 32. Употребленіе тренія; § 33. Два рода тренія; § 34. Величина тренія; § 35. Перевозка по простымъ и желѣзнымъ дорогамъ; § 35. Инерція; § 37. Наклонная плоскость Галилея и законъ паденія тѣлъ.

V. *Клинъ*. § 38. Клинъ, или подвижная наклонная плоскость; § 39. Употребленіе клина.

- VI. *Винтъ*; § 40; Винтъ, или витая наклонная плоскость; § 41.
Употребленіе винта; § 42. Дѣйствіе винта; § 43. Обзоръне
группы наклонныхъ плоскостей.

ПРИВОДЫ.

§ 44; Цѣль употребленія машинъ; § 45. Главныя части
сложной машины; § 46. Лошадиная сила, какъ мѣра дѣй-
ствія большихъ машинъ; § 47. Правильное воззрѣніе на
дѣйствіе машинъ (*Perpetuum mobile*); § 48. Тройкая цѣль при-
водовъ.

A. Машины для передачи движенія.

I. *Безконечный шнуръ*; § 49.

II. *Зубчатые колеса*; § 50 и 51.

B. Машины, служащія для преобразованія вращательнаго дви- женія въ качательное, и на оборотъ.

I. *Кривошипъ и шатуны*; § 52.

II. *Палечный валъ*; § 53 и 54.

III. *Эксцентрики*; § 55.

C. Машины для регулированія движенія.

§ 56. Необходимость регуляторовъ.

I. *Маховое колесо*; § 57.

II. *Центробѣжный регуляторъ*; § 58. Центральныя силы; § 59.

Первоначальная качательная сила; § 60. Проявленіе от-
дѣльно дѣйствующей качательной силы; § 61. Центробѣж-
ная сила, какъ второй образъ дѣйствія качательной силы;
§ 62. Центробѣжный регуляторъ.

III. *Маятникъ*; § 63. Простой маятникъ; § 64. Одинаковая про-
должительность всѣхъ качаній одного маятника; § 65. Про-
должительность качаній неодинаковаго маятника; § 66. Слож-
ный маятникъ; § 67. Маятникъ, какъ мѣра силы тяжести;
§ 68. Маятникъ, какъ мѣра такта; § 69. Маятникъ, какъ
регуляторъ въ часовомъ механизмѣ.

IV. *Пружины*; § 70. Упругость или эластичность; § 71. Упру-
гость, какъ причина движенія; § 72. Часовая пружина,
какъ движущая сила въ карманныхъ часахъ; § 73. Спир-
альная пружина, какъ регуляторъ; § 74. Механизмъ кар-
манныхъ часовъ.

2. Механическія явленія капельножидкихъ тѣлъ.

§ 75. Большая подвижность частицъ капельножидкаго
тѣла; § 76. Шарообразный видъ малыхъ массъ жидкостей.

ДАВЛЕНИЕ КАПЕЛЬНЫХЪ ЖИДКОСТЕЙ.

§ 77. Распространеніе произведеннаго на жидкость давленія во всѣ стороны; § 78. Горизонтальная поверхность спокойной жидкости; § 79. Величина давленія воды на дно сосуда; § 80. Реаловъ прессъ; § 81. Сообщающіеся сосуды или трубочки; § 82. Нивелиръ, водопроводы, фонтаны и артезианскіе колодцы; § 83. Капельная жидкость, какъ приводъ, гидростатическій прессъ; § 84. Извѣстія сцѣпленія и прилипанія; § 85. Капиллярность, или волосность.

ДАВЛЕНИЕ ТѢЛА, ПОГРУЖЕННАГО ВЪ ЖИДКОСТЬ.

§ 86. Потери въ вѣсъ тѣла погруженнаго въ жидкость; § 87. Величина потери вѣса; § 8^о. Равновѣсіе, опусканіе или поднятіе тѣла, погруженнаго въ жидкость; § 89. Плаваніе; § 90. Плотность или удѣльный вѣсъ; § 91. Опредѣленіе плотности твердыхъ тѣлъ; § 92. Опредѣленіе плотности жидкости, посредствомъ взвѣшиванія; § 93. Ареометръ; § 94. Приложеніе знанія плотности; § 95. Открытіе Архимедова закона.

ДВИЖЕНІЕ ТЕКУЩЕЙ ВОДЫ И ВОЛНЕНІЕ ЕЯ.

§ 96. Скорость теченія воды; § 97. Вода, какъ движущая сила (водяныя колеса); § 98. Волна; § 99. Повышеніе и пониженіе водныхъ частицъ, при распространеніи волнъ; § 100. Перекрещивающіяся волны.

3. Механическія явленія газообразныхъ тѣлъ.

§ 101. Взаимное отталкиваніе между частицами газообразнаго тѣла.

УПРУГОСТЬ СГУЩЕННАГО ВОЗДУХА.

§ 102. Увеличеніе упругости воздуха по мѣрѣ сгущенія; § 103. Водолазный колоколъ; § 104. Сгустительный насосъ; § 105. Героновъ шаръ.

ДАВЛЕНІЕ АТМОСФЕРНАГО ВОЗДУХА.

§ 106. Тяжесть воздуха; § 107. Давленіе воздуха, происходящее вслѣдствіе его тяжести; § 108. Распространеніе давленія воздуха по всѣмъ направленіямъ; § 109. Давленіе воздуха, какъ слѣдствіе его упругости, происходящей отъ дѣйствія тяжести; § 110. Водяной столбъ, поддерживаемый атмосфернымъ давленіемъ; § 111. Вліяніе атмосфернаго движенія на истеченіе жидкости; § 112. Раздувательный мѣхъ; дыханіе; § 113. Всасываніе; § 114. Опытъ Торичелли; § 115. Обы-

киоенный барометръ; § 116. Сифонный барометръ; § 117. Величина воздушнаго давления, измѣряемая съ помощію барометра; § 118. Барометръ, какъ предсказатель погоды; § 119. Измѣреніе высотъ посредствомъ барометра; § 120. Ливерь и сифонъ; § 121. Всасывающій насосъ; § 122. Нагнетательный насосъ и пожарная труба; § 123. Воздушный насосъ; § 124. Опыты съ воздушнымъ насосомъ.

ШКОЛА ФИЗИКИ

ИЛИ

УЧЕБНИКЪ КЪ ПЕРВОНАЧАЛЬНОМУ ИЗУЧЕНІЮ ЭТОЙ НАУКИ

ИЛИ

ПОМОЩИ САМЫХЪ ПРОСТЫХЪ ОПЫТОВЪ И ДЕШЕВЫХЪ СПРАДКОВЪ, СЪ ПРИМѢНЕНІЕМЪ
КЪ ОБЫДЕННОЙ ЖИЗНИ.

СОЧИНЕНІЕ

Крюгера.

ПЕР. ПОДЪ РЕД. ПОЛЬНОВА, ИЗДАНО ПОДЪ РЕД. Д. АВЕРКІЕВА.

Со многими политипажами.

ОТДѢЛЪ II.

Цѣна за весь три Отдѣла 3 р., съ пер. 3 р. 50 к. сер.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

Изданіе Товарищества „Общественная Польза“.

1861.

ШКОЛА ФАКТА

ПЕЧАТАТЬ ПОЗВОЛЯЕТСЯ

съ тѣмъ, чтобы по отпечатаніи представлено было въ Ценсурный Комитетъ
узаконенное число экземпляровъ. С.-Петербургъ, 31-го Іюля, 1861 года.

Ценсоръ *И. Дубровский*

МАГНЕТИЗМЪ.

125. Естественные и искусственные магниты. Недалеко отъ Смирны, въ Малой Азій, среди горъ лежитъ небольшой городъ Магnezія; изъ желѣзныхъ рудниковъ этихъ горъ, въ древности добывался черно-бурый, глянцовитый камень, имѣвшій замѣчательное свойство притягивать куски желѣза; камень этотъ названъ, по имени города, магнитомъ или магнитнымъ камнемъ. Уже Thalésu, одному изъ семи мудрецовъ, извѣстна была притягательная сила магнита; а между-тѣмъ и въ послѣдующее время ему приписывали еще много чудесъ. Разсказывали, что однажды пастухъ, по имени Манесъ, пасъ свое стадо на горѣ Идѣ и почувствовалъ, что башмаки его, подбитые желѣзными гвоздями, какъ-бы прилипали къ каменной почвѣ. Разсказъ этотъ былъ неудачной попыткой объяснить названіе магнита, и вдобавокъ былъ основанъ на заблужденіи, потому-что магнитный камень ни мало не обнаруживаетъ притягательной силы, пока онъ остается въ своемъ мѣстѣ, и она выказывается тогда только, когда камень отдѣленъ отъ окружающей его руды. Въ средніе вѣка, безъ всякаго основанія, приписывали этому камню необыкновенную дѣлительную силу, измельчали его въ порошокъ и употребляли въ видѣ пластыря, или давали больнымъ для

Естествен-
ные и искус-
ственные
магниты.

излеченія отъ разстройства желудка и головной боли. Въ то же время мореплаватели рассказывали о магнитной горѣ, находящейся будто бы на одномъ изъ сѣверныхъ острововъ, которая вся состоитъ изъ магнитнаго камня и уже за нѣсколько миль притягиваетъ къ себѣ желѣзные гвозди приближавшагося корабля, такъ что онъ могъ распасться самъ собой, а людямъ угрожала при этомъ неминуемая гибель! Долго распространень былъ въ Европѣ слухъ, что желѣзный гробъ Магомета, находящійся въ городѣ Мединѣ, удерживается въ мечети двумя сильными магнитами, такъ что, не касаясь ни одного изъ нихъ, онъ виситъ свободно въ воздухѣ; но гробъ этотъ и до настоящаго времени стоитъ на пьедесталѣ изъ чернаго камня, поддерживаемомъ двумя столбами.

Магнитный камень есть желѣзная руда, состоящая изъ желѣза и кислорода; онъ встрѣчается въ горахъ Гарца и Эрцгебирге, въ-особенности же въ норвежскихъ желѣзныхъ рудникахъ и на горѣ Благодати, въ среднемъ Уральскомъ хребтѣ. Такой встрѣчающійся въ природѣ магнитъ, называется естественнымъ магнитомъ, въ отличіе отъ искусственнаго, который готовится изъ стали. Для слѣдующихъ опытовъ можно довольствоваться искусственнымъ магнитомъ и даже достаточно такого магнита, который обыкновенно употребляется при магнитныхъ игрушкахъ; какъ то: рыбахъ и кораблицахъ.

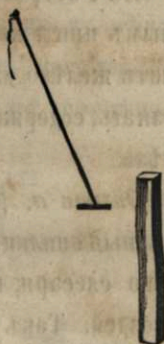
МАГНИТНОЕ ПРИТЯЖЕНІЕ.

126. Притяженіе магнитомъ желѣза.

Опытъ. Кусочекъ желѣзной проволоки (стальное перо, маленькій ключикъ или гвоздь) укрѣпляется на одномъ концѣ тонкой нити, а другой конецъ ея держится въ рукѣ; нить приметъ тогда отвѣсное положеніе. Если къ кусочку желѣза приблизить магнитъ, то онъ притянется и, приближаясь къ магниту, дастъ нити косвенное положеніе. Чѣмъ ближе магнитъ, тѣмъ сильнѣе его притягательная сила, тѣмъ болѣе косвенное положеніе принимаетъ нить, и наконецъ кусочекъ желѣза пристаеетъ къ магниту. Послѣ того можно тихонько раздѣлить ихъ одинъ отъ другаго и повторять опытъ произвольное число разъ, причемъ не обнаружится ни малѣйшаго уменьшенія притягательной силы магнита.

Притяженіе
желѣза.

Фиг. 130.



127. Притяженіе желѣзомъ магнита.

Притяженіе
желѣзомъ
магнита.

Опытъ. Въ предыдущемъ опытѣ желѣзо повѣшено было такимъ-образомъ, что легко могло двигаться; если же на оборотъ-магнитъ повѣсится отвѣсно однимъ своимъ концомъ, прикрѣпивъ нить къ пробкѣ, имѣющей отверстіе, въ которое и вставляется магнитъ. Если тогда приблизить ключъ къ нижнему концу висящаго магнита, то магнитъ притянется ключемъ, приблизится къ нему и наконецъ пристаеетъ къ ключу, когда будетъ находиться въ соприкосновеніи съ нимъ.

Фиг. 131.



Если магнитъ довольно силенъ, то онъ будетъ даже висѣть на ключѣ, который мы держимъ въ рукѣ, несмотря на дѣйствіе тяжести, которая стремится оторвать его.

Изъ этихъ опытовъ выводится слѣдующій

законъ: *магнитъ и немагнитическое желѣзо взаимно притягиваются.*

Употребленіе
магнитнаго
притяженія.

128. Употребленіе магнитнаго притяженія. Магнитнымъ притяженіемъ пользуются для того, чтобы выдѣлать желѣзо изъ измельченной массы, и для того, чтобы узнать, содержитъ ли данное тѣло какую-либо часть желѣза.

Опытъ а. Для слѣдующаго опыта необходимы желѣзные опилки, ихъ можно достать въ мастерской каждаго слесаря, или напилить самому, изъ желѣзныхъ гвоздей. Такъ какъ слесаря часто пилятъ и другіе металлы, то къ желѣзнымъ опилкамъ почти всегда примѣшаны опилки желтой и красной мѣди. Чтобы выдѣлать ихъ, медленно проводятъ вблизи опилокъ одинъ конецъ магнита, къ нему пристають желѣзные опилки, которыя отчищаются пальцемъ и собираются на листъ бумаги. Опытъ этотъ продолжается до-тѣхъ-поръ, пока соберутъ все желѣзо. Мѣдные опилки не притягиваются и остаются на мѣстѣ; кромѣ желѣза замѣтно притягиваются обыкновеннымъ магнитомъ только два другіе, довольно рѣдкіе металла: никкель и кобальтъ.

Опытъ б. Берется маленькій кусочекъ жести и къ нему приближается магнитъ, тогда жестъ сильно притянется магнитомъ и тѣмъ обнаружится, что въ

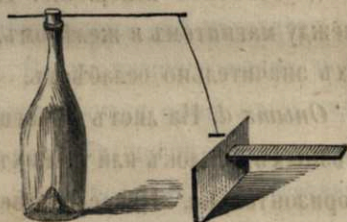
ней заключается большое количество желѣза. Обыкновенная жестъ есть ни что иное, какъ луженое листовое желѣзо.

129. Дѣйствіе магнита сквозь другія тѣла.

Дѣйствіе магнитной притягательной силы сквозь другія тѣла.

Опытъ а. На тонкой нити вѣшается кусокъ желѣзной проволоки (употребленный въ опытѣ 126); другой же конецъ нити прикрѣпляется къ подставкѣ, которая поддерживаетъ ее; простѣйшимъ образомъ подставка можетъ быть устроена изъ бутылки, черезъ пробку которой продѣвается тонкая лучинка или мѣдная проволока. Если приблизить тогда къ висѣщему въ нѣкоторомъ удаленіи кусочку желѣза конецъ магнита, то желѣзо подвинется къ нему. Если тогда, не перемѣняя положенія магнита, помѣстить между нимъ и желѣзомъ листъ бумаги, или стеклянную пластинку, то направленіе нити остается столь же косвеннымъ, и это несколько не будетъ препятствовать притяженію. Поэтому магнитъ обнаруживаетъ притягательную силу и сквозь другія тѣла.

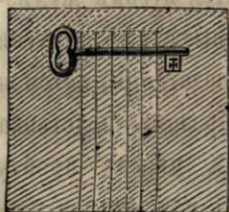
фиг. 132



Опытъ в. Непосредственно за листомъ бумаги помещается магнитъ въ отвѣсномъ положеніи, такъ-что наблюдатель видитъ только переднюю поверхность бумаги. Съ этой стороны листа можно приблизить кусочекъ желѣза къ тому мѣсту, сзади котораго находится верхній конецъ магнита; иголка, тонкая проволока или даже ключъ, если магнитъ довольно силенъ, будутъ

крѣпко держаться скрытымъ магнитомъ. Такимъ свойствомъ притягательной силы магнита пользуются при извѣстномъ фокусѣ—повѣсить ключъ на нарисованный

фиг. 133.



гвоздь; для этого, за комнатными обоями, на мѣстѣ означенномъ нарисованнымъ гвоздемъ, помѣщается сильный магнитъ, притягательная сила котораго удерживаетъ ключъ и не позволяетъ ему упасть.

Опытъ с. Между висящимъ на нити кусочкомъ желѣза (опытъ *a*) и магнитомъ, помѣщается желѣзная пластинка такимъ-образомъ, чтобы она своей широкой стороной была обращена къ магниту. Нить приметъ тогда отвѣсное положеніе. Если помѣститъ пластинку между магнитомъ и желѣзомъ, то взаимное притяженіе ихъ значительно ослабѣетъ.

Опытъ d. На листъ бумаги насыпается немного желѣзныхъ опилокъ или тонкихъ иголокъ; листъ кладется горизонтально. Непосредственно подъ бумагой помѣщается одинъ конецъ магнита; если медленно подвигать его въ сторону, то притянутые имъ кусочки желѣза подвинутся въ томъ же направленіи.

Полюсы маг-
нита.

130. Полюсы магнита.

Опытъ a. Изъ предыдущихъ опытовъ уже можно было замѣтить, что не всѣ точки магнита имѣютъ одинаковую силу притяженія. Чтобы подробнѣе изслѣдовать это явленіе, пользуются висящимъ кусочкомъ желѣзной проволоки (опытъ 129 *a*) и близь него держится отвѣсно магнитъ. Если верхній конецъ магнита будетъ находиться въ довольно близкомъ разстояніи

отъ висящаго желѣза, то нить уклонится отъ своего вертикальнаго направленія. Если же, держа магнитъ отвѣсно, поднять его вверхъ, такъ чтобы среднія точки его дѣйствовали на желѣзо, то нить уклонится менѣе, и

фиг. 134.



покажетъ тѣмъ, что сила притяженія этихъ точекъ гораздо слабѣе. Около середины магнита находится точка, не обнаруживающая вовсе притяженія, и нить виситъ тогда отвѣсно, не перемѣняя своего положенія. Точки лежащія ниже будутъ снова уклонять нить, и тѣмъ сильнѣе, чѣмъ ближе онѣ находятся къ нижнему концу магнита. Близъ нижняго конца найдется также точка обнаруживающая одинаковую силу притяженія съ верхнимъ концомъ магнита.

Въ каждомъ магнитѣ, естественномъ и искусственномъ, находятся двѣ точки, отличающіяся по своей силѣ притяженія отъ всѣхъ другихъ. Обѣ эти точки, обнаруживающія наибольшую силу притяженія, называются полюсами магнита, и въ прямомъ магнитѣ онѣ находятся по обоимъ концамъ его. Въ срединѣ между ними лежитъ точка, которая вовсе не обнаруживаетъ силы притяженія, и называется безразличной или индифферентной точкой магнита.

Опытъ 6. Магнитъ кладется въ желѣзные опилки и поворачивается нѣсколько разъ, тогда полюсы его, вслѣдствіе сильныхъ притяженій, покроются длинными

нитями опилокъ; ближе къ срединѣ, нити эти будутъ короче, возлѣ же самой безразличной точки, притяженіе

фиг. 135.



окажется столь слабымъ, что опилки вовсе не пристанутъ къ магниту. Подобное же явленіе замѣчается,

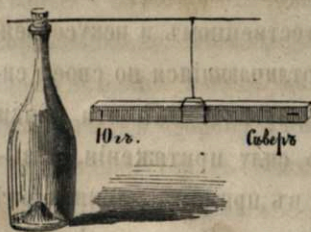
если на магнитъ положить лоскутокъ бумаги, осторожно посыпать сверху немного опилокъ, и тихонько щелкнуть по немъ нѣсколько разъ. Далѣе, берется кусокъ желѣза такой величины, чтобы магнитъ едва могъ держать его на своемъ полюсѣ, тогда ни какая другая точка не въ состояніи будетъ удерживать его.

Сѣверный и
южный по-
люсы.

131. Сѣверный и южный полюсы.

Опытъ. Для привѣшиванія магнита должно употребить здѣсь некрученныя нитки, или еще лучше некрученный шелкъ, который необходимъ будетъ и въ

фиг. 136.



электрическихъ опытахъ; его можно очень дешево купить у каждаго бахромщика. Магнитъ продѣвается въ просверленную пробку или бумажную трубочку и сверху, по срединѣ ея, помощію иглки пришивается некрученая

нить, на которой и вѣшается магнитъ. Его передвигаютъ назадъ и впередъ до-тѣхъ-поръ, пока онъ не будетъ висѣть горизонтально. Если оставить тогда магнитъ въ покоѣ, то онъ придетъ въ колебательное движеніе и будетъ качаться до-тѣхъ-поръ, пока не приметъ опредѣленнаго положенія; если тогда толкнуть его, то онъ

сначала будетъ качаться нѣкоторое время взадъ и впередъ, но потомъ снова придетъ въ прежнее положеніе. Принимаемое магнитомъ положеніе, предполагая, что вблизи его не находится желѣза, располагается по странамъ свѣта; одинъ изъ полюсовъ его, сѣверный, обращается всегда къ сѣверу, другой—къ югу, и потому называется южнымъ. Гдѣ бы ни повѣсили магнитъ, вездѣ замѣтятъ то же самое явленіе. Сѣверный полюсъ обыкновенно обозначается на магнитѣ точкой или буквою N.

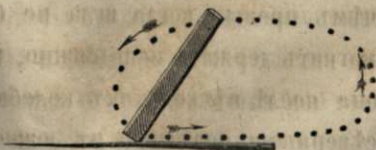
ВЗАИМНОЕ ПРИТЯЖЕНІЕ И ОТТОЛКНОВЕНІЕ ДВУХЪ МАГНИТОВЪ.

132. Взаимное притяженіе двухъ магнитовъ.

Опытъ а. Чтобы имѣть понятіе о взаимномъ отношеніи двухъ магнитовъ между собою, необходимо самому умѣть готовить искусственные магниты, чтобы не имѣть надобности покупать нѣсколько магнитовъ. Если магнитъ, который имѣютъ въ рукахъ, достаточно силенъ, т.-е. можетъ поднять довольно большой кусокъ желѣза, то имъ можно намагнитить тонкую вязальную спицу; если же онъ очень слабъ, то берется тонкая игла, которая также можетъ быть съ пользою употреблена въ послѣдствіи, и намагничивается слѣдующимъ способомъ, называемымъ простымъ натираніемъ. Игла кладется на столъ и

Намагничиваніе посредствомъ простого натиранія.

фиг. 137.



полюсомъ прикладывается къ срединѣ иглы; затѣмъ проводятъ магнитомъ медленно по правой половинѣ иглы, начиная съ середины до ушка, и продолжаютъ двигать магнитъ въ томъ же направленіи на нѣсколько дюймовъ вправо; далѣе, описываютъ имъ дугу въ воздухѣ, причемъ его держать на разстояніи нѣсколькихъ дюймовъ отъ иглы, потомъ снова прикладываютъ магнитъ сѣвернымъ полюсомъ къ срединѣ ея и повторяютъ это дѣйствіе около 30 разъ. Лѣвая половина иглы намагничивается подобнымъ же образомъ: для этого ее крѣпко держать за ушко правой рукой, а лѣвой берутъ магнитъ такимъ-образомъ, чтобы южный полюсъ его находился внизу. Этимъ полюсомъ прикасаются къ срединѣ иглы, проводятъ имъ отъ середины къ лѣвому концу ея и описываютъ при этомъ также дугу въ воздухѣ, отъ конца иглы до середины ея. Эта половина, подобно правой, натирается также около 30 разъ. Наконецъ, намагниченную такимъ-образомъ иглу втыкаютъ въ маленькій лоскуточекъ писчей бумаги, и вѣшаютъ на некрученную шелковинку. Острый конецъ иглы, намагниченный южнымъ полюсомъ магнита, обратится тогда къ сѣверу и будетъ слѣдовательно сѣвернымъ полюсомъ; его можно замѣтить сверхъ-того лоскуточкомъ бумаги, чтобы впослѣдствіи легче узнавать.

Взаимное притяженіе двухъ магнитовъ.

Опытъ b. Къ сѣверному полюсу иглы приближается южный полюсъ магнита; они будутъ взаимно притягиваться и уже въ гораздо большемъ разстояніи чѣмъ прежде, когда игла не была намагничена. Если магнитъ держать неподвижно, близъ висящей иглы, то она послѣ нѣсколькихъ колебаній повернется своимъ сѣвернымъ полюсомъ къ южному полюсу магнита. И

на оборотъ, если приблизить южный полюсъ магнита къ сѣверному иглы, то они также будутъ взаимно притягиваться.

Сѣверный и южный полюсы взаимно притягиваются.

133. Взаимное отталкиваніе двухъ магнитовъ.

Опытъ а. Къ сѣверному полюсу висящей намагниченной иглки приближается сѣверный же полюсъ магнита; между ними произойдетъ отталкиваніе, и сѣверный полюсъ иглы отскочитъ отъ сѣвернаго полюса магнита. Подобное же отталкиваніе произойдетъ и между южными полюсами иглы и магнита.

Сѣверный полюсъ отталкивается сѣвернымъ, а южный — южнымъ полюсомъ.

Сѣверные полюсы двухъ магнитовъ называются одноименными полюсами, также какъ и оба южные. Напротивъ, сѣверный и южный называются разноименными полюсами. Изъ предъидущихъ опытовъ слѣдуетъ

законъ магнитнаго притяженія и отталкиванія: одноименные полюсы отталкиваются, разноименные притягиваются.

На этомъ и основывается устройство магнитныхъ лебедей и рыбокъ, извѣстной дѣтской игрушки; они дѣлаются изъ тонкой жести, и плаваютъ на водѣ, держа во рту кусочекъ магнита, удочкой служить также магнитъ, рыбка приближается или удаляется отъ удочки, смотря потому, какой полюсъ ея приближается къ рыбкѣ.

Опытъ б. Магнитъ кладется подъ намагниченную иглу такимъ-образомъ, чтобы середина находилась подъ серединой иглы. Сѣверный полюсъ ея отталкивается сѣвернымъ полюсомъ магнита и притягивается его южнымъ полюсомъ. Южный полюсъ иглки стремится также

Фиг. 138.



Испытаніе
присутствія
магнетизма
въ кускѣ
стали.

134. Испытаніе присутствія магнетизма и изслѣдованіе магнитныхъ полюсовъ въ кускѣ стали.

Опытъ. Законъ магнитнаго притяженія и отталкиванія даетъ намъ средство узнавать: намагниченъ ли кусокъ стали или нѣтъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ находить его сѣверный полюсъ. Для этого пользуются также намагниченной иглой. Положимъ, что желаютъ изслѣдовать магнетизмъ иголки, для этого разныя части ея приближаютъ къ сѣверному полюсу намагниченной иглы. Если всѣ точки ея будутъ притягиваться послѣдней, то это будетъ значить, что въ ней нѣтъ магнетизма. Если же напротивъ, что не рѣдко и случается, между ними произойдетъ отталкиваніе, то испытываемая игла намагничена и тотъ конецъ ея, который отталкиваетъ сѣверный полюсъ и есть именно одноименный — сѣверный полюсъ.

Два магне-
тизма.

135. Существованіе двухъ магнетизмовъ.

Мы видимъ, что оба полюса магнита производятъ одинаковое дѣйствіе на желѣзо, притягивая его. Поэтому, съ перваго взгляда и можно было бы заключить, что во всемъ магнитѣ дѣйствуетъ одна и та же сила, одинъ магнетизмъ, который только сосредоточивается больше у полюсовъ, но производитъ и на томъ и на

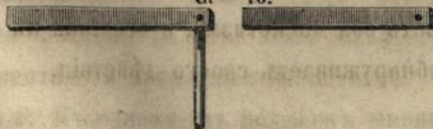
другомъ одинаковое дѣйствіе. Однако нѣкоторые изъ произведенныхъ уже опытовъ показываютъ, что дѣйствіе обоихъ полюсовъ не только не одинаково, напротивъ, совершенно противоположно. Во-первыхъ, сѣверный полюсъ свободно движущагося магнита обращается всегда къ сѣверу; если повернуть рукой южный полюсъ къ сѣверу и оставить магнитъ въ этомъ направленіи, то онъ самъ повернется и послѣ нѣсколькихъ колебаній снова придетъ въ свое прежнее положеніе. Слѣдовательно, одинъ изъ полюсовъ уклоняется всегда отъ той страны, къ которой обращается другой. Во-вторыхъ, по закону магнитнаго притяженія и отталкиванія, одинъ полюсъ отталкивается отъ того, къ чему притягивается другой. Эти два противоположныя дѣйствія, при совершенно одинаковыхъ обстоятельствахъ, не могутъ происходить отъ одной и той же магнитной силы, и свидѣтельствуютъ о существованіи двухъ магнетизмовъ. Магнетизмъ сѣвернаго полюса называется сѣвернымъ магнетизмомъ, южнаго — южнымъ магнетизмомъ. Въ сѣверной половинѣ магнита дѣйствуетъ сѣверный магнетизмъ, въ южной же — южный магнетизмъ.

136. Прекращеніе магнитныхъ явленій при соединеніи обоихъ магнетизмовъ. Прекращеніе магнитныхъ явленій.

Опытъ а. Берутся два магнита одинаковой силы. За

фиг. 139.

с. ю.



немнѣишемъ же большихъ магнитовъ можно употребить двѣ намагниченныя, по опыту 132, вязальныя спи-

цы. Къ сѣверному полюсу одного изъ магнитовъ притягивается кусочекъ желѣза такой величины, чтобы магнитъ могъ удержатъ его. Потомъ къ сѣверному полюсу перваго магнита приближается южный полюсъ втораго. Кусочекъ желѣза тотчасъ же упадетъ.

Южный магнетизмъ одного магнита притягиваетъ сѣверный магнетизмъ другаго и удерживаетъ его. Оба какъ-будто сковываются между собою силою взаимнаго притяженія и не позволяютъ одинъ другому обнаруживать внѣшнія дѣйствія.

Опытъ в. Равносильные магниты кладутся одинъ на другой разноименными полюсами и связываются нитью. Если соединить сѣверный полюсъ одного магнита съ южнымъ другаго, то они начнутъ дѣйствовать совокупно. При этомъ соединеніи двухъ силъ, полюсы будутъ не въ состояніи удержатъ кусочковъ желѣза, которые каждый изъ магнитовъ отдѣльно могъ легко держать. Одинъ магнетизмъ уменьшаетъ дѣйствіе другаго и даже совершенно уничтожаетъ его, когда они оба одинаково сильны.

Законъ: *При соединеніи обоихъ магнетизмовъ одинъ изъ нихъ уничтожаетъ дѣйствіе другаго.*

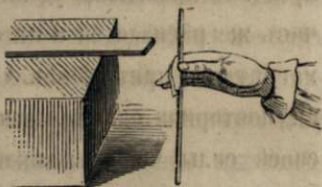
Слѣдовательно, если въ какой-либо частичкѣ желѣза сѣверный и южный магнетизмъ существуютъ въ равной степени, то частичка эта оказывается какъ-бы вовсе немагнитичною и не отталкиваетъ полюсовъ намагнитиченной иглы. Итакъ, въ одномъ тѣлѣ могутъ существовать оба магнетизма, и все-таки ни одинъ изъ нихъ не обнаруживаетъ своего дѣйствія.

РАЗДѢЛЕНІЕ МАГНЕТИЗМОВЪ.

137. Возбужденіе магнетизма при приближеніи магнита. Возбужденіе магнетизма

Опытъ а. Кусокъ желѣзной проволоки, накалиной на спиртовой лампѣ и не обнаруживающей никакихъ магнитныхъ явленій, держится нижнимъ концомъ надъ желѣзными опилками или

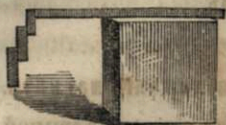
фиг. 140.



очень маленькимъ кусочкомъ желѣзной проволоки. Сверху или сбоку, къ верхнему концу проволоки приближается одинъ изъ полюсовъ магнита, но такимъ-образомъ, чтобы между ними оставался промежутокъ. Нижний конецъ проволоки притянетъ при этомъ опилки. Этого бы конечно не могло произойти, еслибы въ желѣзѣ не существовалъ магнетизмъ, который и производитъ это притяженіе. Такъ-какъ онъ не обнаруживался прежде, то онъ долженъ быть возбужденъ приближеніемъ магнита. Впрочемъ, магнитъ нисколько не сообщаетъ магнетизма желѣзу; стоитъ только удалить магнитъ и всѣ опилки отпадутъ. Сверхъ-того замѣтимъ, что желѣзо и магнитъ не прикасались другъ къ другу. Если же желѣзо вовсе не получило магнетизма извнѣ, а между-тѣмъ обнаруживаетъ магнитныя явленія, то изъ этого слѣдуетъ, что въ немъ существуетъ природный магнетизмъ.

Опытъ б. Къ одному изъ полюсовъ магнита привѣшивается кусочекъ желѣзной проволоки; вслѣдствіе приближенія ея къ магниту, она намагничивается и

Фиг. 141.



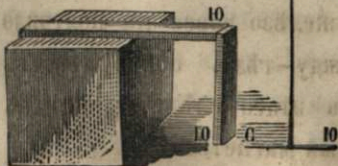
удерживаетъ другой кусочекъ проволоки меньшей величины. Магнетизмомъ первого кусочка намагничивается второй кусочекъ проволоки и притягиваетъ третій, который въ свою очередь можетъ-быть притянетъ еще и четвертый. Ни одному изъ нихъ однакожь не сообщается магнетизмъ; и если, держа рукою верхній кусочекъ проволоки, удалить магнитъ, то вся цѣпь тотчасъ же распадется и ни одно звено ея не обнаружитъ магнитнаго притяженія. Сверхъ-того, сколько бы разъ ни повторяли опытъ, магнитъ нисколько не потеряетъ своей силы, чего бы никакъ не могло произойти, если-бы онъ удѣлялъ часть своего магнетизма кусочкамъ проволоки. Слѣдовательно, магнитъ принуждаетъ только скрытый въ желѣзѣ магнетизмъ обнаруживаться виѣшними явленіями.

Два магнетизма въ каждомъ кускѣ желѣза.

138. Обнаруживаніе обоихъ магнетизмовъ въ желѣзѣ при раздѣленіи ихъ.

Опытъ а. Къ южному полюсу магнита привѣшивается желѣзная проволока въ два дюйма длиною, или только приближается верхній конецъ ея къ южному

Фиг. 142.



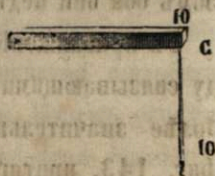
полюсу, для того, чтобы магнитъ не могъ сообщить ей магнетизма. При этомъ, по опыту 134, не-пытывается посредствомъ намагниченной иглы, который изъ двухъ магнетизмовъ возбужденъ въ нижнемъ концѣ проволоки. Онъ оттолкнетъ южный полюсъ иглы и притянетъ сѣ-

верный; слѣдовательно, въ немъ находится южный магнетизмъ. Вслѣдъ затѣмъ та же проволока приближается къ сѣверному полюсу магнита: нижній конецъ проволоки обнаружитъ при этомъ сѣверный магнетизмъ. Такъ-какъ въ томъ же самомъ желѣзѣ находится и южный магнетизмъ, то изъ этого, можно заключить, что въ естественномъ желѣзѣ существуютъ оба магнетизма.

До-сихъ-поръ мы производили наши опыты только надъ нижнимъ концомъ желѣза; изслѣдованіямъ же надъ верхнимъ концомъ препятствовала близость самага магнита, который бы дѣйствовалъ на намагниченную иглу. Чтобы произвести болѣе полное наблюденіе, мы замѣнимъ мягкое желѣзо сталью, которая есть соединеніе желѣза и угля. Тогда какъ мягкое желѣзо не обнаруживаетъ вовсе магнетизма, послѣ того какъ магнитъ удаленъ отъ него, сталь, напротивъ, сохраняетъ магнетизмъ, который былъ возбужденъ въ ней приближеніемъ магнита.

Опытъ в. Къ южному полюсу магнита привѣшивается стальная иглка ея остриемъ, и потомъ снова отнимается. Испытаніе этой иглки показываетъ, что остріе ея, прилегавшее къ южному полюсу магнита, имѣетъ сѣверный магнетизмъ. Нижній же конецъ ея, болѣе удаленный отъ южнаго полюса, обнаруживаетъ южный магнетизмъ. Верхній конецъ ненамагниченной иглы, привѣшенной къ сѣверному полюсу магнита, обнаруживаетъ южный, а нижній конецъ ея—сѣверный магнетизмъ. Такимъ путемъ обнаруживаемъ мы въ желѣзѣ

фиг. 143.



оба магнетизма, и сверхъ-того это еще яснѣе показываетъ намъ, что они не были сообщены, потому-что во-первыхъ, южный полюсъ магнита могъ сообщить желѣзу только одинъ южный магнетизмъ и во-вторыхъ, въ томъ концѣ иглы, который прикасается къ южному полюсу, возбуждается не южный, а сѣверный магнетизмъ. Такъ-какъ желѣзу оба магнетизма, не сообщены, ни магнитомъ, ни какимъ-либо другимъ образомъ, то изъ этого слѣдуетъ

Естественный
магнетизмъ.

законъ: *Во всякомъ желѣзѣ существуютъ отъ природы оба магнетизма.*

Процессъ.

Одинъ изъ предъидущихъ опытовъ, § 136, показалъ уже, что тѣло, въ которомъ существуютъ оба магнетизма, оказывается ненамагниченнымъ въ томъ случаѣ, когда оба они равносильны и соединены между собою. Отсюда слѣдуетъ, что во всякомъ ненамагниченномъ желѣзѣ оба магнетизма равносильны и вполнѣ соединены между собой. Сѣверный магнетизмъ сковываетъ южный, такъ, что послѣдній не можетъ отдѣлиться отъ него; въ свою очередь сѣверный магнетизмъ связанъ южнымъ и лишенъ своей дѣятельности; такимъ-образомъ оба они недѣятельны, скрыты.

Съ приближеніемъ полюса магнита, возникаетъ между связывающими другъ друга магнетизмами третья, болѣе значительная сила. Южный полюсъ магнита, фиг. 143, притягиваетъ къ себѣ съ большою силою сѣверный магнетизмъ желѣза, разрываетъ связь между нимъ и южнымъ магнетизмомъ и отталкиваетъ отъ себя послѣдній. Такимъ-образомъ, при приближеніи магнита, естественные магнетизмы желѣза отдѣляются другъ отъ друга и распределяются такъ, что въ одной поло-

винѣ желѣза господствуетъ одинъ, а въ другой половинѣ — другой магнетизмъ. При такомъ раздѣленіи естественныхъ магнетизмовъ, влѣдствіе приближенія магнита, которое называется магнитнымъ раздѣленіемъ, магнетизмъ южнаго полюса, притягивающій къ себѣ сѣверный магнетизмъ, долженъ всегда возбуждать въ сосѣднемъ концѣ желѣза сѣверный магнетизмъ, а въ противоположномъ концѣ вызывать южный. Магнетизмомъ сѣвернаго полюса естественные магнетизмы желѣза раздѣляются обратнымъ образомъ. На этомъ основывается

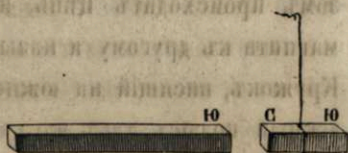
законъ *магнитнаго раздѣленія*: Каждый магнетизмъ вызываетъ въ своемъ сосѣдствѣ разноименные съ нимъ магнетизмы.

Законъ раздѣленія.

139. Притяженіе между магнитомъ и немагнитнымъ желѣзомъ, какъ слѣдствіе раздѣленія. Если кусокъ немагнитнаго желѣза приблизить напр. къ южному полюсу магнита, то онъ притянется имъ. Однакожь, прежде чѣмъ послѣдуетъ притяженіе, желѣзо претерпѣваетъ раздѣленіе своихъ естественныхъ магнетизмовъ, и само становится магнитомъ, пока оно находится близъ магнита. Конецъ его, ближайшій къ южному полюсу, становится сѣвернымъ полюсомъ противоположный же конецъ — южнымъ. Тогда южный полюсъ магнита притягиваетъ къ себѣ ближайшій сѣверный полюсъ желѣза, а вмѣстѣ съ нимъ и самый кусокъ желѣза. Слѣдовательно, магнитъ притягиваетъ желѣзо только потому, что оно

Магнитное притяженіе только между разноименными магнетизмами.

фиг. 144.



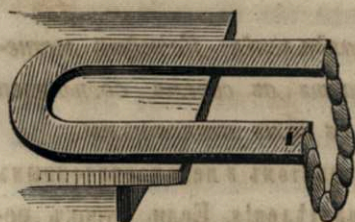
само намагничено. Магнитное притяженіе существуетъ только между разноименными магнетизмами.

Другія явленія раздѣленія.

140. Явленія взаимнаго притяженія и отталкиванія между кусками желѣза, подверженными раздѣленію.

Опытъ а. Платонова цѣпь. Полюсы магнита, имѣющаго форму подковы, лежатъ ближе другъ къ другу, чѣмъ въ прямомъ магнитѣ. Берется нѣсколько кусочковъ проволоки, около дюйма длиною каждый, или нѣсколько кружковъ бѣлой жести, и привѣшиваются къ

фиг. 145.

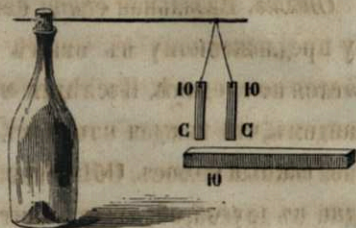


полюсамъ магнита, имѣющаго видъ подковы. Каждый кружокъ удерживаетъ слѣдующій, который въ свою очередь притягиваетъ еще другой кружокъ. Последніе же

кружки притягиваются другъ къ другу и такимъ-образомъ происходитъ цѣпь, идущая отъ одного полюса магнита къ другому и называемая Платоновою цѣпью. Кружокъ, висящій на южномъ полюсѣ, имѣетъ внизу южный полюсъ, такъ же какъ и слѣдующій поддерживаемый имъ кружокъ итакъ далѣе до самаго нижняго изъ кружковъ, висящихъ на южномъ полюсѣ. Напротивъ, всѣ кружки, висящіе на сѣверномъ полюсѣ, имѣютъ внизу, вслѣдствіе раздѣленія, сѣверный полюсъ. Поэтому самый нижній изъ кружковъ, висящихъ на сѣверномъ полюсѣ, притягиваетъ своимъ сѣвернымъ магнетизмомъ послѣдній изъ кружковъ, висящихъ на южномъ полюсѣ, кружокъ, который въ нижней части своей содержитъ южный магнетизмъ. Если отнять магнитъ, то вся цѣпь тотчасъ распадается.

Опытъ в. Двѣ проволоки, около дюйма длиною, загибаются крючкомъ вверхъ и привѣшиваются на нитяхъ, одна подлѣ другой. Снизу къ нимъ приближается полюсъ магнита; онѣ отталкиваются между собою по всей длинѣ своей и сближаются снова, какъ-скоро удаленъ магнитъ. Магнитное отталкиваніе существуетъ только между одноименными магнетизмами, или одноименными полюсами; и эти одноименные магнетизмы возбуждаются приближеніемъ магнита.

фиг. 146.



Приближенный снизу южный полюсъ магнита вызываетъ, по закону раздѣленія (§ 138), сѣверный магнетизмъ въ нижнихъ концахъ обѣихъ проволокъ, и потому онѣ должны отталкиваться снизу. Въстѣ съ тѣмъ, южный полюсъ магнита возбуждаетъ въ верхнихъ концахъ обѣихъ проволокъ южный магнетизмъ, а потому онѣ должны отталкиваться также и вверхъ. При удаленіи магнита, прекращается раздѣленіе магнетизмовъ въ проволокахъ, онѣ возвращаются въ свое естественное немагнитное состояніе и сближаются снова между собою.

III. Расположеніе обонхъ магнетизмовъ въ магнитахъ. Въ каждомъ магнитѣ оба магнетизма отдѣлены другъ отъ друга, но не такъ, какъ бы это могло показаться, что въ одной половинѣ собранъ весь сѣверный, а въ другой весь южный магнетизмъ. Еслибы это было такъ, то можно было бы раздѣлить магнитъ на двѣ

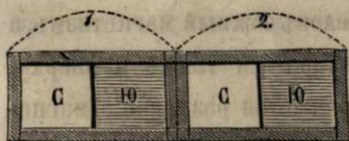
Расположеніе обонхъ магнетизмовъ въ магнитахъ.

части, изъ которыхъ каждая содержала бы только одинъ магнетизмъ.

Опытъ. Вязальная спица намагничивается, по способу предложенному въ опытѣ 132, и потомъ разламывается по срединѣ. Изслѣдуя отдѣльныя половинки, мы найдемъ, что каждая изъ нихъ имѣетъ свой сѣверный и свой южный полюсъ. Обѣ половинки, снова приложенныя одна къ другой, образуютъ опять единственный магнитъ, который въ мѣстѣ излома имѣетъ свою индифферентную точку. Какъ учить опытъ, въ каждой половинѣ магнита существуютъ оба магнетизма; каждую изъ этихъ половинокъ, въ свою очередь, можно раздробить на произвольное число частей, и въ каждой изъ нихъ снова будутъ оба полюса.

Слѣдовательно, въ каждой намагниченной частичкѣ стали существуютъ оба магнетизма, но оба они отдѣлены другъ отъ друга такъ, что во всѣхъ частич-

Фиг. 147.



кахъ южный магнетизмъ лежитъ въ одной сторонѣ, а сѣверный въ другой. Фигура 147-я представляетъ двѣ намагничен-

ныя частички стали, въ каждой изъ нихъ имѣетъ мѣсто такое раздѣленіе магнетизмовъ, что сѣверный въ обѣихъ лежитъ съ сѣверной стороны. И еслибъ тутъ была только одна первая частичка, то она имѣла бы съ лѣвой стороны сѣверный, а съ правой—южный полюсъ. Если потомъ къ первой приложить вторую, то каждая частичка произведётъ въ другой болѣе полное раздѣленіе магнетизмовъ. При этомъ съ лѣвой стороны возникаетъ болѣе сильный сѣверный полюсъ,

а съ правой болѣе сильный южный полюсъ; въ среднѣ же сѣверный магнетизмъ второй частички связываетъ южный магнетизмъ первой, уничтожаетъ его дѣйствіе, и въ этомъ мѣстѣ происходитъ индифферентная, безразличная точка.

НАМАГНИЧИВАНІЕ СТАЛИ И СОХРАНЕНІЕ МАГНИТНОЙ СИЛЫ.

442. Труднѣйшее, но сохраняющееся большое время раздѣленіе магнетизмовъ въ стали.

Труднѣйшее, но сохраняющееся большое время раздѣленіе магнетизмовъ въ стали.

Опытъ. Къ магниту привѣшивается кусокъ мягкаго желѣза такой величины, какой только онъ въ состояніи удержать. Потомъ вмѣсто него прикладывается къ магниту кусокъ стали одинаковаго вѣса съ кускомъ желѣза, магнитъ будетъ не въ состояніи удержать его. Но полюсъ магнита притягиваетъ только разноименный магнетизмъ, и какъ желѣзо притягивается сильнѣе, то изъ этого слѣдуетъ; что въ немъ легче и скорѣе происходитъ раздѣленіе магнетизма, чѣмъ въ стали. Сталь представляетъ сопротивленіе раздѣленію обоихъ магнетизмовъ. Въ мягкомъ желѣзѣ тотчасъ по удаленіи магнита происходитъ снова соединеніе магнетизмовъ; напротивъ, сталь, какъ показалъ опытъ 138 *b*., остается намагниченною и противодѣйствуетъ вторичному соединенію обоихъ магнетизмовъ, послѣ того какъ раздѣленіе ихъ было разъ уже произведено. Это свойство даетъ возможность намагничивать сталь на продолжительное время. Но такъ какъ при

приближеніи магнита, раздѣленіе въ стали производится трудно и только мало-по-малу происходить въ ближайшихъ къ магниту точкахъ, то должно приближать магнитъ по нѣскольку разъ ко всѣмъ точкамъ куска стали, который желаютъ намагнитить; это достигается натираниемъ всего куска магнитомъ.

Способы намагничиванія стали.

143. Способы намагничиванія стали. Преимущественно употребляются два способа намагничиванія куска стали посредствомъ натиранія,—простое и двойное натирание; они различаются между собою тѣмъ, что простое натирание производится однимъ полюсомъ, а двойное натирание одновременно двумя полюсами. Сверхъ того существуетъ еще третій способъ натиранія магнита, имѣющаго форму подковы, который предложенъ Гофферомъ.

1) Простое натирание уже было описано въ опытѣ 132 а. Полюсы намагниченнаго куска будутъ при этомъ разноименными съ прикасающимися къ нимъ полюсами магнита.

2) Двойное натирание.

Опытъ. Для двойнаго натиранія употребляется магнитъ, имѣющій форму подковы, полюсы котораго лежатъ очень близко другъ къ другу. Оба полюса его прикладываются вмѣстѣ къ срединѣ намагничиваемаго

фиг. 148.

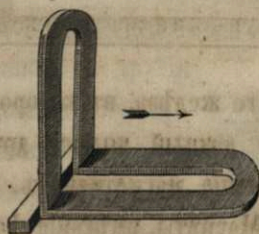


куска стали, напр. вязальной спицы; затѣмъ проводятъ ими до конца куска и потомъ, не поднимая магнита, проводятъ имъ назадъ до другого конца. Та-

кимъ-образомъ, кусокъ стали натирается отъ одного конца къ другому около 20 разъ и наконецъ поднимаютъ магнитъ въ срединѣ послѣ того, какъ обѣ половинки натерты одинаковое число разъ. Если же полюсы такого магнита лежатъ довольно далеко одинъ отъ другаго, то онъ негодится для двойнаго натирания; въ-самомъ-дѣлѣ, натертый имъ кусокъ стали получаетъ нѣсколько сѣверныхъ и южныхъ полюсовъ, которые въ порядкѣ слѣдуютъ одинъ за другимъ (*).

3) *Гофферовъ способъ натирания магнита, имѣющаю форму подковы.* Чтобы намагнитить стальную полоску, согнутую въ видѣ подковы, прикладываютъ къ концамъ ея кусокъ мягкаго желѣза и все это удерживаютъ на столѣ гвоздиками, такъ чтобы они лежали совершенно неподвижно. Потомъ ставятъ отвѣсно магнитъ, имѣющій также форму подковы и одинаковую ширину съ новымъ магнитомъ, на-концы его, проводятъ имъ медленно до изгиба стали, поднимаютъ вверхъ, прикладываютъ снова къ концамъ стальной подковы и повторяютъ это дѣйствіе около 10 разъ. Потомъ

фиг. 149.



(*) Двойное натирание можетъ также состоять изъ двухъ простыхъ натираний, причемъ одну половину намагничиваемаго куска стали натираютъ по опыту 132 а, сѣвернымъ полюсомъ одного, а другую южнымъ полюсомъ другаго магнита.

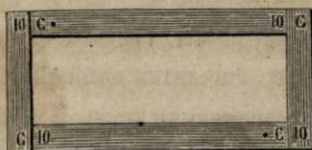
въ продолженіи нѣсколькихъ дней не слѣдуетъ отнимать новаго магнита отъ лежащаго передъ нимъ куска желѣза.

Сохраненіе и
увеличеніе ма-
гнитной силы.

144. Сохраненіе и увеличеніе магнитной силы. Чтобы сохранить силу магнита, его должно сберегать такимъ-образомъ, чтобы полюсы его находились въ постоянномъ прикосновеніи съ мягкимъ желѣзомъ, тогда магнетизмъ его поддерживается въ постоянной дѣятельности, производя въ желѣзѣ магнитное раздѣленіе.

а. Прямые магниты сохраняются попарно, для чего они кладутся горизонтально въ нѣкоторомъ удаленіи одинъ отъ другаго такимъ-образомъ, чтобы сѣверный

Фиг. 150.



полюсъ одного лежалъ противъ южнаго полюса другаго. Къ каждой парѣ этихъ разноименныхъ полюсовъ, прикладывается кусокъ

мягкаго желѣза, въ которомъ сѣверный полюсъ одного и южный полюсъ другаго магнита производятъ раздѣленіе магнетизмовъ.

б. Магниты, имѣющіе форму подковы, сохраняются

Фиг. 151.



отдѣльно; кусокъ мягкаго желѣза, прикладываемый къ полюсамъ такого магнита, называется якоремъ. Вверху онъ долженъ быть закругленъ, чтобы прикасался къ полюсу только въ немногихъ точкахъ. Такой магнитъ сохраняетъ свою силу, если онъ сберегается вмѣстѣ съ приложеннымъ къ нему якоремъ; но сила его можетъ

быть еще увеличена, если магнитъ повѣсить, къ якорю его прикрѣпить на трехъ нитяхъ чашку вѣсовъ и въ нее прибавлять каждый день къ прежнему грузу еще маленькую тяжесть, напр. дробинку. Однакожь увеличивать грузъ должно очень осторожно, чтобы при этомъ наконецъ не оторвался самый якорь: если якорь оторвется, то магнитъ много потеряетъ въ своей силѣ и придется ждать еще долгое время, пока она снова возстановится. Когда нужно отнять якорь отъ магнита для произведенія опыта, то его не слѣдуетъ отрывать быстро, а надобно медленно сдвинуть въ сторону.

с. Естественные магниты, силу которыхъ желаютъ сохранить и увеличить, обдѣлываются въ оправу. Магнитный камень кладется сначала въ желѣзные опилки, чтобы по притяженію ихъ узнать, гдѣ находятся его полюсы. Поверхности полюсовъ гладко отшлифовываются, сглаживаются также и другія стороны камня и вообще даютъ ему кубическую форму. Потомъ прикладываютъ къ полюсамъ двѣ желѣзныя пластинки, которыя снабжены внизу двумя толстыми желѣзными ножками, и прикрѣпляютъ ихъ къ магниту, обвивая его мѣдною проволокою. Наконецъ все это обыкновенно вкладывается въ мѣдную коробку, которая вверху снабжена кольцомъ для привѣшиванія магнитнаго камня, внизу же изъ нея выставлены ножки оправы. Эти ножки, въ слѣдствіе происходящаго въ нихъ и въ желѣзныхъ пластинкахъ раздѣленія, становятся полюсами магнита, къ которымъ привѣшивается якорь.

Оправа естественнаго магнита.

фиг. 152.



Сложный магнитъ.

145. Большая сила сложнаго магнита.

Опытъ. Намагничиваютъ нѣсколько одинаковыхъ вязальныхъ спицъ и замѣчаютъ, сколько каждая изъ нихъ можетъ удержать на себѣ. Потомъ складываютъ двѣ или три такія спицы вмѣстѣ, такъ, чтобы сѣверные полюсы лежали одинъ подлѣ другаго, и обвиваютъ ихъ въ срединѣ нитью. Такое соединеніе нѣсколькихъ намагниченныхъ спицъ, будетъ удерживать гораздо большую тяжесть и притягивать висящій кусочекъ желѣза съ большаго разстоянія, нежели каждая изъ нихъ отдѣльно. Итакъ, сложенные спицы дѣйствуютъ какъ одинъ магнитъ бѣльшей силы, и образуютъ сложный магнитъ въ маломъ видѣ.

Сложный магнитъ есть соединеніе нѣсколькихъ простыхъ магнитовъ. Каждый магнитъ сначала намагни-

фиг. 153.



чивается отдѣльно, потомъ они складываются вмѣстѣ одноименными полюсами и скрѣпляются другъ съ другомъ мѣдными досками или винтами. Число сложенныхъ вмѣстѣ магнитовъ можетъ быть чѣтное или нечѣтное. При чѣтномъ числѣ отдѣльные магниты дѣлаются равной величины, не болѣе одного фута длиною и кладутся одинъ на другой, такъ, чтобы концы ихъ образовали гладкую поверхность. Если же для сложнаго магнита употребляется нечѣтное число,

а 5 или 7 магнитовъ, то среднему изъ нихъ даютъ болѣе

шую длину и дѣлаютъ его сильнѣе другихъ: лежащіе по обѣ стороны его будутъ нѣсколько короче, а самые крайніе дѣлаются еще короче. Полюсы отдѣльныхъ магнитовъ не лежатъ тогда въ одной плоскости, но идутъ уступами къ выставляющемуся полюсу средняго магнита, къ которому прикладывается якорь и въ которомъ собирается, какъ показываетъ опытъ, общая сила всего южнаго магнетизма. Сложные магниты употребляются при приготовленіи магнито-электрическихъ машинъ (§ 228). Не всѣ сорта стали становятся сильными магнитами; въ-особенности же хороша для искусственныхъ магнитовъ голландская очешная сталь и солингенская сталь, употребляемая для клинковъ.

446. Ослабленіе магнитной силы посредствомъ теплоты. Сила магнита ослабляется, не только при быстромъ отрываніи якоря и при сохраненіи его отдѣльно безъ якоря, но также при сотрясеніи, производимомъ ударомъ или треніемъ какого-либо жесткаго тѣла и въ-особенности при нагрѣваніи.

Ослабленіе
магнитной
силы посред-
ствомъ нагрѣ-
ванія.

Опытъ. Намагниченная вязальная спица втыкается однимъ концомъ въ пробку стеклянки, а къ другому концу ея привѣшивается достаточно большой кусочекъ желѣза. Потомъ спица нагрѣвается на спиртовой лампѣ. Скоро она не въ состояніи будетъ поддерживать желѣзо и оно упадетъ. Магнитная сила ослабляется нагрѣ-

фиг. 154.



ваніемъ до такой степени, что и впоследствии, когда спица уже охладится, она не можетъ удерживать столько, какъ прежде.

ЗЕМНОЙ МАГНЕТИЗМЪ.

Раздѣленіе,
производимое
магнетиз-
момъ.

147. Раздѣленіе, производимое земнымъ магнетизмомъ.

Опытъ. Желѣзный прутъ, въ 3 фута длиною и въ палецъ толщиною, сильно раскаливается на угляхъ и потомъ медленно охлаждается, для чего онъ снимается съ угляевъ тогда только, когда они уже погаснутъ. Потомъ онъ кладется горизонтально на что-нибудь мягкое, бумагу, соломѣ или ватѣ; и испытывается, не обнаруживаетъ ли онъ въ этомъ положеніи магнетизма въ какой-либо своей части? Если же магнетизмъ окажется, то это значить, что желѣзо еще не достаточно мягко и его должно накаливать снова. Въмѣсто желѣзнаго прута можно

Фиг. 155.



взять тонкую желѣзную проволоку, но ее надобно еще сильнѣе раскалить и еще тщательнѣе изслѣдовать. Далѣе, желѣзный прутъ держать почти вертикально, наклонивъ его нижнимъ концомъ къ сѣверу и приближаютъ сначала къ нисней точкѣ прута висѣщую магнитную стрѣлку (опытъ 132 а), тогда сѣверный полюсъ ея оттолкнется; слѣдовательно, нижняя часть направленаго къ землѣ желѣза содер-

жить сѣверный магнетизмъ. Приблизивъ стрѣлку къ верхнему концу желѣзнаго прута, найдемъ въ немъ южный магнетизмъ. Наконецъ, обративъ желѣзный пруть верхнимъ концомъ внизъ, найдемъ, что послѣдній содержитъ сѣверный магнетизмъ. Напротивъ, въ горизонтальномъ положеніи, пруть обнаруживаетъ едва замѣтные слѣды магнитныхъ явленій. Такимъ же образомъ вертикальные прутья желѣзныхъ оконныхъ рѣшетокъ содержатъ сѣверный магнетизмъ въ нижнихъ концахъ своихъ.

Мы замѣчаемъ здѣсь тѣ же самыя явленія, что и въ мягкомъ желѣзѣ при приближеніи къ нему магнитнаго полюса; вліяніемъ его раздѣляются магнетизмы желѣза; если же его удалить отъ магнита, то оно потеряетъ магнитныя свойства. Такимъ же образомъ конецъ желѣзнаго прута, обращенный къ лежащей на сѣверѣ точкѣ, получаетъ сѣверный магнетизмъ, другой же конецъ — южный. Въ немъ происходитъ магнитное раздѣленіе, производимое землею; земля дѣйствуетъ подобно земному магниту, въ сѣверной части котораго господствуетъ южный магнетизмъ.

148. Склоненіе магнитной стрѣлки. Второе обстоятельство, указывающее на магнетизмъ земли, состоитъ въ упомянутомъ уже выше явленіи, что висящій горизонтально магнитъ, или магнитная стрѣлка, принимаетъ всегда опредѣленное направленіе, такъ, что сѣверныя страны притягиваютъ ея сѣверный и отталкиваютъ ея южный полюсъ. Но какъ магнитное отталкиваніе происходитъ только между одноименными магнетизмами, то это явленіе указываетъ также на то, что землю должно

Склоненіе
магнитной
стрѣлки.

принимать за магнитъ, въ сѣверныхъ частяхъ котораго господствуетъ южный магнетизмъ.

Полуденная
линія.

Опытъ. Чтобы точнѣе опредѣлить направленіе магнитной стрѣлки, должно провести полуденную линію.

Фиг. 156.



На горизонтальной поверхности чертится кругъ и въ центрѣ его утверждается вертикально металлическій шпинёкъ. До полудня наблюдаютъ, въ какомъ мѣстѣ конецъ отбрасываемой имъ тѣни пересѣкаетъ круговую линію и замѣчаютъ эту точку I. чертой. Если это было напр. за два часа до полудня, то черезъ два

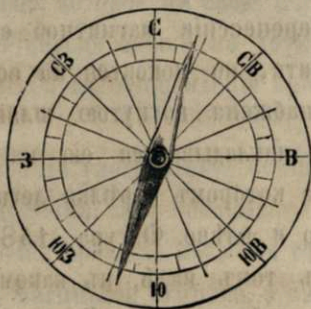
часа послѣ полудня солнце будетъ стоять на такой же высотѣ и произведетъ одинаково длинную тѣнь шпинька; положимъ, что конецъ его тѣни касается круговой линіи въ точкѣ II, которая также обозначается чертой. Въ оба эти мгновенія солнце было одинаково удалено отъ того положенія, которое оно занимаетъ въ полдень, а потому тѣнь передъ полуднемъ на столько же уклонена къ западу отъ полуденной линіи, на сколько послѣ полудня она уклонена къ востоку. Истинная, идущая черезъ центръ круга полуденная линія должна по-этому проходить въ срединѣ между точками, I и II, пересѣченія тѣни и круговой линіи. Для этого циркулемъ раздѣляется пополамъ дуга между обѣими точками и проводится прямая линія черезъ эту точку дѣленія и центръ круга. Эта линія будетъ полуденною линіею мѣста наблюденія; на продолженіи ея находятся точки сѣвера и юга. Далѣе берется нить съ привѣшенною къ

Уклоненіе отъ
нея.

ней магнитною стрѣлкою и держится отвѣсно надъ какою-либо точкою полуденной линіи. При этомъ оказывается, что стрѣлка

Фиг. 157.

въ точности не направляется къ сѣверу, но ея сѣверный полюсъ уклоняется нѣсколько отъ точки сѣвера къ западу или къ востоку, смотря по положенію мѣста наблюденія. Это уклоненіе магнитной



стрѣлки отъ направленія полуденной линіи называется склоненіемъ стрѣлки. Помѣстивъ на полуденной линіи центръ раздѣленнаго на градусы круга (или транспортира), поперечникъ котораго равняется длинѣ стрѣлки, можно будетъ опредѣлить величину склоненія или величину дуги, на которую магнитная стрѣлка уклоняется къ западу или къ востоку.

Компасъ.

149. Компасъ. Зная склоненіе висящей горизонтально магнитной стрѣлки, можно пользоваться ею для распознаванія странъ свѣта. Снарядъ, служащій для опредѣленія странъ свѣта помощію магнитной стрѣлки, называется компасомъ и состоитъ изъ двухъ существенныхъ частей: магнитной стрѣлки и раздѣленнаго на градусы круга, который изображенъ на предыдущей фигурѣ (157), и на которомъ обозначены также страны свѣта. Магнитная стрѣлка готовится изъ тонкой стальной пластин-

Фиг. 158.



ки, имѣющей большую ширину въ срединѣ и суживающейся къ концамъ; на фигурѣ 157-й она представлена въ такомъ видѣ, какъ бы она показалась глазу, находящемуся надъ нею. Для большаго удобства при перенесеніи магнитной стрѣлки, она не виситъ на нити, но покоится на остріѣ. Въ срединѣ стрѣлка снабжена вогнутою шляпкою изъ агата или мѣди, и накладывается ею на отвѣсно стоящее остріе, на которомъ стрѣлка легко можетъ двигаться вправо и влѣво. Фигура 158-я представляетъ стрѣлку, въ томъ видѣ, въ какомъ она представлена, если смотрѣть сбоку. Въ обыкновенномъ компасѣ, употребляемомъ на сушѣ для оріентированія или для измѣренія угловъ, раздѣленный кругъ утверждается на днѣ мѣдной коробки и въ срединѣ его ставится стальное остріе, на которомъ покоится магнитная стрѣлка. Вверху коробка покрывается стекляннмъ кружкомъ, для защиты отъ пыли и вѣтра. Снарядъ ставится такимъ-образомъ, чтобы точка сѣвера на кругѣ отстояла отъ сѣвернаго полюса стрѣлки на величину склоненія и въ противоположномъ ему направленіи; тогда раздѣленный кругъ укажетъ направленіе странъ свѣта. Морской компасъ по причинѣ качки корабля получаетъ нѣсколько другое устройство: кругъ его, сдѣланный изъ тонкой пластинки слюды или писчей бумаги, неподвиженъ, но лежитъ своею полуденною линіею на магнитной стрѣлкѣ и скрѣпленъ съ нею, онъ поддерживается стрѣлкою и вращается вмѣстѣ съ ней. Стрѣлка и кружокъ покоятся на вертикальномъ остріѣ и заключены въ мѣдную, покрытую стекломъ коробку, которой правильное положеніе обезпечивается тя-

жестію налитаго на дно ея свинца и особымъ способомъ установки. Дѣйствительно, коробка виситъ на двухъ шпёнкахъ, расположенныхъ справа и слѣва внутри горизонтальнаго кольца, которое въ свою очередь виситъ внутри другаго кольца также на двухъ шпёнкахъ, но расположенныхъ въ направленіи противоположномъ первымъ.

Западныя страны заимствовали употребленіе компаса не позже XII вѣка отъ Арабовъ, какъ показываютъ бывшія сначала въ употребленіи арабскія названія сѣвернаго и южнаго полюсовъ магнитной стрѣлки, а они въ свою очередь обязаны имъ непосредственно Китайцамъ. Историческія сочиненія Китайцевъ, вышедшія въ свѣтъ еще до Р. Х., упоминаютъ о магнитныхъ колесницахъ, которыя одинъ изъ ихъ императоровъ около 1000 лѣтъ назадъ подарилъ посланникамъ изъ задней Индіи, чтобы они безошибочно могли найти возвратный путь въ свою страну. Въ 1100 году до Р. Х. это посольство прибыло ко двору китайскаго императора Чингъ-Ванга и выразило опасеніе, удастся ли ему найти дальнѣйшій путь въ свою страну. Императоръ подарилъ имъ пять магнитныхъ колесницъ, въ нихъ находились маленькія, покрытыя перьями куклы, одна рука которыхъ состояла изъ подвижнаго магнита и указывала всегда на югъ. Сопровождаемые этими магнитными проводниками, посланники благополучно возвратились на свою родину. Въ IV- вѣкѣ послѣ Р. Х. Китайцы употребляли уже компасъ и на открытомъ морѣ. Отсюда употребленіе компаса перешло въ переднюю Индію и, наконецъ, къ Арабамъ, черезъ которыхъ оно распространилось по Европѣ. Здѣсь упоминаетъ о

Исторія компаса.

немъ въ первый разъ французскій поэтъ, присутствовавший въ 1181 году при знаменитомъ пребываніи двора Императора Фридриха I въ Майнцѣ, Гуйо изъ Прованса, въ произведеніи своемъ «Роза»; онъ говоритъ о свойствахъ магнитной стрѣлки, какъ о вещи уже вполне извѣстной. Долгое время ошибочно приписывали изобрѣтеніе компаса Флавіо Джіо, изъ Амальфи, жившему около 1300 года; вѣроятно онъ сдѣлалъ усовершенствованіе въ снарядѣ и это послужило поводомъ къ такому разсказу. Употребленіе компаса сдѣлало возможными большія морскія путешествія, предпринимаемыя въ то время для открытія новыхъ странъ.

Восточное и
западное
склоненіе.

150. Восточное и западное склоненіе. Колумбъ, въ первое свое путешествіе въ 1492 году, нашелъ въ Атлантическомъ Океанѣ линію, на которой магнитная стрѣлка точно направлялась къ сѣверу, и слѣдовательно вовсе не уклонялась отъ полуденной линіи; эту-то линію безъ склоненія онъ предложилъ по возвращеніи въ Европу принять за границу между лежащими отъ нея на западъ испанскими и на востокъ португальскими владѣніями. Линія безъ склоненія проходитъ черезъ Гудзоновъ заливъ, восточную часть Сѣверной-Америки и восточную оконечность Южной-Америки; на другомъ полушаріи проходитъ она черезъ средину Новой-Голландіи, восточную оконечность Аравіи, черезъ Каспійское и Бѣлое море. Вся поверхность земли дѣлится ею на двѣ половины, восточную и западную. Въ восточной половинѣ, которой принадлежатъ Атлантическій Океанъ, Европа и Африка,—склоненіе западное; напротивъ, въ западной половинѣ, обнимающей почти всю Азію, Великій Океанъ и почти всю Америку,—склоненіе

восточное. Далѣе, склоненіе бываетъ различно въ различныхъ мѣстахъ и въ западной Европѣ вообще значительно, нежели въ восточной; наконецъ, оно перемѣняется даже на одномъ и томъ же мѣстѣ съ теченіемъ времени.

151. Наклоненіе магнитной стрѣлки. При приготовленіи магнитныхъ стрѣлокъ, художники скоро замѣтили, что стрѣлки, висящія совершенно горизонтально въ ненамагниченномъ состояніи, послѣ намагничиванія притягиваемыя южнымъ магнетизмомъ земли, наклоняются внизъ сѣвернымъ своимъ полюсомъ; это легко устраняется тѣмъ, что сѣверный конецъ стрѣлки дѣлается нѣсколько легче южнаго.

Наклоненіе
магнитной
стрѣлки.

Опытъ. Ненамагниченная стальная иголка привѣшивается въ центрѣ тяжести такимъ-образомъ, чтобы она свободно могла двигаться вверхъ и внизъ. Чтобы легче исполнить это,

фиг. 159.

берутъ ненамагниченную вязальную спицу и насаживаютъ на нее поперекъ пробку; по длинѣ же втыкаютъ до середины пробки вторую



спицу, которая кладется на столовый стаканъ и образуетъ ось вращенія первой спицы. Первую спицу продѣваютъ сквозь пробку такимъ-образомъ, чтобы оба конца ея были одинаково длинны и она находилась бы въ равновѣсіи, какъ въ горизонтальномъ, такъ и во всякомъ другомъ положеніи. Достигнувъ этого, намагничиваютъ эту спицу по способу простаго натиранія, причемъ, чтобы не сдвинуть пробки съ своего мѣста, при натираніи правой половины держать въ рукѣ лѣ-

вую и на оборотъ. Ось должно класть на стаканъ такъ, чтобы спица сѣвернымъ своимъ полюсомъ направлялась именно въ ту сторону, куда направляется повѣшенная горизонтально магнитная стрѣлка. Тогда сѣверный конецъ спицы опустится и она приметъ косвенное, наклонное относительно горизонта, положеніе. Уклоненіе стрѣлки отъ горизонтальнаго направленія называется ея наклоненіемъ. Если спицу вывести изъ занимаемаго ею положенія, то послѣ нѣсколькихъ колебаній она снова приметъ прежнее направленіе.

Стрѣлка наклоненія изобрѣтена въ 1576 году англійскимъ морякомъ и механикомъ Робертомъ Норманомъ; во время своихъ морскихъ путешествій онъ замѣтилъ, что сѣверный конецъ стрѣлки склоненія опустился и утвердилъ стрѣлку на горизонтальной оси такъ, что конецъ ея могъ свободно двигаться вверхъ и внизъ. Приготовленіе точной стрѣлки наклоненія представляетъ многія затрудненія и производится только съ большимъ трудомъ.

152. Сѣверное и южное наклоненіе. Стрѣлка наклоненія получаетъ свое направленіе отъ большаго магнита, надъ которымъ она виситъ; и за такой магнитъ мы принимаемъ землю. Но висящая надъ магнитомъ стрѣлка должна принимать весьма различныя положенія, смотря потому: находится ли она надъ сѣверными или южными частями его.

Сѣверное и южное наклоненіе.

Опытъ. Магнитное дѣйствіе земли можно замѣнить въ маломъ видѣ дѣй-

фиг. 160.

ствіемъ длиннаго магнита или намагниченной вязальной спицы, которая кла-



дется горизонтально и обращается южнымъ полюсомъ къ сѣверу, потому-что въ сѣверныхъ частяхъ земли господствуетъ южный магнетизмъ. Если теперь держать надъ серединой магнита установленную, подобно какъ въ предыдущемъ опытѣ, или въ случаѣ нужды просто повѣшенную на нити небольшую магнитную стрѣлку, то она виситъ здѣсь горизонтально и вовсе не имѣетъ наклоненія; надъ южнымъ концомъ магнита, направленнаго къ сѣверу, опускается сѣверный полюсъ стрѣлки; надъ другимъ же концомъ—южный ея полюсъ; надъ самыми полюсами магнита, какъ сѣвернымъ такъ и южнымъ, стрѣлка принимаетъ вертикальное положеніе.

Такимъ-образомъ, въ предѣлахъ жаркаго пояса огибаетъ землю неправильно изогнутая линія безъ наклоненія, надъ которою стрѣлка наклоненія виситъ горизонтально, эта линія пересѣкаетъ географическій экваторъ въ двухъ точкахъ, въ Атлантическомъ Океанѣ противъ западныхъ береговъ Африки и въ Великомъ Океанѣ къ востоку отъ Новой-Гвиней, и называется магнитнымъ экваторомъ. Въ странахъ земли, лежащихъ къ сѣверу отъ магнитнаго экватора, опускается сѣверный конецъ стрѣлки наклоненія, въ южной же половинѣ земли южный ея конецъ. Наклоненіе будетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ далѣе удаляются отъ магнитнаго экватора къ сѣверу или къ югу; и существуютъ двѣ точки, магнитные полюсы земли, надъ которыми стрѣлка наклоненія принимаетъ вертикальное положеніе. Магнитный полюсъ земли, лежащій на сѣверѣ, найденъ въ 1831 году капитаномъ Джономъ Россомъ и лежитъ къ сѣверу отъ Америки. Спустя десять лѣтъ, сыну выше

Магнитные
полюсы земли.

названнаго мореплавателя, Джемеу Россу, удалось найти магнитный полюсъ южной половины земли; послѣдній лежитъ далеко къ югу отъ Новой-Голландіи, между двумя возвышающимися вулканами, которые мореплаватель назвалъ по имени своихъ кораблей Эребусомъ и Терроромъ.

Подобно тому какъ склоненіе, измѣняется также съ теченіемъ времени наклоненіе и положеніе полюсовъ; поэтому земной магнетизмъ требуетъ непрерывныхъ наблюдений.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ОТЪ ТРЕНІЯ.

ОСНОВНЫЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

153. Притяженіе легкихъ тѣлъ наэлектризованнымъ тѣломъ.

Опытъ. Изъ тонкой почтовой бумаги вырѣзывается кружокъ, величиною въ пяточокъ, и укрѣпляется на тонкой льняной нити *L*. Потомъ берется за одинъ конецъ палочка обыкновеннаго сургуча и натирается лоскуткомъ сукна, или какой-либо другой шерстяной матеріи. Держа палочку сургуча въ лѣвой рукѣ, берутъ въ правую нить, на которой виситъ бумажный кружокъ и приближаютъ его къ натертому сургучу, тогда послѣдній притянетъ къ себѣ бумажный кружокъ. Дѣйствіе это будетъ постепенно ослабляться и, наконецъ, совсѣмъ прекратится; чтобы снова возобновить явленіе, нужно еще разъ натереть палочку сургуча.

Электрическое притяженіе.

фиг. 161.



Итакъ, треніемъ возбуждается въ сургучѣ притягательная сила. Древніе замѣтили это только въ янтарѣ, который называется по гречески *электронъ*. Поэтому и сила притяженія натертаго янтаря называется электричествомъ, а самое тѣло, въ которомъ она возбуждена, называется наэлектризованнымъ. Такое тѣло

притягиваетъ совершенно одинаково всѣ малыя и легкія тѣла, изъ какого бы вещества они не состояли; въ-особенности же удобны для этихъ опытовъ, по своей легкости, шарики изъ сердцевины подсолнечника и ситника, которые должно собирать для этого осенью.

154. Притяженіе наэлектризованнаго тѣла не наэлектризованнымъ. Сургучъ и янтарь не суть единственные тѣла, въ которыхъ возбуждается электричество посредствомъ тренія; стекло, сѣра, смола, бумага пріобрѣтаютъ такимъ же образомъ значительную электрическую силу, и даже при нѣкоторыхъ приспособленіяхъ можно наэлектризовать посредствомъ тренія всѣ тѣла безъ исключенія.

Опытъ. Полоску писчей бумаги, около дюйма шириной и не болѣе полуфута длиной, сильно нагрѣваютъ; для этого она прикладывается къ горячей печкѣ или нагрѣвается осторожно надъ свѣчкой или лампой. Потомъ кладутъ ее на столъ и, крѣпко держа одинъ конецъ полоски въ лѣвой рукѣ, натираютъ кусочкомъ сшеной резинки, которая обыкновенно употребляется для стиранія тушевого карандаша. Полоска бумаги крѣпко прилипаетъ къ поверхности стола послѣ того, какъ вдоль ея проведутъ нѣсколько разъ резинкой; если оторвать ее отъ стола и приблизить къ стѣнѣ, то она будетъ притягиваться и повиснетъ на стѣнѣ. Передъ каждымъ натираніемъ резинкой, бумага должна быть снова нагрѣта.

Предъидущій опытъ показалъ уже намъ, что наэлектризованное тѣло притягиваетъ легкія тѣла; а послѣдній доказываетъ, что и на оборотъ ненаэлектризованное тѣло притягиваетъ наэлектризованное. Отсюда слѣдуетъ

ЗАКОНЪ: *Наэлектризованное и неаэлектризованное тѣла взаимно притягиваются.*

155. Электрическая искра.

Опытъ а. Въ теплой комнатѣ, или при ясной жаркой погодѣ, палочка сургуча вечеромъ въ темнотѣ натирается какой-либо шерстяной матеріей и держа ее въ одной рукѣ, приближаютъ къ сургучу суставъ пальца другой. Между суставомъ и сургучомъ появится искра, сопровождаемая слабымъ шумомъ, трескомъ. Днемъ также можно получить искру, но для этого необходимо большое вниманіе и привычка, безъ чего ее трудно замѣтить.

Электрическая
искра.

Опытъ б. Четвертка писчей бумаги сильно нагрѣвается у печки или на самоварѣ и потомъ натирается на столѣ жженной резинкой, такимъ же образомъ, какъ прежде полоска бумаги. Если бумага крѣпко приста-
нетъ къ столу, то она будетъ наэлектризована, если же нѣтъ, то ее нужно будетъ снова нагрѣть и тереть. Тогда, при отрываніи ее отъ стола, послышится довольно явственный трескъ. Если приблизить потомъ къ серединѣ бумаги суставъ пальца, то появится на встрѣчу ему даже и днемъ ясно видимая искра, въ теплой и сухой комнатѣ уже на разстояніи двухъ дюймовъ. Съ мѣншею ясностью произойдетъ опытъ, если нагрѣть бумагу, двигая ее взадъ и впередъ надъ пламенемъ спиртовой лампы.

156. Ощущеніе, подобное прикосновенію паутины вблизи наэлектризованнаго тѣла.

Ощущеніе, по-
добное прико-
сновенію пау-
тины.

Опытъ. Нагрѣваютъ снова четвертку бумаги и наэлектризовываютъ ее треніемъ. Потомъ берутъ бумагу обѣими руками и медленно двигаютъ ее въ близкомъ

разстояніи передъ лицомъ, отъ лба внизъ. При этомъ получится впечатлѣніе, какъ-будто бы лица коснулась паутина. То же самое ощущается, только въ меньшей мѣрѣ, если натертой палочкой сургуча двигать медленно взадъ и впередъ надъ рукою; при этомъ замѣчается, что короткіе волоски на кожѣ притягиваются наэлектризованнымъ тѣломъ, что и составляетъ причину этого особеннаго ощущенія.

Запахъ, подобный запаху фосфора.

157. Запахъ, подобный запаху фосфора.

Опытъ. Четвертка бумаги, уже прежде грѣтая и тертая нѣсколько разъ, а черезъ то сдѣлавшаяся сухой, нагрѣвается и натирается по возможности сильно. Потомъ держа ее обѣими руками, нюхаютъ и ощущаютъ тогда запахъ фосфора, подобный запаху зажигательной спички. Объясняется это тѣмъ, что при треніи электрическаго тѣла образуется сложное газообразное тѣло, которое по свойственному запаху названо *озономъ*.

ПРОВЕДЕНІЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА.

158. Желая убѣдиться, наэлектризовано ли данное тѣло или нѣтъ, мы испытываемъ, обнаруживаетъ ли оно основныя электрическія явленія, какъ то-притягиваетъ ли оно малыя тѣла и даетъ ли искру при приближеніи сустава пальца. Но въ тѣлахъ малыхъ, или въ слабой степени обладающихъ способностью наэлектризовываться, не легко замѣтить искру, равно какъ и ощущеніе паутины или запахъ фосфора. Даже и самое притяженіе малыхъ наэлектризованныхъ тѣлъ столь слабо, что кусочки бумаги не притягиваются за-

мѣтно, и не приближаются къ нимъ. Поэтому необходимо болѣе легкое и воспримчивое вещество, которое бы не представляло большого сопротивленія притягательной силѣ, когда она и очень слаба.

Опытъ. Наболѣе воспримчивое тѣло для электрическаго притяженія есть листовое золото, которое можно получить отъ каждаго переплетчика. Если его положить между двумя листочками бумаги, то легко разрѣзать ножницами вмѣстѣ съ бумагой и листовое

Фиг. 162.

золото. Такимъ-образомъ вырѣзывается узкая пластинка листового золота, около $\frac{1}{8}$ дюйма шириной и нѣсколько менѣе одного пальца длинной. Держа въ рукѣ такой листокъ, очень легко разорвать его, а потому берутъ маленькій кружокъ бумаги, какой былъ приготовленъ для опыта 153, висящій на льняной ниткѣ, потомъ намазываютъ часть его вишневымъ клеемъ или яичнымъ бѣлкомъ, и прикладываютъ это мѣсто бумажнаго кружка къ одному концу пластинки листового золота. Она крѣпко прилипнетъ къ кружку и когда высохнетъ, то доставить весьма чувствительное средство для испытанія: обнаруживаетъ ли данное тѣло электрическое притяженіе? Если натерѣть только маленькій кусочекъ сургуча или цѣлую палочку, но весьма слабо, то во всякомъ случаѣ приближенная къ нему пробная пластинка обнаружитъ электричество.

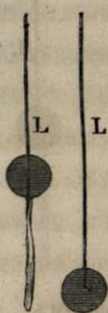
59. Значеніе проводника электричества.

Значеніе проводника электричества.

Опытъ а. Къ маленькому бумажному кружку (или шарiku изъ сердцевины подсолнечника), висящему на льняной нити, прикасаются натертой палочкой сургуча,

и потомъ удаляютъ ее. Не должно ли произойти нѣкоторое измѣненіе въ бумажномъ кружкѣ, вслѣдствіе прикосновенія къ нему наэлектризованнаго сургуча? Тѣлу, прикасающемуся къ какому-либо теплому тѣлу, сообщается теплота; рука, прикасающаяся къ мокрому тѣлу, становится мокрой. Бумажный кружокъ касался наэлектризованнаго тѣла, вслѣдствіе этого можетъ-быть онъ и самъ наэлектризовался, хотя и въ меньшей степени. Чтобы испытать это, приближается къ нему

фиг. 163.



пробная пластинка. Но она не притянется имъ, и кружокъ не обнаружитъ ни малѣйшаго слѣда электричества. Однакожь притягательная сила натертаго сургуча становится тѣмъ слабѣе, чѣмъ чаще приходитъ онъ въ соприкосновеніе съ бумажнымъ кружкомъ; итакъ сургучъ теряетъ часть своего электричества, которое должно перейти въ бумажный кружокъ, потому-что

сургучъ не прикасался ни къ какому другому тѣлу.

Сообщеніе
электричества.

Опытъ b. На льняной нити, въ три или четыре дюйма длиною, вѣшается бумажный кружокъ (или сердцевин-

фиг. 164.



ный шарикъ). Къ верхнему концу нити прикрѣпляется второй бумажный кружокъ и вѣшается на шелковинкѣ, по-крайней-мѣрѣ въ пять дюймовъ длиною. Для этого можно воспользоваться обыкновеннымъ чернымъ или зеленымъ швейнымъ шелкомъ, но для электрическихъ опытовъ, какъ и для магнитныхъ, лучше употреблять некрученный шелкъ, который легко можно достать отъ ба- сонщика; онъ состоитъ изъ трехъ нитей

которыя легко отдѣляются одна отъ другой. Такимъ-образомъ, держа рукой верхній конецъ шелковинки, прикасаются къ нижнему бумажному кружку натертымъ сургучомъ, потомъ удаляютъ его, и приближаютъ пробную пластинку къ нижнему же кружку. Листовое золото притянется. Итакъ онъ обнаруживаетъ электричество, которое возбуждено въ немъ не треніемъ, но сообщено ему палочкой сургуча. Натираютъ еще разъ сургучъ и прикасаются снова къ нижнему кружку, но теперь уже приближаютъ пробную пластинку къ верхнему бумажному кружку. Онъ также притянетъ къ себѣ листовое золото. Сургучомъ сообщено электричество нижнему кружку, отъ нижняго кружка оно сообщилось также льняной нити, а отъ нея распространилось по верхнему кружку. Такъ, если будетъ наэлектризовано одно мѣсто льняной нити, то электричество распространяется по всей ея поверхности, она проводитъ электричество, или есть проводникъ его.

Опытъ с. Итакъ, проводящая льняная нить приняла электричество въ предъидущемъ опытѣ не только въ какомъ-либо одномъ мѣстѣ, но наэлектризовалась тотчасъ по всей своей длинѣ. Далѣе, сообщаютъ электричество льняной нити посредствомъ палочки сургуча, и прикасаются рукою или другою льняною нитью къ какому-либо мѣсту первой нити, чтобы снова отнять у нея электричество. Потомъ испытываютъ, притягиваетъ ли пробную пластинку какая либо другая часть льняной нити *L*? Такого мѣста не окажется; проводящая нить потеряла все свое электричество и сообщила его

фиг. 165.



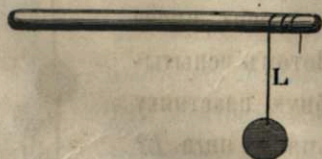
рукѣ. Подобнымъ образомъ, какъ проводникъ воспринимаетъ электричество разомъ на всѣхъ точкахъ своей поверхности, онъ также теряетъ его не только въ томъ мѣстѣ, къ которому прикасались, но разомъ на всей своей поверхности. Все электричество уходитъ изъ проводника при прикосновеніи къ нему, и сообщается въ настоящемъ опытѣ непосредственно рукѣ, а въ опытѣ а, отъ бумажнаго кружка сперва льняной нити и потомъ уже рукѣ; изъ руки же оно уходитъ черезъ тѣло въ полъ.

Значеніе не-
проводника.

160. Значеніе непроводника электричества. Въ послѣднихъ опытахъ бумажные кружки висѣли на шелковой нити и сохраняли свое электричество, пока не прикасались къ нимъ рукой. Итакъ, электричество не проходитъ черезъ шелковую нить, не сообщается черезъ шелкъ рукѣ; отсюда слѣдуетъ, что шелкъ не проводитъ электричества, онъ есть непроводникъ.

Опытъ а. Значеніе непроводника, при сообщеніи и потерѣ электричества, совершенно противоположно значенію проводника. Легче всего видѣть это на сургучѣ. Но прежде должно убѣдиться, принадлежитъ ли дѣйствительно сургучъ къ числу непроводниковъ. Для этого берется еще ни разу не тертая палочка сургуча, или прикасаются повсюду рукою къ прежде уже употреб-

фиг. 166.



лявшейся палочкѣ, чтобы отнять у нея все электричество и навертываютъ на нее одинъ конецъ льняной нити съ привязаннымъ къ ней кружкомъ бумаги. Далѣе, берутъ рукою за другой конецъ палочки и сообщаютъ

ютъ кружку электричество, посредствомъ натертой бумаги или посредствомъ другой палочки сургуча. Тогда это электричество распространится отъ кружка по нити, и далѣе черезъ сургучъ достигнетъ руки, если только онъ есть проводникъ; бумажный кружокъ не содержалъ бы тогда электричества. Но если мы приблизимъ къ нему пробную пластинку, то онъ притянетъ ее и это докажетъ намъ, что кружокъ не потерялъ своего электричества. Слѣдовательно, сургучъ не проводникъ.

Опытъ б. Къ одному концу r ненатертой палочки

фиг. 167.

сургуча $l r$ прикаса-

 ются другимъ натер-

тымъ сургучомъ и по

удаленіи его испытываютъ пробной пластинкой, въ какомъ мѣстѣ наэлектризовалась палочка сургуча $l r$. Она обнаружитъ электричество только въ томъ мѣстѣ r , къ которому прикасались. Непроводникъ воспринимаетъ электричество только въ точкѣ прикосновенія; оно не распространяется на другія точки его поверхности.

Опытъ с. Подобное же значеніе непроводника находимъ при потерѣ имъ электричества. Натираютъ палочку сургуча и прикасаются къ ней пальцомъ въ какомъ-либо одномъ мѣстѣ. Всѣ другія точки палочки будутъ все-еще обнаруживать притягательную силу. Непроводникъ теряетъ свое электричество только въ мѣстѣ прикосновенія.

Итакъ, различіе въ значеніи проводника и непроводника заключается въ слѣдующемъ:

Проводникъ воспринимаетъ и теряетъ электричество на всѣхъ точкахъ своей поверхности; непровод-

никъ воспринимаетъ и теряетъ электричество только въ мѣстѣ прикосновенія.

Лучшіе непроводники.

161. Лучшіе непроводники. Мы доказали уже, что шелкъ и сургучъ суть непроводники. Разсмотримъ теперь электрическое значеніе стекла.

Опытъ. Берется стеклянная трубочка или ламповое стекло, хорошо высушенныя и вытертыя. Потомъ на одинъ конецъ трубочки наворачивается льняная нить съ висящимъ на ней бумажнымъ кружкомъ, и сообщаютъ ему электричество натертымъ сургучомъ и испытываютъ пробной пластинкой, подобно какъ въ опытѣ 160 а,

фиг. 168.



ушло ли электричество бумажнаго кружка черезъ стекло или нѣтъ. Пробная пластинка будетъ притянута и тѣмъ обнаружится, что стекло есть непроводникъ. Это мож-

но доказать еще проще, сообщая кружку электричество, и замѣчая, притягивается ли онъ послѣ того рукой; это произойдетъ всегда при довольно сильномъ электриествѣ, если стекло вовсе не проводитъ его, потому-что наэлектризованное и не наэлектризованное тѣла взаимно притягиваются. Подобнымъ же образомъ можно испытать значеніе сѣры и другихъ веществъ.

Лучшіе непроводники суть: *стекло, сѣра, смола, гутта-перча, сургучъ, шелкъ и сухой воздухъ.*

Еслибы окружающій насъ воздухъ былъ проводникомъ, то электричество натертаго тѣла тотчасъ уходило бы черезъ него и мы бы вовсе не могли замѣтить электрическихъ явленій.

Лучшіе проводники.

162. Лучшіе проводники.

Опытъ а. Подобнымъ же образомъ, какъ и въ предъ-

идушемъ опытѣ, испытываютъ электрическое значеніе вязальной спицы или другаго металлическаго тѣла и кусочка угля; они окажутся хорошими проводниками. Такимъ же образомъ легко удостовѣриться, что черезъ руку и вообще черезъ человѣческое тѣло электричество проходитъ безпрепятственно.

Опытъ b. Сообщаютъ электричество бумажному кружку, висящему на шелковой непроводящей нити; тогда онъ сохранить его и притянется послѣ того приближенной къ нему рукой. Далѣе, смачиваютъ нить водою, электричество будетъ тогда уходить черезъ нее, и это докажетъ, что вода есть хорошій проводникъ. Такимъ же образомъ почву земли можно считать проводникомъ, потому-что она вообще сыра и содержитъ много сплошныхъ пространствъ воды.

Опытъ c. Натертая стеклянная трубочка или палочка сургуча держится надъ сосудомъ съ нагрѣтой водою или надъ пламенемъ, или наконецъ дышать на нее по всей ея поверхности. Стекло или сургучъ послѣ этого не будутъ вовсе обнаруживать притяженія или только очень малое; слѣдовательно, они потеряли свое электричество. Отсюда заключаемъ, что къ нимъ прикасаясь проводникъ. Изъ кипящей воды или пламени подымается паръ и выдыхаемъ мы также водяные пары, которые проводятъ электричество. Этимъ объясняется неудача электрическихъ опытовъ при сырой погодѣ, когда большое количество содержащихся въ воздухѣ водяныхъ паровъ легко проводить электричество.

Итакъ лучшіе проводники суть: *металлы, уголь, тѣла животныхъ и человека, вода и водяные пары.*

Полупровод-
ники.

Нѣкоторыя тѣла, при обыкновенномъ сухомъ состояніи ихъ, не принадлежать ни малѣйшимъ образомъ къ числу непроводниковъ; но они не могутъ также быть причислены и къ хорошимъ проводникамъ. Это можно сказать о деревѣ и бумагѣ, которыя названы полупроводниками. Они проводятъ хорошо, когда заимствовали изъ воздуха достаточно влажности, и не такъ хорошо, когда очень сухи.

Изолированіе.

163. Изолированіе. Электричество, сообщенное проводнику, тотчасъ уходитъ изъ него, если только онъ находится въ прикосновеніи съ какимъ-либо другимъ проводникомъ. Если же требуется сохранить въ немъ электричество, то необходимо изолировать его, т. е. онъ долженъ прикасаться только къ непроводникамъ. Для этого проводникъ можно повесить на шелковой нити или шнурѣ, или положить въ стеклянномъ сосудѣ или утвердить на стеклянной подставкѣ.

Опытъ. Посредствомъ палочки сургуча электричество сообщается легкому шарiku или бумажному кружку, висящему на шелковой нити только въ одинъ дюймъ длиною. Кружокъ скоро потеряетъ свое электричество. Оно мало-по-малу уйдетъ черезъ короткую шелковую нить; употребленный въ этомъ случаѣ непроводникъ слишкомъ коротокъ и бумажный кружокъ дурно изолированъ. Поэтому, чтобы непроводникъ изолировалъ хорошо и препятствовалъ распространенію черезъ него электричества, онъ долженъ имѣть достаточную длину. Вотъ почему для обыкновенныхъ опытовъ берется шелковая нить, по-крайней-мѣрѣ въ пять дюймовъ длиною.

Важное открытіе различія между проводниками и непроводниками сдѣлано Англичаниномъ Стефаномъ Грэй, въ 1729 году. Онъ натиралъ стеклянную трубку, закрытую съ одной стороны пробочкой и замѣтилъ, что электричество ея сообщалось пробкѣ и она притягивала легкія тѣла. Потомъ онъ прикрѣпилъ къ пробкѣ длинную льняную нить съ шарикомъ, чтобы видѣть, сообщается ли электричество также и этому тѣлу. Нить была проведена горизонтально и поддерживалась шелковыми нитями, которыя прикрѣплены были къ потолку комнаты. Дѣйствительно, электричество распространялось до самаго шарика, такъ что онъ притягивалъ маленькое перо, что и должно было произойти, потому-что нить проводила электричество и была вмѣстѣ съ шаромъ изолирована. Но когда одна изъ висящихъ изолирующихъ нитей оборвалась, и Грэй замѣнилъ ее мѣдной проволокой, то шарикъ не обнаруживалъ болѣе никакого слѣда притягательной силы. Проволока проводила электричество такимъ же образомъ, какъ и льняной шнуръ, и оно уходило черезъ нее, тогда какъ шелковыя нити препятствовали этому.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТТАЛКИВАНІЕ.

164. Взаимное отталкиваніе наэлектризованныхъ тѣлъ. Отталкиваніе наэлектризованныхъ тѣлъ.

Опытъ а. Пробная пластинка, или шарикъ изъ легкой сердцевины, прикрѣпляется къ шелковой нити *S*, а другой конецъ ея держится въ рукѣ. Если приблизить къ шарiku натертую палочку сургуча, то онъ притянетъ

Фиг. 169.



ся и заимствуетъ отъ нея электричество во время прикосновенія, и, наэлектризовавшись, оттолкнется. При новомъ приближеніи сургуча, онъ будетъ отодвигаться еще далѣе. Это оттолкновение между обоими наэлектризованными тѣлами продолжается до-тѣхъ-поръ, пока шаръ не потеряетъ своей электрической силы черезъ проводящіе водяные пары воздуха, или отъ прикосновенія къ нему рукою.

Опытъ b. Въ-особенности ясно обнаруживается электрическое отталкиваніе при опытѣ съ бумагой. Полоска писчей бумаги, въ два пальца шириной и около семи дюймовъ длинной, разрѣзывается ножницами

Фиг. 170.



почти по всей ея длинѣ, или лучше, изъ нея по срединѣ вырѣзывается узкая полоска, какъ показано на чертежѣ. Полоска эта нагрѣвается надъ свѣчкой и затѣмъ натирается сожженной резинкой.

Тогда двѣ половинки бумажки будутъ наэлектризованы, они оттолкнутся другъ отъ друга.

Фиг. 171.



Опытъ c. Четверка писчей бумаги нагрѣвается у печки или на самоварѣ и натирается на столѣ резиной. Потомъ на средину ея кладется меньшій ненагрѣтый лоскутокъ бумаги. Если снять со стола четверку бумаги, держа ее горизонтально обоими руками, то электрическія свойства ея обнаруживаются, и элект-

ричество сообщится меньшей бумажкѣ. Последняя приподымется и отскакнетъ въ видѣ дуги.

155. Электрометръ.

Опытъ. Къ обоимъ концамъ льняной нити, отъ шести до восьми дюймовъ длиною, привѣшиваются по бузинному шарикѣ. Нитка должна быть по возможности тоньше, такъ чтобъ бузинный шарикъ на-
фиг. 172.

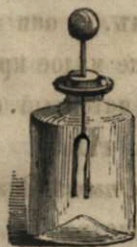
тягивалъ ее; въ серединѣ нитка перевязывается шелковинкой: такимъ-образомъ шарики уединяются; за шелковую нитку приборъ можно держать въ рукѣ. Посредствомъ этого простаго снаряда можно испытать, наэлектризовано ли данное тѣло, или нѣтъ.

Напр., если думаютъ, что палочка сургучу,

къ которой прикасались уже въ нѣсколькихъ мѣстахъ, содержитъ еще электричество, то чтобы разъяснить сомнѣніе, прикасаются къ ней обоими сердцевинными шариками; въ томъ случаѣ, когда сургучъ сохранилъ еще часть электричества, они сами наэлектризуются и отскочатъ одинъ отъ другого.

Электрометръ изъ пластинокъ листового золота. Но выше предложенный снарядъ не довольно чувствителенъ и слишкомъ ненадеженъ, потому-что малѣйшее движеніе воздуха колеблетъ шарики. Пластиныки листового золота несравненно чувстви-
фиг. 173.

Электро-
метръ.



оцѣнить его силу, выбирается чистая сухая аптечная стеклянка и къ ней подбирается пробка. Пробка пропиливается, какъ можно глубже круглымъ подпилкомъ. Потомъ берутъ кусокъ проволоки, округляютъ подпилкомъ концы ея, и верхній конецъ загибаютъ кольцомъ (или припаиваютъ къ нему маленькій металлическій шарикъ). Средняя часть проволоки нагрѣвается на спиртовой лампѣ, покрывается слоемъ сургучу и вгоняется въ отверстіе пробки. На другомъ концѣ проволоки приклеиваются яичнымъ бѣлкомъ, или вишневымъ клеемъ, одна подлѣ другой двѣ пластинки листового золота, которыя вырѣзываются совершенно такимъ же образомъ, какъ для приготовленія пробной пластинки (опытъ 158), затѣмъ пластинки высушиваются въ какомъ-либо сухомъ мѣстѣ. Передъ закупориваніемъ стеклянки пробкой съ проволокой и листочками золота, слѣдуетъ прикоснуться пальцемъ къ внутреннимъ стѣнкамъ шейки ея, потому-что они могли наэлектризоваться посредствомъ тренія, необходимо-происходящаго при каждомъ закупориваніи пробкой, и притяженіе ихъ могло бы затруднить движеніе пластинокъ листового золота черезъ шейку стеклянки. Если прикоснуться теперь весьма слабо натертой палочкой сургучу къ кольцу электрометра, то электричество распространяется по обѣимъ золотымъ листочкамъ, и они обнаруживаютъ своимъ отталкиваніемъ даже малое присутствіе электричества, тогда какъ слабо натертый сургучъ едва притягиваетъ самую легкія тѣла.

Опытъ. Зная свойство непроводниковъ и имѣя электрометръ, мы приобретаемъ достаточное средство, что-

бы испытать наэлектризовываются ли треніемъ также и хорошіе проводники, напр. металлы. Берется средней величины мѣдная монета, гладко стертая съ одной стороны. Этою стороною она трется о какую-либо шерстяную матерію, о рукавъ сюртука или о мѣхъ, въ послѣднемъ случаѣ по направленію волосковъ. Но при этомъ нельзя держать монету въ рукѣ, потому-что электричество тотчасъ уйдетъ изъ металлической монеты, какъ хорошаго проводника, въ руку, и потомъ черезъ человѣческое тѣло въ землю. Поэтому должно изолировать монету; для этого она нагрѣвается и крѣпко прижимается къ одному концу палочки сургуча, около двухъ дюймовъ длиною. Монета пристанетъ къ сургучу и когда онъ совершенно застынетъ, монету легко тереть о мѣхъ, не касаясь до нее рукою. Расхождение пластинокъ листового золота обнаружитъ, что и металлъ можетъ быть наэлектризованъ.

166. Явленія электрическаго притяженія и отталкиванія. Явленіе электрическаго притяженія и отталкиванія.

Опытъ а. Электрическая пляска. На столъ кладется съ полдюжины легкихъ сердцевинныхъ шариковъ, и горизонтально надъ ними держится четверка писчей бумаги, наэлектризованная теплотой и треніемъ. Шарыки сначала не содержатъ электричества, и потому притянутся бумагой. Прикоснувшись къ ней, они наэлектризуются, оттолкнутся отъ нея, упадутъ на столъ, потеряютъ при этомъ свое электричество, и снова притянутся. Вслѣдствіе этого поперебѣннаго притяженія и отталкиванія, шарыки пляшутъ вверхъ и внизъ.

Опытъ б. Электрическая буря. Въмѣсто шариковъ насыпается на столъ немного песку, и надъ нимъ дер-

жится натертый листъ бумаги. Необходимо выбрать для этого гладкую бумагу, чтобы песокъ не могъ пристать къ ея углубленіямъ и сверхъ-того должно держать ее ближе къ песку, чѣмъ къ болѣе легкимъ бузиннымъ шарикамъ. Песокъ быстро двигается вверхъ и внизъ, и, ударяясь о бумагу, производитъ шумъ, подобный тому, когда мелкій дождь падаетъ на зонтикъ.

ПРОТИВОПОЛОЖНЫЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА.

Существованіе двухъ разнородныхъ электричествъ.

167. Два разнородныя электричества и ихъ взаимное притяженіе.

Въ предыдущихъ опытахъ каждый разъ было употреблено только одно натертое тѣло; бумажный кружокъ получалъ свое электричество отъ палочки сургуча и при новомъ приближеніи отталкивался отъ нея. Но произойдутъ совершенно противоположныя явленія, если къ нему приблизить какое-либо другое натертое тѣло, напр. стеклянную трубочку.

Опытъ а. Въ пробку винной бутылки втыкается про-

Фиг. 174.



волока, которая идетъ сначала отвѣсно вверхъ и потомъ загибается въ сторону. Къ концу проволоки привѣшивается на изолирующей шелковой нити шарикъ или пробная пластинка, такъ чтобы онъ, вися вертикально, былъ удаленъ отъ бутылки на ширину руки. Потомъ берется палочка сургучу и стеклянный цилиндръ,

лучше всего длинное ламповое стекло, тщательно вытираются и натираются шерстяной матеріей сильнѣе и дольше, чѣмъ до-сихъ-поръ натирали сургучъ; тогда шарикъ сначала притянется приближеннымъ къ нему цилиндромъ, и потомъ оттолкнется отъ него, какъ и слѣдовало ожидать. При этомъ шарикъ не прикасается ни къ какому другому тѣлу и поэтомъ сохраняетъ электричество, сообщенное ему стекломъ. Если за тѣмъ приблизить къ нему натертую палочку сургуча, то шарикъ не только не оттолкнется, но даже будетъ притянутъ электричествомъ сургуча.

Опытъ в. Берутся два шарика, или двѣ пробки, одинъ изъ нихъ уединяется шелковой нитью, и за тѣмъ ему сообщается стеклянное электричество, а другому, который держать въ рукѣ, электричество сургуча. Оба шарика взаимно притянутся.

Изъ этихъ опытовъ, въ первый разъ производимыхъ Дю Фе, слѣдуетъ, что есть два рода электричества. Одно изъ нихъ названо *стекляннымъ или положительнымъ электричествомъ*, другое *смолянымъ или отрицательнымъ электричествомъ*. Для краткости положительное электричество означается $+$ *E*, а отрицательное — *E*.

Въ опытѣ *а*, шарикъ наэлектризованный стекломъ, отталкивался однороднымъ ему электричествомъ стекляннаго цилиндра, и, напротивъ того, притягивался смолянымъ электричествомъ палочки сургуча. Такимъ-образомъ, изъ опытовъ Дю Фе выводится слѣдующій

Законъ: *однородныя электричества отталкиваются; разнородныя же взаимно притягиваются.*

Законъ электрическаго притяженія и отталкиванія.

Испытаніе
электричества
какого-либо
даннаго тѣла.

168. Испытаніе электричества какого-либо даннаго тѣла. Законъ притяженія и отталкиванія обоихъ электричествъ даетъ намъ средство испытать, какое изъ двухъ электричествъ возбуждено въ данномъ тѣлѣ.

Опытъ. Чтобъ опредѣлить электричество натертой бумаги, изолируется, какъ и въ предыдущихъ опытахъ, пробная пластинка или шарикъ, и ему сообщается отрицательное электричество палочкой сургуча. Затѣмъ приближается натертая резинкой палочка бумаги, тогда шарикъ притянется ею. Неоднородныя электричества взаимно притягиваются; поэтому вѣроятно бумага наэлектризована положительно. Но такъ какъ слишкомъ сильно наэлектризованное тѣло можетъ притянуть слабо наэлектризованное, какъ-будто бы послѣднее не содержало вовсе никакого электричества, то должно стараться произвести отталкиваніе при возможно-одинаковыхъ обстоятельствахъ. Прикосновеніемъ руки, у шарика тонимается его прежнее электричество и онъ наэлектризовывается положительно прикосновеніемъ натертаго лампового стекла; тогда, дѣйствительно, произойдетъ отталкиваніе между шарикомъ и натертой бумагой и это подтвердитъ намъ, что натертая резинкой бумага содержитъ положительное электричество.

Одновремен-
ное возбужде-
ніе электр-
чества.

169. Одновременное возбужденіе обѣихъ электричествъ.

Опытъ а. Нагрѣтая четверка бумаги натирается жженой резинкой; послѣдняя держится такимъ-образомъ, чтобы палецъ былъ по возможности удаленъ отъ того мѣста, которое прикасается къ бумагѣ. Если это мѣсто резинки приблизить къ изолированной пробной пластинкѣ, то она притянется, и тѣмъ обнаружится, что при треніи двухъ тѣлъ одного объ другое оба они,

Фиг. 175.



бумага и резинка, — наэлектризовываются. Натертая палочка сургуча отталкивает пробную пластинку, наэлектризованную резинкой; слѣдовательно, резинка наэлектризована отрицательно въ мѣстѣ тренія, тогда какъ натертая ею бумага обнаруживаетъ положительное электричество.

Опытъ В. Одинъ конецъ палочки сургуча обертывается лоскуткомъ шерстяной матеріи въ два пальца шириной, а противоположный конецъ палочки берется въ руку: такимъ-образомъ матерія будетъ изолирована. Потомъ ею натирается другая палочка сургуча, послѣ чего шерстяная матерія притягиваетъ пробную пластинку, и сообщаетъ ей положительное электричество, потому-что изолированная пластинка золота отталкивается послѣ того натертымъ стекляннымъ цилиндромъ. Здѣсь снова наэлектризовались оба тѣла, третья одно объ другое; въ сургучѣ возбудилось отрицательное электричество, въ матеріи — положительное.

Законъ: оба взаимно трущіяся тѣла наэлектризовываются, одно положительно, другое отрицательно.

170. При соединеніи обѣихъ электричествъ, ихъ дѣйствіе прекращается. Вышеописанный электрометръ съ пластинками листового золота легко можно устроить; онъ наиболѣе способенъ для испытанія, какое электричество содержитъ данное тѣло. Предположимъ, что обѣимъ пластинкамъ сообщено положительное электриче-

Прекращеніе дѣйствія обѣихъ электричествъ при соединеніи ихъ.

ство и вслѣдствіе того они отталкиваются. Очевидно, что они удалятся одна отъ другой еще болѣе, если имъ сообщить новое количество положительнаго электричества, ибо чѣмъ значительнѣе сила, тѣмъ сильнѣе ея дѣйствіе.

Опытъ а. Положительное электричество сообщается пластинкамъ электрометра, посредствомъ слабо натертаго ламповаго стекла; они удаляются одна отъ другой. Затѣмъ, еще разъ касаются электрометра концомъ стекла; онъ получаетъ новое количество положительнаго электричества, которое производитъ болѣе сильное отталкиваніе.

Опытъ б. Наоборотъ, электрометру сообщается сначала положительное электричество слабо натертымъ

фиг. 176.



стекломъ, а потомъ къ проволокамъ его прикасаются слабо натертой палочкой сургуча, наэлектризованной отрицательно. Пластинки сближаются между собой, и совершенно совпадутъ, если отрицательное электричество большого числа точек палочки сургуча достигнетъ пластинокъ листоваго золота.

Сначала электрометръ имѣлъ положительное электричество, и обнаруживалъ его расхожденіемъ пластинокъ; но потомъ ему сообщено столько же отрицательнаго электричества. Последнее уничтожило дѣйствіе положительнаго электричества, и пластинки вслѣдствіе этого перестали быть наэлектризованными; но могло бы случиться, что имъ сообщали слишкомъ много отрицательнаго электричества,

и тогда за совпаденіемъ послѣдовало бы новое расхожденіе пластинокъ.

Законъ. При соединеніи обѣихъ электричествъ, дѣйствіе ихъ взаимно уничтожается.

Опытъ с. Положимъ, что пластинкамъ электрометра сообщено положительное электричество. Если затѣмъ приближать къ нему мало-по-малу положительно наэлектризованный стеклянный цилиндръ, ни мало не касаясь имъ до кольца электрометра, то расхожденіе пластинокъ будетъ постепенно возрастать; напротивъ, при приближеніи палочки сургуча даже на разстояніи нѣсколькихъ дюймовъ, оно будетъ уменьшаться. Такимъ образомъ, если электричество испытываемаго тѣла однородно съ тѣмъ, которое уже прежде сообщено было электрометру, то отталкиваніе пластинокъ возрастетъ; если же оно не однородно съ нимъ, то уменьшится.

При этомъ опытѣ, мы замѣчаемъ странное обстоятельство: электричество приближаемаго тѣла уменьшаетъ или увеличиваетъ существовавшее уже электричество до непосредственнаго соединенія съ нимъ; еще издали оно дѣйствуетъ не посредствомъ сообщенія, но совершенно новымъ для насъ образомъ, черезъ вліяніе, причемъ, какъ увидимъ ниже, раздѣляются естественныя электричества тѣла, дотолѣ связанныя.

РАЗДѢЛЕНІЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЪ.

171. Возбужденіе электричества вблизи наэлектризованнаго тѣла.

Возбужденіе электричества черезъ проведеніе.

Опытъ. Натертая палочка сургуча медленно приближается сверху къ электрометру. Еще въ то время,

когда она находится на значительномъ разстояніи, пластинки удаляются одна отъ другой. Этого не могло бы случиться, еслибы въ нихъ не существовало электричества, которое гонитъ ихъ въ разныя стороны. Но какъ прежде оно не обнаруживалось, то, очевидно оно должно быть *возбуждено близостью наэлектризованнаго тѣла*. Однакожъ, при этомъ электричество не было сообщено палочкой сургуча листовому золоту; стоитъ только снова удалить сургучъ, и пластинки снова совпадутъ; сверхъ-того, между сургучомъ и электрометромъ находится непроводникъ, воздухъ.

Но если пластинки не получаютъ никакого электричества извнѣ, а между тѣмъ обнаруживаютъ электрическія явленія, то электричество должно существовать естественно въ листовомъ золотѣ, равно какъ и во всѣхъ проводникахъ, потому-что всѣ они представляютъ совершенно подобныя явленія. То же самое относится и ко всѣмъ тѣламъ, потому-что всѣ тѣла мы можемъ наэлектризовать треніемъ; когда мы натираемъ тѣло, то мы не сообщаемъ ему ничего новаго; мы можемъ развѣ только пробудить въ немъ то, что находилось въ состояніи усыпленія или, какъ мы увидимъ ниже, сдѣлать свободной ту силу, которая была скована. Электричество существуетъ отъ природы во всѣхъ земныхъ тѣлахъ и его можно сравнить съ плѣнникомъ, который получаетъ свободу только по снятіи съ него оковъ.

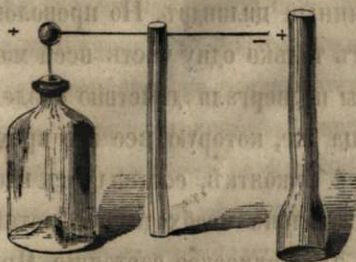
Оба электричества
каждаго тѣла.

172. При раздѣленіи, оба электричества каждого тѣла становятся открытыми.

Опытъ а. Берется проволока съ округленными концами, длиною въ 6—8 дюймовъ (всего удобнѣе для этого

не слишкомъ тонкая вязальная спица) и средняя часть ея нагрѣвается надъ свѣчкой или лампой; затѣмъ она при-

фиг. 177.



крѣпляется нагрѣтой частью къ кончику палочки сургуча. Такимъ-образомъ спица будетъ снабжена рукояткой, которая изолируетъ ее: это необходимо для того, что-

бы ни малѣйшая часть электричества, которое по сдѣланному нами заключенію существуетъ отъ природы въ металлѣ, не могла уйти изъ него, но чтобы все оно, вполне сдѣлалось открытымъ. Если приложить теперь спицу къ проводокъ электрометра, то обѣ они образуютъ одинъ изолированный проводникъ, они дѣйствуютъ какъ одна масса металла, на которую и должна дѣйствовать раздѣляющая сила наэлектризованнаго тѣла; пластинка листового золота служить намъ въ одно и то же время, какъ для обнаруженія, такъ и для испытанія электричества. Изолированная спица держится лѣвой рукой въ прикосновеніи съ электрометромъ, правою приближается натертый стеклянный цилиндръ къ противоположному концу спицы. Пластинки тотчасъ расходятся, хотя электричество цилиндра не могло быть сообщено ни имъ, ни спицѣ. Такимъ-образомъ, во всей массѣ металла не могло обнаружиться никакого другого электричества кромѣ того, которое заключается въ немъ отъ природы. Послѣ того, изолированная спица удаляется, а потомъ и цилиндръ, и тогда замѣчаютъ, что электрометръ сохраняетъ все-таки свое элек-

тричество. Для испытанія подъ электрометромъ держится стеклянный цилиндръ; расхожденіе пластинокъ увеличивается; итакъ, электрометръ имѣлъ положительное электричество, какъ и стеклянный цилиндръ. Но проволока электрометра составляетъ только одну часть всей массы металла, которую мы подвергали дѣйствию наэлектризованнаго тѣла; спица же, которую все это время держали на изолирующей рукояткѣ, составляетъ вторую ея часть, и слѣдовательно необходимо обратить вниманіе также и на ея электрическое состояніе. Прикосновеніемъ руки къ электрометру отнимается все его электричество, и затѣмъ приводится въ соприкосновеніе съ нимъ вязальная спица. Пластинки воспринимаютъ ея электричество, и обнаруживаютъ его своимъ расхожденіемъ. Если теперь приблизимъ стеклянный цилиндръ къ электрометру, то отталкиваніе ослабѣетъ. Поэтому спица, отъ которой электрометръ получилъ свое электричество, была наэлектризована не однороднымъ со стекломъ, а отрицательнымъ электричествомъ. Такимъ образомъ, подъ вліяніемъ стеклянного цилиндра, въ массѣ металла появляются оба электричества; вблизи цилиндра возбуждается отрицательное, которое привлекается притяженіемъ противоположнаго ему электричества; положительное же, оттолкнутое электричествомъ цилиндра, собирается на противоположномъ концѣ спицы.

Опытъ в. Повторяется предъидущій опытъ съ тѣмъ только различіемъ, что вмѣсто стеклянного цилиндра употребляется наэлектризованная палочка сургуча. Спица, которая при предъидущемъ опытѣ была наэлектризована отрицательно, имѣетъ теперь положительное электричество. Электрометръ же, который прежде об-

наруживалъ положительное электричество, содержитъ теперь отрицательное.

Въ непроводникахъ, вблизи сильно наэлектризованнаго тѣла, раздѣляются ихъ природныя электричества. Такимъ однакожь образомъ, что мѣста, наэлектризованныя положительно и отрицательно, попеременно слѣдуютъ одно за другимъ нѣсколько разъ. Отсюда выводится *во-первыхъ* слѣдующій законъ относительно существованія естественнаго электричества.

Законъ: въ каждомъ тѣлѣ существуютъ отъ природы оба рода электричества. Естественныя электричества.

Во вторыхъ, оба электричества раздѣляются въ не-наэлектризованномъ металлѣ при приближеніи наэлектризованнаго тѣла, и являются на различныхъ мѣстахъ. Именно, по закону электрическаго притяженія противоположное электричество притягивается и располагается вблизи наэлектризованнаго тѣла; однородное же напротивъ отталкивается. Отсюда имѣемъ

законъ раздѣленія: каждое наэлектризованное тѣло притягиваетъ къ себѣ противоположное электричество близлежащаго предмета. Законъ раздѣленія.

173. Связанное и свободное электричество.

Опытъ. Надъ электрометромъ держится натертая палочка сургуча; подъ ея вліяніемъ происходитъ раздѣленіе естественныхъ электричествъ въ проволоку и пластинкахъ золота. Отрицательное электричествобу-

фиг. 178.



Связанное электричество.

дѣтъ оттолкнуто, распространится на пластинки, и разгонитъ ихъ въ разныя стороны. Потомъ, не удаляя сургучъ, прикасаются къ кольцу электрометра пальцомъ или проволокой, которую держать въ рукѣ. Пластинки тотчасъ совпадаютъ; это значить, что отрицательное электричество, оттолкнутое сургучомъ и стремящееся удалиться по какому бы то ни было пути, уходитъ черезъ проволоку и руку. Послѣ того удаляется сначала проволока, а потомъ палочка сургуча; пластинки снова расходятся, но уже содержать теперь положительное электричество, потому-что при новомъ приближеніи сургуча отталкиваніе ихъ уменьшается; хотя прежде положительному электричеству и предстоялъ путь черезъ проводникъ, но оно не могло уйти черезъ него; оно не могло даже распространиться до пластинокъ и разогнать ихъ одну отъ другой, потому-что сургучъ насильно притягивалъ его. Притягательная сила отрицательнаго электричества сковывала, связывала его, и потому оно было не въ состояніи оставить свое мѣсто. Но послѣ того, какъ палочка сургуча была удалена, связи его уничтожились; оно разгоняетъ пластинки одну отъ другой, и тотчасъ уходитъ, если мы теперь прикоснемся рукою къ электрометру; оно стало свободнымъ.

Свободное
электричество.

Натертая палочка сургуча или стеклянная трубка содержитъ свободное электричество. Напротивъ, въ каждомъ не наэлектризованномъ тѣлѣ естественныя электричества находятся въ связанномъ состояніи; они крѣпко удерживаются взаимной притягательной силой, и ни одно изъ нихъ не можетъ обнаружить своего дѣйствія. Если часть одного изъ нихъ будетъ удалена

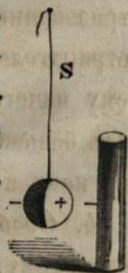
болѣе сильнымъ притяженіемъ или отталкиваніемъ, то часть противоположнаго электричества тотчасъ сдѣлается свободною, и этотъ излишекъ обнаружить электрическія явленія.

174. Притяженіе между наэлектризованными и ненаэлектризованными тѣлами, какъ слѣдствіе раздѣленія.

Электрическое притяженіе только между противоположными электричествами.

Опытъ. Шарикъ или бумажный кружокъ приближается сначала на шелковой, а потомъ на льняной нити къ натертой палочкѣ сургуча; оба раза замѣчается, съ какого разстоянія шарикъ начинаетъ притягиваться палочкою. Шарикъ на льняной нити притянется съ гораздо большаго разстоянія. Въ немъ происходитъ раздѣленіе; отрицательное электричество отталкивается и уходитъ черезъ льняную нить; въ шарикѣ остается только положительное электричество, и потому онъ сильно притянется отрицательнымъ электричествомъ сургуча. Въ шарикѣ на шелковой нити равнымъ образомъ произойдетъ разложеніе электричествъ; но оттолкнутое электричество не можетъ уйти, оста-

фиг. 179.



Каждое ненаэлектризованное тѣло электризуется черезъ раздѣленіе вблизи наэлектризованнаго тѣла. Поэтому, въ дѣйствительности не существуетъ вовсе притяженія между наэлектризованнымъ и ненаэлектризованнымъ тѣлами, но оно есть ни что иное, какъ при-

тяженіе между двумя противоположными электричествами. Если удобоподвижное наэлектризованное тѣло видимымъ образомъ притягивается ненаэлектризованнымъ, то это значить, что его раздѣляющее дѣйствіе возбудило въ послѣднемъ противоположное электричество, которымъ оно и притягивается.

Сообщеніе электричества есть раздѣленіе его.

175. Раздѣленіе предшествуетъ сообщенію электричества.

а. Сообщеніе электричества при непосредственномъ прикосновеніи. Если мы прикоснемся натертой палочкой сургуча къ шарiku, висящему на шелковой нити, то онъ наэлектризуется отрицательно; можно подумать, что электричество сообщено ему сургучомъ. Но прежде прикосновенія, при приближеніи сургуча, естественное электричество шарика разлагается: отрицательное отталкивается, а положительное притягивается. При прикосновеніи, положительное электричество шарика соединяется съ отрицательнымъ сургуча; мѣсто, гдѣ прикасаются два тѣла, становится ненаэлектризованнымъ, а шарикъ содержитъ свое собственное отрицательное электричество, сдѣлавшееся свободнымъ; ему ничего не сообщено, но даже отнято нѣсколько изъ большой массы электричества, которая оставалась въ немъ недѣлятельной.

б. Сообщеніе посредствомъ искры. Приближая къ натертому листу бумаги суставъ пальца или выпуклую металлическую пуговицу, мы получимъ искру. Положительное электричество бумаги было достаточно сильно для того, чтобы извлечь изъ пальца нѣкоторое количество отрицательнаго электричества и соединиться съ нимъ; при этомъ оба они, идя на встрѣчу одно другому, прорва-

ли лежащій между ними слой воздуха. *Электрическая искра является при соединеніи противоположныхъ электричествъ, какъ скоро они перескакиваютъ или прорываютъ лежащее между ними пространство.*

176. Приготовление электрофора. Помощію натертой стеклянной трубочки, или палочки сургуча, мы можемъ возбудить электричество только въ малой степени; для слѣдующихъ опытовъ необходимо болѣе сильное дѣйствіе, которое и можетъ быть произведено весьма простымъ снарядомъ, извѣстнымъ подъ именемъ электрофора. Каждый электрофоръ состоитъ изъ двухъ частей: электрофорной массы, которая натирается, и крышки, которая прикладывается къ ней и вслѣдствіе раздѣленія становится наэлектризованной.

а. *Гутта-перчевой электрофоръ.* Для приготовления электрофора, обыкновенно употребляется гутта-перча или вулканизированный каучукъ. Для этого изъ каучука выдѣлывается круглая пластинка, отъ 8 до 10 дюймовъ въ поперечникѣ. Гутта-перча, употребляемая (высушенный сокъ остъ-индскихъ деревъ) для электрическихъ опытовъ, должна быть очень чиста и суха. Вулканизированный каучукъ—обыкновенный каучукъ съ примѣсью сѣры; для этого каучукъ обмакивается на нѣкоторое время въ сосудъ съ растопленною сѣрою, и потомъ сильно нагрѣвается; проникнутый сѣрой, онъ пріобрѣтаетъ значительную упругость, тогда какъ обыкновенный каучукъ на холодѣ становится твердымъ и негибкимъ. Для испытанія доброты такой пластинки, она кладется на столъ и трется сухой рукой; если она приготовлена хороша, то въ то время когда пластинка отнимается отъ стола, въ ясный солнечный день или

Гутта-перчевый электрофоръ.

въ теплой комнатѣ, слышится довольно значительный трескъ; кромѣ-того, при приближеніи пальца, появляются значительныя искры. Пластишка наэлектризовывается еще сильнѣе, если по ней ударять шерстяной матеріей или мѣхомъ. При употребленіи гутта-перчевой пластишки, ее можно класть прямо на столъ или прибить гвоздями къ гладкой доскѣ.

Вторую часть электрофора составляетъ покрывка. Для приготовленія ея заказывается столяру круглая досечка, въ одинъ дюймъ толщиною; поперечникъ ея

фиг. 180.



долженъ быть на одинъ или на два дюйма менѣ поперечника каучуковой пластишки, и смотря по величинѣ ея можетъ простираться отъ 6 до 9 дюймовъ. Края ея закругляются такъ, чтобы не было ни одного острого ребра. Досечка эта обклеивается со всѣхъ сторонъ тонкимъ листомъ олова. Дѣйствіе будетъ слабѣе, если

вмѣсто дерева взять картонный кругъ и за недостаткомъ олова обклеить его золотой или серебряной бумагой. Покрывка образуетъ проводникъ, который долженъ оставаться изолированнымъ при поднятіи; для этого къ ней прикрѣпляются металлическими винтиками въ равномъ разстояніи отъ краевъ, три шелковые шнурка, нѣсколько болѣе фута длиною, всѣ концы связываются вверху вмѣстѣ, чтобы удобнѣе можно было держать ихъ одной рукой. Всѣ шелковые шнуры, находимые въ продажѣ, проводятъ электричество, потому-что внутри ихъ всегда находится бу-

мага, поэтому должно заказать бахромщику два аршина шнурка изъ чистаго шелку. Важно также, чтобы нижняя поверхность покрышки была совершенно ровна и гладка; дерево же обыкновенно со временемъ коробится. Чтобы избѣжать этого неудобства, можно приготовить покрышку еще слѣдующимъ образомъ. Толстая проволока или еще лучше трубочка, сгибается въ кольцо такой величины, какой нужна покрышка; кольцо это просверливается въ трехъ мѣстахъ, равно удаленныхъ одно отъ другаго, и въ эти отверстія продеваются шнурки изъ чистаго шелку. Потомъ изъ выбоики вырѣзывается кругъ, поперечникъ котораго долженъ быть двумя дюймами болѣе поперечника кольца, и обклеиваютъ свинцомъ сначала всю нижнюю сторону его, употребляя для этого очень густой клейстеръ; когда онъ высохнетъ, то обклеиваютъ и верхнюю сторону, оставляя непокрытыми края на одинъ дюймъ шириною, потомъ кладутъ на него металлическое кольцо, и приклеиваютъ къ нему снаружи разрѣзанный въ нѣсколькихъ мѣстахъ край матеріи.

б. Смоляной электрофоръ. Электрофоръ, въ первоначальномъ своемъ видѣ, какъ онъ былъ предложенъ въ 1775 году итальянскимъ естествоиспытателемъ Вольта, имѣлъ покрышку совершенно подобную выше нами описанной, но самая масса электрофора была составлена изъ смѣси нѣсколькихъ смолъ. Для устройства его нуженъ жестяной кругъ, имѣющій десять дюймовъ въ поперечникѣ, съ загнутыми кверху краями, вышиною въ палецъ; онъ обкладывается внутри оловомъ, которое приклеивается только въ нѣсколькихъ мѣстахъ; потомъ берется смѣсь изъ 5-ти частей камеди,

Смоляной
электрофоръ.

1 части венеціанскаго терпентина и 1 части воска, или изъ 4 частей канифоли и 1 части камеди, растапливается въ новомъ глиняномъ горшкѣ на слабомъ огнѣ; сначала растапливаются легкоплавкія вещества, терпентинъ и воскъ, а при другой смѣси такимъ же образомъ топятъ сначала канифоль, и потомъ мало-по-малу прибавляютъ камедь, безпрестанно мѣшая составъ. Жестяная форма нѣсколько нагрѣвается, потомъ кладется горизонтально, и наливается совершенно полно растопленной смѣсью. У краевъ обыкновенно образуются пузырьки, которые срѣзываются острымъ ножомъ. Приготовленный такимъ образомъ смоляной кругъ, при употребленіи натирается лисьимъ хвостомъ или кошачьей шкурой.

с. Слѣдующіе опыты первоначально были произведены съ гутта-перчевымъ электрофоромъ; но съ-тѣхъ-поръ, какъ составъ этотъ готовится съ меньшимъ тщаніемъ, гутта-перчевые электрофоры уступили мѣсто смолянымъ.

Лучше если кошачья шкурка будетъ черная; гладкая сторона ея должна быть до-суха выгорта отрубями. Электрическая сила ея увеличится, если ее повѣсить на нѣсколько часовъ у теплой печи. Тогда дѣйствіе ея становится столь значительнымъ, что можно даже обойтись и безъ смолянаго круга, и нагрѣтую шкуру кошки употреблять вмѣсто электрофорной массы. При этомъ предполагается, что покрывка сдѣлана изъ дерева, согласно описанію, данному въ а; если шкурка не слишкомъ мала, то данные тамъ размѣры покрывки вполне соотвѣтствуютъ цѣли. Нагрѣтая шкурка растягивается на столъ и натирается металломъ. Затѣмъ

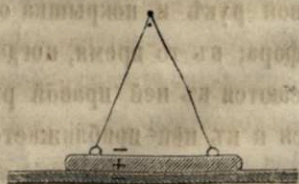
на нее кладется электрофорная покрывка, и двигается рукою по направленію волосковъ, черезъ всю шкуру, при слабомъ давленіи; далѣе, шкурка поднимается на шелковыхъ шнурахъ и рукою изъ нее извлекается искра. При повтореніи опыта покрывка снова кладется на шкуру, подвигается положенной на нее рукою приблизительно на одинъ дюймъ и поднимается за шнуры. Надобно замѣтить, что шкура кошки электризуется положительно. Если же ея дѣйствіе будетъ слишкомъ незначительно, то это не важно, потому что можно приготовить кромѣ того смоляной кругъ, § 177 *a. b.* При произведеніи опытовъ, разумѣется, не зачѣмъ двигать каждый разъ по покрывкѣ кошачьей шкуры, потому что натертая два раза, она вполне замѣняетъ электрофорную массу.

177. Опыты съ электрофоромъ.

Опыты съ
электрофо-
ромъ.

Опытъ а. Гутта-перчевый кругъ наэлектризовывается ударами шерстяной матеріи. Покрывка, удерживаемая въ горизонтальномъ положеніи на высотѣ 5-ти или 6-ти дюймовъ, опускается на гутта-перчу, но такъ, чтобы она не касалась ея и затѣмъ снова поднимается и оставляется въ изолированномъ состояніи. При этомъ она не обнаруживаетъ электричества, не будетъ давать искры и не будетъ притягивать легкія тѣла, если только она гладка и хорошо сдѣлана. Дѣйствіе электрофора основывается на законѣ раздѣленія. Отрицательно наэлектризованная гутта-перча должна въ лежащей на ней покрывкѣ, отъ которой она

фиг. 181.



отдѣлена тонкимъ слоемъ воздуха, раздѣлить естественныя и до тѣхъ поръ связанныя электричества: положительное притянуть къ нижней ея поверхности, а отрицательное оттолкнуть къ верхней сторонѣ. Оба электричества остаются въ покрывкѣ; а потому если поднять ее, то раздѣленіе ихъ прекращается, и они снова будутъ связаны.

Опытъ в. На поверхность гутта-перчи кладется покрывка, и къ ней приближается шарикъ на шелковой нити. Онъ притянется ею, и, прикоснувшись, займется у нея электричество. Если потомъ приблизить къ шарiku натертую палочку сургуча, то онъ оттолкнется отъ нея, и обнаружитъ тѣмъ свое отрицательное электричество. Слѣдовательно, лежащая на электрофорѣ покрывка содержитъ отрицательное электричество. Отрицательное электричество ея отталкивается гутта-перчей, и ничѣмъ не удерживаемое, устремляется черезъ каждый проводникъ, который только коснется покрывки.

Обыкновенное
употребленіе
электрофора.

Опытъ с. Чтобы отнять у покрывки все свободное отрицательное электричество, стоитъ только прикоснуться къ ней рукою, и затѣмъ поднять на изолирующихъ шнуркахъ. Если приблизить теперь палецъ, то получится искра на разстояніи, по-крайней-мѣрѣ, одного дюйма.

Снова повторяется опытъ. Шнурки держатся въ лѣвой рукѣ и покрывка опускается на кругъ электрофора; въ то время, когда она лежитъ на немъ, прикасаются къ ней правой рукою; затѣмъ она поднимается и къ ней приближается шарикъ на шелковой нити, которому и сообщается электричество. Натертый стек-

лянный цилиндръ будетъ отталкивать этотъ шарикъ: знакъ, что онъ наэлектризованъ положительно. Слѣдовательно, поднятая послѣ прикосновенія покрывка электрофора содержитъ довольно сильное положительное электричество. Дѣйствительно, при прикосновеніи рукою къ покрывкѣ, когда она еще лежитъ на электрофорѣ, отрицательное электричество уходитъ изъ нея; положительное же не можетъ быть отнято у ней, потому-что оно притянуто и связано отрицательнымъ электричествомъ гутта-перчи. Но оно освобождается отъ этихъ оковъ тотчасъ при поднятіи покрывки, и при удаленіи ея на такое разстояніе, на которомъ прекращается вліяніе наэлектризованной смолы.

Сверхъ-того, при употребленіи электрофора имѣютъ мѣсто слѣдующія преимущества. Кладя покрывку на электрофоръ, мы разрываемъ узлы, которыми природа сковала оба ея электричества и производимъ ихъ раздѣленіе; прикосновеніемъ руки одно изъ электричествъ удаляется — именно отрицательное, при подниманіи же покрывки уничтожается вліяніе электричества гутта-перчи и получается свободное положительное электричество. Положительное электричество покрывки должно быть связано, чтобы оно немогло уйти, но вмѣсто естественныхъ мы возложили на него искусственные узлы, отъ которыхъ сами же можемъ освободить его. Какъ при этомъ опытѣ электричество гутта-перчи сохраняется вполнѣ, то мы можемъ повторять его нѣсколько разъ, не прибѣгая къ необходимости снова электризовать ее. Еще долѣе остается въ наэлектризованномъ состояніи смола и часто случается, что изъ нее

искра получается даже по истеченіи мѣсяца. Отсюда произошло и названіе электрофора.

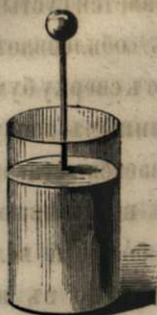
Сверхъ того припомнимъ, что электрофоромъ можно пользоваться также для опытовъ надъ электрическимъ притяженіемъ и отталкиваніемъ. Шарикъ на льняной нити (§ 153) притягивается на значительномъ разстояніи покрывкою, изолированной шелковыми шнурками; шарикъ на шелковой нити (§ 164) обнаруживаетъ въ послѣдствіи отталкиваніе. Если сердцевинный шарикъ или кусочекъ листового золота положить на покрывку электрофора прежде поднятія ея, то эти легкія тѣла отпрыгнутъ. Въ пробку втыкается короткая вязальная спица, и къ ней вверху прикрѣпляются двѣ узкія полоски тонкой бумаги; если снарядъ этотъ поставить на средину лежащей покрывки, то онъ обнаружитъ отталкиваніе при поднятіи ея. Въ особенности же хорошо удается электрическая пляска (§ 166), если держать надъ шариками наэлектризованную покрывку подобнымъ же образомъ, какъ прежде держали бумагу.

Приготовленіе
Клейстовой
или Лейден-
ской банки.

178. Приготовленіе Клейстовой или Лейденской банки. На раздѣленіи и взаимномъ связываніи электричествъ основывается особый снарядъ, Лейденская банка, служащая для усиленія электрическаго дѣйствія. Для приготовленія ея берется стеклянный стаканъ, по-крайней-мѣрѣ въ 5 дюймовъ вышиною. При выборѣ его обращается вниманіе на то, чтобы стекло было очень тонко, не имѣло ни одной трещины и пузырьковъ. Стекло нужно обложить листомъ олова, или въ случаѣ нужды серебряной бумагой, такъ, чтобы сверху, внутри и снаружи, оставался открытымъ край его

въ одинъ дюймъ; при бѣльшемъ же стаканѣ—въ два дюйма шириною. Олово равномерно покрывается густымъ клейстеромъ и затѣмъ этимъ листомъ обклеивается стаканъ; чтобы пригладить его, покрываютъ сверху бумагой, и потомъ трутъ или нажимаютъ сложеннымъ лоскуткомъ мягкой матеріи. Сначала обклеивается стаканъ съ внутренней стороны; для этого вырѣзываютъ изъ листа олова кружокъ нѣсколько бѣльшей величины, чѣмъ дно стакана, надрѣзываютъ его въ нѣсколькихъ мѣстахъ по всей окружности, и загибаютъ края вверхъ. Далѣе обкладываютъ боковыя стѣнки полосками олова, которыя направляются вверхъ; они должны быть на одинъ дюймъ короче, нежели высота стакана, для того, чтобы верхній край его оставался открытымъ; полоски берутся отъ одного до двухъ дюймовъ шириною, и каждая слѣдующая полоска наклеивается такимъ-образомъ, чтобы край ея нѣсколько закрывалъ край предъидущей полоски. Обклеенный съ внутренней стороны, стаканъ ставится на два дня въ умѣренно-теплое мѣсто. При этомъ отъ закисанія клейстера образуется нѣсколько пузырьковъ между стекломъ и металломъ; всѣ они должны быть тщательно уничтожены; это достигается разглаживаніемъ олова согнутымъ указательнымъ пальцемъ по направленію сверху внизъ. Когда внутренняя обкладка высохнетъ и ляжетъ гладко, стаканъ обклеивается снаружи подобнымъ же образомъ и до такой же высоты. Потомъ, внутри стакана, въ томъ именно мѣстѣ, гдѣ оканчиваются обкладки, укрѣпляется картонный кружокъ, который долженъ плотно прикасаться къ внутреннимъ стѣнкамъ. Кружокъ этотъ

Фиг. 182.



предварительно прокалывается въ срединѣ, и въ отверстіе вставляется проволока, которая плотно сидитъ въ немъ, а нижнимъ концомъ своимъ упирается въ дно стакана. Внизу можно привязать къ проволоку еще нѣсколько кусочковъ листового олова, или серебряной бумаги, чтобы она большимъ числомъ точекъ прикасалась къ внутренней обкладкѣ. Верхній конецъ проволоки выставляется изъ банки на ширину руки и снабженъ головкою, шарикомъ, отъ половины до одного дюйма въ поперечникѣ, который можно заказать у мѣдника или вылить изъ олова въ формѣ для ружейныхъ пуль.

Малыя электрическія банки.

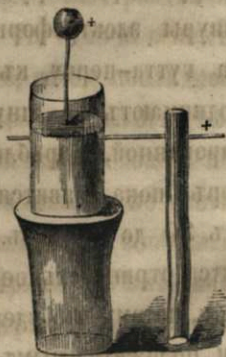
При слѣдующихъ электрическихъ опытахъ употребляется гутта-перчевый электрофоръ и Лейденская банка вышиною только въ пять дюймовъ. Иногда приготавливаютъ банки еще меньшей высоты изъ аптечныхъ стеклянокъ. Въ такую банку наливаютъ распущеннаго въ водѣ вишневаго клея, и вращаютъ стеклянку, вслѣдствіе чего внутреннія стѣнки ея до известной высоты покрываются клеемъ; потомъ насыпаютъ въ банку желѣзныхъ опилокъ, которыя можно достать отъ слѣсаря; часть ихъ, не приставшая къ стеклу, высыпается изъ стеклянки, когда она высохнетъ; оставшаяся же часть образуетъ внутреннюю обкладку. Снаружи же эти стеклянки, какъ и большія банки, обклеиваются листовымъ оловомъ до верхняго непокрытаго края. Проволока утверждается на проткнутой пробкѣ.

179. Заряжаніе Лейденской банки. Внутренняя и виѣшняя обкладки банки представляютъ двѣ металлическія поверхности, отдѣленные одна отъ другой посредствомъ изолирующаго стекла. Отъ проволоки и ея головки, которыя принадлежатъ къ внутренней обкладкѣ, электричество также не можетъ никоимъ образомъ сообщиться виѣшной обкладкѣ, ибо край банки остается не покрытымъ. Если теперь на внутренней обкладкѣ скопится положительное электричество, а на виѣшной — отрицательное, то оба они будутъ тѣмъ сильнѣе притягиваться между собой, чѣмъ тоньше отдѣляющее ихъ стекло, и соединеніе ихъ черезъ подставленный проводникъ сопровождается сильнымъ дѣйствіемъ. Заряжаніе банки состоитъ въ томъ, что на внутренней обкладкѣ скопляется положительное электричество, на виѣшной же — отрицательное.

Заряжаніе
банки.

Опытъ а. Электрическая банка изолируется, ставится на обороченный чистый стаканъ; на натертую гутта-перчу электрофора кладется покрывка, къ ней, прикасаются и подводятъ покрывку къ головкѣ банки, приближая вмѣстѣ съ тѣмъ палецъ другой руки къ виѣшной обкладкѣ. При этомъ появятся двѣ искры, одна между покрывкой электрофора и головкою банки, другая между пальцемъ и виѣшной обкладкой. Чтобы изслѣдовать, что происходитъ при появленіи второй искры тотъ же самый опытъ, повторяется еще разъ съ тѣмъ только разли-

фиг. 183.



чемъ, что вмѣсто пальца къ вѣншней обкладкѣ приближается проволока, изолированная посредствомъ палочки сургуча (опытъ 127, а). Этой проволокой прикасаются къ электрометру: тогда листочки золота оттолкнутся и снова сойдутся, если приложить къ шарiku электрометра, натертый сургучъ. Слѣдовательно, проволока наэлектризована положительно.

Отъ покрывки электрофора сообщается внутренней обкладкѣ положительное электричество. Последнее, дѣйствуя черезъ стекло, раздѣляетъ электричества во вѣншней обкладкѣ и прикасающемся къ ней проводникѣ: притягиваетъ къ себѣ отрицательное электричество и отталкиваетъ положительное, которое собирается такимъ-образомъ на проводокѣ. Итакъ, чтобы отрицательное электричество скопилось на вѣншней обкладкѣ, она должна прикасаться къ проводнику, черезъ который могло бы уйти оттолкнутое положительное электричество и придти отрицательное. Изъ этого опыта слѣдуетъ, что Лейденская банка во время заряженія не должна быть изолирована.

Обыкновенный
приемъ
при заряданіи
банки.

Опытъ b. Чтобы зарядить банку, ее обхватываютъ снаружи правой рукой, а лѣвой въ то же время держутъ шнуры электрофорной покрывки. Покрывка кладется на гутта-перчу, къ ней прикасаются лѣвой рукой, и поднимаютъ за шнуры, такъ что она остается изолированной, и приближаютъ къ головкѣ банки до тѣхъ-поръ, пока появится искра. Приемъ этотъ повторяется отъ 20 до 50 разъ. Тогда на вѣншней обкладкѣ скопится отрицательное электричество, но оно не можетъ уйти, потому-что удерживается въ связанномъ состояніи положительнымъ электричествомъ внутренней об-

кладки. Для слѣдующаго опыта не приближаясь къ головкѣ ставить Лейденскую банку на обороченный стаканъ.

180. Постепенное заряженіе Лейденской банки.

Постепенное
заряженіе.

Опытъ. Заряженная банка ставится на изолирующій стеклянный сосудъ. Къ виѣшной обкладкѣ приближается легкій шарикъ на шелковой нити; онъ не притянется: знакъ, что электричество виѣшной обкладки вполнѣ связано и не можетъ обнаружить своего дѣйствія. Но если приблизить шарикъ къ головкѣ банки, то онъ притянется ею, и получить при соприкосновеніи положительное электричество; это показываетъ, что не все электричество внутренней обкладки связано, что избытокъ его остается свободнымъ. Если бы обѣ обкладки непосредственно соприкасались между собой, то онѣ оказались бы вовсе ненаэлектризованными, и электричества ихъ взаимно связывали бы одно другое. Но стекло образуетъ промежутокъ между ними; поэтому положительное электричество, заключенное внутри банки, притягиваетъ не совершенно равное ему, но нѣсколько меньшее количество отрицательнаго электричества; стекло, раздѣляя оба электричества, производитъ то, что одно изъ нихъ должно быть сильнѣе другаго для того, чтобы послѣднее было вполнѣ связано и не обнаруживало никакого дѣйствія. Послѣ же прикосновенія шарика къ головкѣ, не все электричество виѣшной обкладки связано, но часть его свободна; оно можетъ притянуть шарикъ и сообщить ему отрицательное электричество. При этомъ виѣшняя обкладка потеряетъ избытокъ электричества, и тогда изъ головки получится маленькая искра, если банку

обхватить рукой, не прикасаясь однакожь къ виѣшной обкладкѣ. Потомъ, можно снова извлечь искру изъ виѣшной обкладки, по удаленіи руки отъ головки. Черезъ такое многократное извлеченіе искры, попеременно изъ обѣихъ обкладокъ банка разряжается мало-по-малу, и лишается своихъ электричествъ.

181. Электрическое сотрясеніе.

Электрическій
ударъ.

Опытъ а. До-сихъ-поръ мы разряжали Лейденскую банку только мало-по-малу, отнимая постепенно малыя количества электричества; полную же силу обнаруживаетъ она только при мгновенномъ разряженіи, когда все электричество виѣшной обкладки разомъ соединяется съ электричествомъ внутренней обкладки. Заряженная банка ставится на столъ, виѣшняя обкладка обхватывается одной рукой, а другая приближается къ головкѣ банки. Въ то самое мгновеніе, когда является искра между головкой и ближайшимъ къ ней пальцемъ, чувствуется особенное сотрясеніе въ суставахъ рукъ; это-то сотрясеніе и называется электрическимъ ударомъ или электрическимъ сотрясеніемъ. При этомъ противоположныя электричества обкладокъ мгновенно соединяются, пролагая себѣ путь черезъ человѣческое тѣло. Чтобы изучить электрическое сотрясеніе, лучше заряжать банку сначала слабо, десятью или еще меньшимъ числомъ искръ электрофорной покрывки, и потомъ мало-по-малу переходить къ изученію дѣйствія на тѣло болѣе сильныхъ зарядовъ.

Опытъ б. Электрическій ударъ можетъ быть сообщенъ разомъ нѣсколькимъ лицамъ. Для этого первый обхватываетъ лѣвой рукой виѣшнюю обкладку Лейденской банки, а правую подаетъ своему сосѣду, который

въ свою очередь правой рукой беретъ лѣвую рядомъ стоящаго, и такимъ образомъ всѣ они крѣпко держатся за руки. Послѣдній, у котораго свободна правая рука, прикасается ею къ головкѣ банки. Всѣ чувствуютъ ударъ одновременно; только онъ будетъ слабѣе для стоящихъ въ срединѣ круга, и становится даже вовсе нечувствительнымъ, если полъ влаженъ, потому-что соединяющіяся электричества частію уходятъ тогда черезъ проводящій полъ.

Опытъ с. Нѣсколько времени спустя послѣ разряженія банки, обхватываютъ снова одной рукой вѣшную обкладку, и приближаютъ другую къ головкѣ. Тогда еще разъ получится ударъ, который будетъ однакожъ несравненно слабѣе. Въ заряженной банкѣ внутренняя обкладка содержитъ большее количество электричества, нежели вѣшная. При разряженіи съ нимъ соединяется электричество вѣшной обкладки; но такъ какъ количество его менѣе, и притомъ стекло, какъ не проводникъ, не вдругъ отдаетъ все электричество, то внутри банки остается положительное электричество, которое снова притягиваетъ къ себѣ электричество вѣшной обкладки, и производитъ такимъ-образомъ второй слабый ударъ.

Электричество остающееся въ банкѣ.

Электрическое сотрясеніе было поводомъ къ изобрѣтенію Клейстовой или Лейденской банки, которая была открыта въ 1745 году, почти одновременно каноникомъ Клейстомъ въ Помераніи и однимъ богатымъ частнымъ человѣкомъ Кунеусомъ въ Лейденѣ. Именно Клейстъ хотѣлъ зажечь спиртъ посредствомъ электричества (§ 189, 192), и пользовался для этого снарядомъ, помощью котораго онъ могъ прекрасно обнаруживать

свѣтъ наэлектризованныхъ тѣлъ. Это была аптечная стеклянка, наполненная ртутью; въ пробкѣ ея былъ утвержденъ гвоздь, головка котораго выставлялась наружу; ее прикладывали къ электрической машинѣ, и тогда этотъ маленькій снарядъ могъ ясно освѣщать темную комнату и зажигать спиртъ. Однажды, 11 Октября 1745 года, случилось канонику, что гвоздь дурно воспринималъ электричество; держа одной рукой стеклянку онъ приблизилъ другую къ гвоздю, чтобы по явленію искры испытать дѣятельность снаряда. Клейсть получилъ при этомъ сотрясающій ударъ. Въ Лейденѣ профессоръ Мушенброкъ показывалъ своимъ слушателямъ, какимъ-образомъ можно въ запечатанной стеклянкѣ электризовать воду и сохранять ее въ продолженіи недѣли такъ, чтобы она не теряла своего электричества. Кунеусъ хотѣлъ произвести тотъ же опытъ, наполнивъ для этого банку водою, вставилъ въ нее толстую мѣдную проволоку, и соединилъ ее съ электрической машиной цѣпью, служившей проводникомъ. Цѣпь нѣсколько запуталась, и Кунеусъ хотѣлъ привести ее одной рукой въ порядокъ, держа въ то же время другой банку. Но едва концы его пальцевъ приблизились къ цѣпи, какъ онъ неожиданно получилъ электрическій ударъ. Сѣверо-американецъ Франклинъ бралъ вмѣсто банки гладкій стеклянный кругъ, и обкладывалъ его съ обоихъ сторонъ металломъ, оставляя свободнымъ узкій край. Этотъ кругъ Франклина дѣйствуетъ также, какъ и Лейденская банка.

Разрядникъ.

182. Разрядникъ. Можно разомъ разрядить Лейденскую банку, не получая удара.

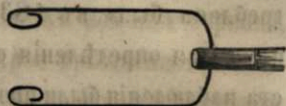
Опытъ. Не слишкомъ тонкая проволока около 20

доймовъ длиною закругляется съ обоихъ концовъ и сгибается въ серединѣ. Для опредѣленія величины изгиба и взаимнаго разстоянія обо-

фиг. 184.

ихъ концовъ, прикладываютъ одинъ изъ нихъ къ серединѣ внѣшней обкладки незаряженной банки, и сгибаютъ проволоку такимъ образомъ, чтобы другой конецъ прикасался въ то время къ головкѣ банки. Уже въ этомъ простомъ видѣ проволока образуетъ разрядникъ. Но чтобы удобнѣе было держать ее, на нее до середины изгиба насаживается пробка и въ томъ случаѣ, если проволока не достаточно толста, лучше загнуть оба ея конца въ маленькія кольца или припаять къ нимъ металлическіе шарики. Чтобы разрядить банку посредствомъ разрядника, берутъ его за пробку. Одно изъ колецъ прикладываютъ къ внѣшней обкладкѣ, и другое быстро придвигаютъ къ головкѣ банки, какъ-будто бы желали ударить по ней. При этомъ разряжаніи замѣчается свѣтлая искра, и ясно слышится сопровождающій ея трескъ, но вовсе не чувствуется сотрясенія, потому-что электричества, стремящагося на встрѣчу одно другому, прокладываютъ себѣ путь черезъ металлическую проволоку.

Если проволока достаточно толста, то можно даже одинъ конецъ ея и вмѣстѣ лѣвую руку приложить къ внѣшней обкладкѣ Лейденской банки, другой же конецъ правою рукою приблизить къ головкѣ банки, и не получить при этомъ удара. Движушіяся электричества слѣдуютъ такимъ-образомъ по лучшему и кратчайшему проводнику, то-есть въ настоящемъ случаѣ по металлу. Только

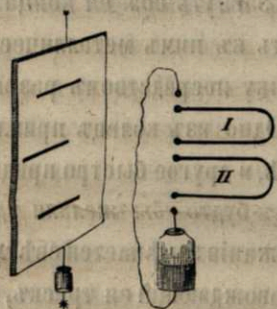


при весьма сильныхъ зарядахъ, разряжаніе происходить по нѣсколькимъ путямъ, черезъ болѣе и менѣе хорошіе проводники.

Скорость эле-
ктричества.

183. Скорость электричества. Лейденская банка употреблена была въ 1835 году англичаниномъ Ветстономъ для опредѣленія скорости электричества. Отъ мѣста наблюденія были проведены двѣ мѣдныя проволоки, I и II, каждая длиною въ $\frac{1}{4}$ англійской мили, и снова возвращались къ тому же мѣсту. Четыре конца ихъ были снабжены шариками, помѣщенными вертикально одинъ надъ другимъ и поддерживались изолирующими подставками. Надъ верхнимъ шарикомъ первой проволоки былъ укрѣпленъ шарикъ другой короткой проволоки, которая

фиг. 185.



прикасалась другимъ своимъ концомъ къ внѣшней обкладкѣ Лейденской банки; этотъ шарикъ помѣщался такъ близко къ верхнему шарiku длинной проволоки, что электрическая искра могла легко перескочить отъ одного къ другому. Электричество безпрепятственно могло пройти по проволокамъ длиною въ $\frac{1}{4}$ мили и достигнуть до ея нижняго шарика. Подъ нимъ находилась головка Лейденской банки. Если бы его приблизить къ ней, то электричества обоихъ обкладокъ соединились бы между собой, потому-что имъ предоставленъ былъ путь черезъ проводники; но на этомъ пути находились три малые промежутка, между каждыми двумя сосѣдними шариками; здѣсь должны были показаться три искры. Такимъ-образомъ, если

электричество употребляетъ нѣкоторое время, для того чтобы пробѣжать длинныя проволоки, то искры появлялись бы одна послѣ другой. Но глазъ замѣчалъ всѣ три искры въ одно и то же мгновеніе.

Поэтому Ветстонъ прибѣгнулъ къ помощи зеркала, которое приведено было въ быстрое вращательное движеніе. Если горящій уголь быстро описываетъ круговую линію, то глазъ замѣчаетъ полную свѣтящуюся окружность. Свѣтъ угля производитъ на глазъ впечатлѣніе, которое продолжается нѣсколько времени спустя послѣ того, какъ онъ уже подвинулся далѣе. Мы видимъ свѣтящійся уголь на его прежнемъ мѣстѣ и въ то же время въ другихъ точкахъ, если движеніе довольно быстро: мы видимъ по этому свѣтлую линію (см. § 323).

Опытъ. Зажигается свѣчка, и сзади ея держится зеркало. Если теперь правой рукой подвинуть по возможности быстро правую сторону зеркала, держа въ то же время лѣвой рукой его лѣвую сторону, то увидимъ въ зеркалѣ не изображеніе пламени свѣчи, а широкую свѣтлую полосу. Глазъ видитъ еще свѣтлое изображеніе въ первомъ мѣстѣ, тогда какъ при быстромъ движеніи оно уже показывается въ другихъ мѣстахъ.

Употребленное Ветстономъ зеркало состояло изъ металлической досочки, полированной съ обѣихъ сторонъ; его можно было вращать около вертикальной оси, посредствомъ особаго приспособленія и ставить такимъ-образомъ, что въ немъ видны были изображенія трехъ электрическихъ искръ. Оно дѣлало 800 оборотовъ въ секунду, и вмѣсто изображеній искръ въ немъ были замѣчены три, одна надъ другою лежащія, свѣтлыя линіи, изъ которыхъ начало средней линіи при вра-

щеніи зеркала въ правую сторону лежало правѣе остальныхъ двухъ линій. Еслибъ всѣ три искры появлялись въ одно и то же время, то концы, видимыхъ въ зеркалѣ линій, должны были бы лежать совершенно отвѣсно одинъ надъ другимъ; средняя линія начиналась на полградуса правѣе другихъ; слѣдовательно, средняя искра явилась поздиѣе. Такъ какъ верхняя и нижняя искры появились въ одно и то же время, то электричества вышли въ одно и то же время изъ обѣихъ обкладокъ; каждое изъ нихъ должно пройти половину пути, $\frac{1}{4}$ англійской мили, и какъ они употребили на это нѣкоторое время, то изображеніе средней искры отстало на полградуса.

Опытъ. На столѣ ставится вертикальное зеркало и передъ нимъ кладется карандашъ, на одномъ концѣ котораго можно укрѣпить двѣ булавки для того, чтобы можно было различать положеніе изображенія. При первомъ отвѣсномъ положеніи I зеркала, видимое въ немъ изображеніе 1 карандаша будетъ горизонтально. Потомъ зеркало

наклоняется подъ угломъ въ 45 градусовъ въ положеніе II; при этомъ изображеніе отклоняется на 90 градусовъ въ положеніе 2. Поэтому уголъ, на который наклоняется зеркало, составляетъ половину угла, на который отклоняется изображеніе.

При опытѣ, произведенномъ Ветестономъ, крайнія изображенія искръ успѣли пробѣжать полградуса преж-

фиг. 186.



де, чѣмъ появилась средняя искра. Зеркало обратилось въ это время только на $\frac{1}{4}$ градуса. Оно употребляло одну секунду времени на 800 оборотовъ или, какъ каждый полный оборотъ заключаетъ 360 градусовъ, на $360 \times 800 = 288000$ градусовъ $\frac{1}{288000}$ секунды для обращенія на одинъ градусъ и четвертую часть того $\frac{1}{1152000}$ секунды для обращенія на $\frac{1}{4}$ градуса. Столько времени употребило электричество, чтобы пробѣжать $\frac{1}{4}$ англійской мили; итакъ въ цѣлую секунду оно пробѣжало бы 288000 англійскихъ или около 62000 географическихъ миль, такъ какъ $4\frac{2}{3}$ англійской мили составляютъ одну географическую милю. Слѣдовательно, превосходить скорость свѣта, который проходитъ 42000 миль въ секунду.

184. Стеченіе электричества съ острія. При приготовленіи электрофорной покрышки было обращено вниманіе на то, что всѣ острые края должны быть закруглены.

Стеченіе электричества съ острія.

Опытъ а. Натираютъ электрофоръ, извлекаютъ искру изъ поднятой вверхъ покрышки, и замѣчаютъ, на какомъ разстояніи, между приближеннымъ пальцемъ и покрышкой, показывается искра. Затѣмъ на покрышку электрофора кладется толстая, острая игла такимъ образомъ, чтобы остріе ея выставлялось съ края покрышки. Если теперь извлечь искру, то она будетъ замѣтно слабѣе, и появится съ гораздо меньшаго разстоянія; покрышка наэлектризована теперь въ несравненно меньшей степени. Такъ какъ всѣ частицы одного и того же электричества, по закону отталкиванія, стремятся удалиться другъ отъ друга, то бѣльшая часть электричества скопляется на краяхъ по-

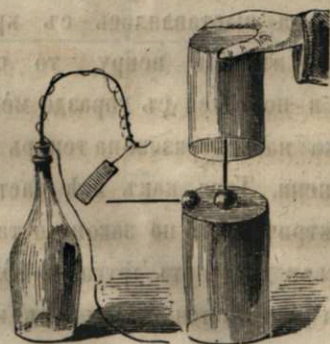
крышки; если, сверхъ-того, съ нихъ выставляется металлическое остріе, то на немъ собирается еще большее количество электричества, и отталкиваемое остальною частию уходитъ прочь, потому-что воздухъ представляетъ ему весьма малое сопротивленіе на концѣ острія.

Игла снимается съ электрофорной покрывки, берется въ руку и приближается къ наэлектризованной снова покрывкѣ. На встрѣчу ей вовсе не появляется искры, и даже послѣ того при приближеніи пальца, изъ покрывки получается весьма слабая искра. Большая часть ея электричества и въ этомъ случаѣ похищена остріемъ. Отрицательное электричество, притягиваемое положительнымъ электричествомъ покрывки, стекло съ иглы и уничтожило частию дѣятельность положительнаго электричества.

Электриче-
скій вѣтеръ.

Опытъ b Если поднять наэлектризованную электрофорную покрывку съ лежащей на ней иглой, и тотчасъ приблизить къ острію ладонь руки, то почувствуемъ стекающее электричество; получается впечатлѣніе слабого дуновенія, которое выходитъ изъ острія, и извѣстно подъ именемъ электрическаго вѣтра.

Опытъ c. Электрическій вѣтеръ можетъ приводить
фиг. 187.



въ движеніе легкія тѣла. На дно обороченнаго, изолирующаго стакана кладется довольно длинная булавка такимъ образомъ, чтобы остріе ея выставлялось съ края дна. За тѣмъ заряжается

Лейденская банка, берется за виѣшнюю обкладку и оборачивается или держится горизонтально, такъ чтобы головка ея прикасалась къ головкѣ булавки. Если теперь повѣсить узкую полоску чайной бумаги около пяти дюймовъ длиною на разстояніи одного пальца отъ острія, то нижній конецъ ея отклонится въ сторону.

Опытъ d. Довольно толстая проволока, длиною отъ четырехъ до пяти дюймовъ, заостряется подпилкомъ съ обоихъ концовъ и загибается въ видѣ латинской буквы S. Затѣмъ въ пробкѣ, посредствомъ иглки, укрѣпляется очень тонкая льняная нить; нить эта продѣвается черезъ середину серпообразно-согнутой проволоки, такъ чтобы при подниманіи проволоки вверхъ, нить висѣла совершенно горизонтально. Длина нити отъ проволоки до точки привѣса должна быть около 10 дюймовъ и подставка не должна изолировать ее. Если для подставки употребляется бутылка, въ пробкѣ кото-

фиг. 188.

рой утверждается согнутая проволока, то ее должно обвить нѣсколько разъ нитью и свободный конецъ нити опустить до стола, иначе бутылка будетъ изолировать проволоку. Наконецъ къ изгибу серпа приближается головка заряженной Лейденской банки; онъ подвинется назадъ сначала медленно, но потомъ каждый разъ, при прохожденіи острія его надъ головкой неподвижной банки, слышится шипѣніе стекающаго электричества, и вращательное движеніе серпа ускоряется. Положительное электричество внутренней обкладки притягиваетъ отрицательное электриче-



ство съ остріевъ серпа; послѣднее стекаетъ въ соединѣнія частицы воздуха, и вслѣдствіе этого однородно съ нимъ наэлектризованный, а потому отталкиваемый ими серпъ подвигается назадъ.

Электрическій
свѣтъ острія.

185. Различіе свѣта острія для обоихъ электричествъ. Когда въ темнотѣ электричество стекаетъ съ острія, то на немъ замѣчается явленіе свѣта, который называется электрическимъ свѣтомъ острія; для положительнаго электричества онъ представляется иначе, чѣмъ для отрицательнаго.

Опытъ а. Явленіе свѣта на острія, наэлектризованномъ положительно. Вечеромъ, когда уже зажжены свѣчи, на обороченный, изолирующій стаканъ кладется булавка, такъ чтобы остріе ея выставлялось съ края; въ случаѣ нужды булавка прикрѣпляется воскомъ. Далѣе, посредствомъ электрофора заряжается Лейденская банка, уносятся свѣчи, и головка банки приближается къ головкѣ булавки, причемъ виѣшняя обкладка ея обхватывается рукою. Положительное электричество внутренней обкладки стекаетъ съ острія, и тогда замѣчается пукъ свѣтлыхъ лучей, распространяющійся болѣе-и-болѣе.

Опытъ d. Явленіе свѣта на острія, наэлектризованномъ отрицательно. Заряженная Лейденская банка ставится на стаканъ такъ, чтобы виѣшняя обкладка ея прикасалась къ булавкѣ; затѣмъ рука удаляется отъ виѣшной обкладки, тушатся свѣчи и обхватывается головка банки. Отрицательное электричество виѣшной обкладки стекаетъ съ острія, тогда какъ положительное уходитъ черезъ руку. При этомъ замѣчается, что отрицательное электричество распространяется отъ острія

не въ видѣ лучей, но появляется только свѣтлая точка, маленькій свѣтящійся шарикъ.

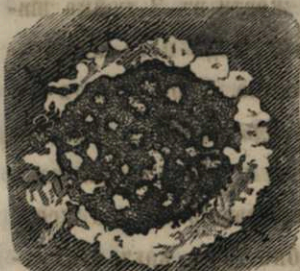
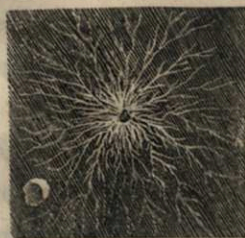
186. Различіе Лихтенберговыхъ фигуръ для обоихъ электричествъ. Подобное же различіе обоихъ электричествъ, обнаруживаютъ Лихтенберговы фигуры, названныя по имени изобрѣтателя. Для полученія ихъ необходима во-первыхъ тонкая, смоляная или сургучная пластинка, которую легко приготовить изъ палочки сургуча. Для этого, на таганчикъ или конфорку кофейника кладется горизонтально листочикъ жести въ 3 дюйма шириною и около 5 дюймовъ длиною, подъ него подставляется зажженная спиртовая лампа. Скоро жестъ достаточно нагрѣется. Тогда прикладываютъ къ серединѣ ея одинъ конецъ палочки сургуча, и въ то время, какъ онъ будетъ топиться снизу, описываютъ имъ на жести большіе и большіе овалы, подобно тому, какъ натираютъ краски. Такимъ-образомъ, отъ обыкновенной сургучной палочки не останется почти ничего. Жаръ притомъ не долженъ быть такъ силенъ, чтобы образовались пузырьки въ растопленной массѣ; если же это случится, то должно удалить спиртовую лампу на нѣсколько времени. Жестъ нагрѣвается до тѣхъ поръ, пока масса сургуча образуетъ совершенно гладкую поверхность; потомъ она охлаждается.

Во-вторыхъ, для этихъ опытовъ нужно небольшое количество плавуннаго сѣмени, *semen Lycopodii*, именно той желтой цвѣточной пыли, которая продается очень дешево въ каждой аптекѣ.

Опытъ а. Положительная фигура I. Лейденская банка держится за внѣшнюю обкладку; головкой ея прикасаются къ одному мѣсту сургучной пластин-

Лихтенберго-
вы фигуры.

Фиг. 189.



ки; электричество перейдетъ въ нее въ видѣ малой искры, и распространится во все стороны только на малое разстояніе, потому что сургучъ не проводникъ. Если насыпать осторожно на сургучъ нѣсколько плавучаго сѣмени, то тѣ мѣста его, на которыхъ распространилось электричество, крѣпко притянутъ къ себѣ цвѣточную пыль. Если смахнуть лоскуткомъ бумаги неприславшую пыль, то осталая ея часть образуетъ на сургучѣ развѣтвляющуюся фигуру; вѣтви распространяются отъ середины ея, и раздѣляются далѣе на тончайшія жилки.

Опытъ в. Для полученія отрицательной фигуры II, внутренняя обкладка банки заряжается отрицательно, а виѣшняя положительно. Для этого Лейденская бан-

ка ставится на обороченный стаканъ, рукою обхватывается не наружная сторона, какъ это дѣлалось прежде, но головка; затѣмъ производятъ появленіе искры между электрофорной покрывкой и виѣшной обкладкой большее число разъ, чѣмъ дѣлали это для полученія положительной фигуры. Когда банка достаточно заряжена, рука отнимается отъ головки, обхватывается виѣшняя обкладка и прикасаются головкой, наэлектризованной теперь отрицательно, къ одному мѣсту сургучной пластинки, лежащему не слишкомъ близко къ положительной фигурѣ. Послѣ этого снова насыпаютъ плаунаго сѣмени, отчего происходятъ маленькія круглыя фигуры, которыя часто группируются въ кругъ. Лихтенберговы фигуры нерѣдко сохраняются въ продолженіи мѣсяца, если только нѣтъ движенія воздуха. Когда поверхность сургуча станетъ шероховата, то его должно растопить снова, нагрѣвая жезъ надъ лампой.

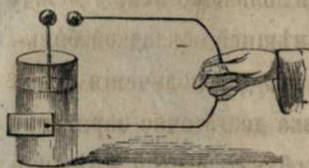
ДѢЙСТВІЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ОТЪ ТРЕНІЯ.

187. А. Механическія дѣйствія. Механическія дѣйствія возбужденнаго треніемъ электричества, состоятъ въ произведеніи движенія, каково притяженіе и отталкиваніе легкихъ тѣлъ или вращательное движеніе электрическаго серпа. Кромѣ-того, если соединенію обоихъ электричествъ препятствуетъ неслишкомъ толстый непроводникъ, то они прорываютъ его.

Опытъ. Берется листокъ гладкой и чистой писчей бумаги, такой, на которомъ легко можно было-бы замѣтить пробитыя мѣста, и прикладывается къ виѣшной об-

Пробиваніе
бумаги.

фиг. 190.



кладкѣ заряженной Лейденской банки. Если затѣмъ одно кольцо разрядника приложить къ серединѣ бумаги а другое приблизить къ головкѣ банки, то и въ этомъ случаѣ появится искра, какъ-будто бы проводникъ во-

все не былъ прерванъ бумагой. Въ бумагѣ образуется тонкое отверстіе, края котораго разорваны съ обѣихъ сторонъ, въ знакъ того, что соединяющіеся электричества, изъ которыхъ одно стремится къ головкѣ, а другое къ внѣшней обкладкѣ, пробиваютъ бумагу въ направленіяхъ, противоположныхъ одно другому.

188. В. Электрическія явленія свѣта.

Къ явленіямъ свѣта, производимымъ электричествомъ, принадлежитъ, кромѣ электрической искры и свѣта ост-рія, еще электрический свѣтъ въ разряженномъ воздухѣ.

Электрический
свѣтъ въ раз-
ряженномъ
воздухѣ.

Опытъ а. Электрический свѣтъ въ разряженномъ воздухѣ. Въ маленькую реторту наливается немного ртути; реторта нагрѣвается на спиртовой лампѣ, стекло обертывается бумагой и сосудъ держится въ одной рукѣ. Пары ртути наполняютъ большую часть сосуда и вытѣсняють изъ него воздухъ. Тогда реторта закупоривается и лампа удаляется. Если затѣмъ встряхнуть реторту, то она будетъ притягивать потомъ висящую пластинку листового золота, вслѣдствіе того, что треніемъ металла о стекло возбуждено электричество. Вечеромъ, нагрѣвъ нѣсколько закупоренный сосудъ надъ лампой, уносять его въ темную комнату и тамъ встряхиваютъ ртуть; тогда въ ретортѣ появляется переливающийся свѣтъ, подобный

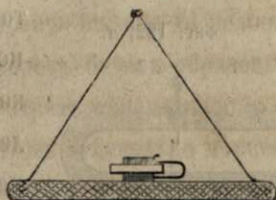
молнии, какъ это происходитъ въ большемъ видѣ при сѣверномъ сіяніи.

Опытъ 6. Для полученія изображенія круглаго края монеты, не слишкомъ маленькая монета кладется на электрофорную покрывку, и покрывается чисто вытертымъ стекляннымъ кружкомъ около двухъ дюймовъ въ поперечникѣ, а на него кладется другая монета.

Подъ нижнюю монету под-
кладывается кусочикъ листо-

ваго олова, который заги-
бается вверхъ около края
стекла такъ, чтобы онъ на
одну линію не доходилъ до
верхней монеты. Послѣ того

фиг. 191.



электрофоръ натирается,
кладется на него покрывка, къ ней прикасаются, поды-
маютъ ее вверхъ и прикасаются тогда къ верхней монетѣ,
причемъ между краемъ ея и листочкомъ серебра должна
появиться искра. Это дѣйствіе должно повторить быстро
одно за другимъ отъ 200 до 300 разъ. Чтобы при
этомъ не сдвинуть монеты, прикасаются къ ней, равно
какъ и къ покрывкѣ, не непосредственно рукою, а про-
волокою или вязальной спицей. Послѣ того, какъ из-
влекутъ изъ монеты показанное число искръ, подыма-
ютъ вверхъ стеклянный кружокъ, снимаютъ монету и ды-
шатъ на стекло. На обѣихъ сторонахъ его послѣ дыха-
нія ясно выступаютъ круглые края монеты — дѣйствіе
свѣта, который выходя изъ нея подѣйствовалъ на эти
мѣста стекла.

489. С. Возбужденіе посредствомъ теплоты электричества.

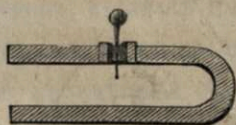
Въ томъ, что электрическая искра возбуждаетъ теп-

лоту, не трудно убѣдиться, зажигая гремучій газъ, легко воспламеняемую смѣсь двухъ газовъ (§ 236), помощью электрическаго пистолета.

Электрическій
пистолетъ.

Опытъ с. Мѣднику заказывается трубка въ $\frac{3}{4}$ дюйма шириной и отъ 3 до 5 дюймовъ длинной изъ бѣлой же-сти или мѣди, закрытая съ одного конца и открытая съ другаго. Близъ закрытаго конца трубка просверливается и въ отверстіе впаивается болѣе узкая открытая трубочка въ $\frac{1}{2}$ дюйма шириной. Сверхъ

Фиг. 192, а.



того нужна еще проволока длиною въ 2 дюйма, одинъ конецъ которой долженъ быть закругленъ, а къ другому припаивается металлическая головка. Потомъ

берется пробка, которая бы свободно входила въ узкую трубочку и пропиливается круглымъ подпилкомъ. Проволока нагрѣвается, обмазывается сургучомъ и вгоняется въ отверстіе пробки, которое должно быть заплвлено сургучомъ такъ, чтобы воздухъ не могъ проникнуть черезъ него. Далѣе, нагрѣваютъ узкую трубочку на спиртовой лампѣ, обмазываютъ ее внутри сургучомъ и вгоняютъ пробку вмѣстѣ съ проволокой на столько, чтобы нижній округленный конецъ ея немного не доходилъ до противоположной стѣнки широкой трубки, и чтобы отъ проволоки искра могла легко перескочить къ стѣнкѣ трубки. Чтобы убѣдиться въ этомъ, берутъ одною рукою трубку и смотрятъ въ нее, приближая въ то же время наэлектризованную электрофорную покрывку къ головкѣ проволоки. Если проволока слишкомъ удалена отъ нижней стѣнки, то немного нагрѣваютъ ее, и вгоняютъ до-тѣхъ-поръ, пока внутри трубки не покажется

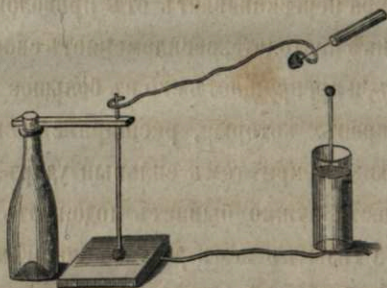
искра. Далѣ покрываютъ слоемъ сургуча пробку и узкую трубочку такъ, чтобы одинъ шарикъ оставался открытымъ, и пріискиваютъ пробку, которая бы не туго входила въ широкую трубку. Такимъ-образомъ приготовленный электрическій пистолеть удобнѣе заряжать не чистымъ гремучимъ газомъ, но смѣсью водорода и атмосфернаго воздуха. Если требуется производить выстрѣлы только отъ времени до времени, то насыпаютъ желѣзныхъ гвоздиковъ или кусочковъ цинка въ аптечную стеклянку, и наливаютъ потомъ въ нее до половины слабой сѣрной кислоты; водородъ будетъ образовываться въ видѣ пузырьковъ, и черезъ нѣсколько минутъ стеклянку нужно закупорить. Спустя нѣсколько времени открываютъ ее и держатъ надъ нею отверстіе пистолета, и потомъ слабо затыкаютъ его пробкою. Выстрѣлъ произойдетъ, если электрофорную крышку приблизить къ головкѣ проволоки; въ то время, когда между ними появится искра. Искра перескакиваетъ отъ проволоки къ внутренней стѣнкѣ пистолета, воспламеняетъ своей теплотой гремучій газъ, и превращаетъ его въ большое количество водяныхъ паровъ, которые, расширяясь, вытѣсняютъ пробку, производя при томъ сильный ударъ. Зарядивъ пистолеть, часто нужно бываетъ подождать нѣсколько времени, пока газы въ немъ достаточно смѣшаются. Но удобнѣе употреблять для заряжанія водородное огниво; для этого губчатую платину его отодвигаютъ въ сторону, и держатъ дуло пистолета надъ отверстіемъ огнива; по пониженію въ немъ жидкости можно легко опредѣлить, сколько водорода должно перейти въ пистолеть, чтобы онъ съ кислородомъ воздуха образовалъ гремучій газъ, и при этомъ есть еще та выгода, что

можно повторять опытъ нѣсколько разъ одинъ за другимъ, въ-особенности если длина пистолета не превосходитъ трехъ или четырехъ дюймовъ (§ 238).

Воспламенение пороха.

Опытъ d. Ружейный порошокъ нельзя воспламенить непосредственно помощью обыкновенной Лейденской банки; но электрическая искра можетъ произвести взрывъ легче воспламеняющихся веществъ, которые уже въ свою очередь зажигаютъ прикасающійся къ нимъ порошокъ. Берутъ осторожно на кончикъ ножа немного хлористокислаго (бертолетова соль) кали и смѣшиваютъ его съ меньшимъ еще количествомъ сѣрнистаго антимонія, остерегаясь притомъ всякаго удара и значительнаго тренія, потому-что можетъ произойти преждевременный взрывъ. Смѣсь сыпается на металлическую пластинку, и надъ нею укрѣпляется большая булавка головкой внизъ. Подставку для поддержанія булавки легко устроить изъ

фиг. 192, b.



небольшой стеклянки, для чего въ пробкѣ ея горизонтально утверждается деревянный брусочекъ, въ другой конецъ котораго вертикально вколачивается булавка. Разряженіе Лейденской банки черезъ воспламеняющуюся смѣсь производится такимъ-образомъ, что подъ металлическую пластинку кладется конецъ проволоки или цѣпочки,

на другой же конецъ ея ставится Лейденская банка. Вторая проволока прикрѣпляется къ верхнему концу булавки, другой же ея конецъ загибается въ кольцо, для чего проволока держится двумя пальцами, и вышеказанный конецъ приближается къ головкѣ банки. Можно также одинъ конецъ короткой проволоки вмазать въ стеклянную трубочку, а къ другому концу ея припаять металлическій шарикъ и такимъ-образомъ приготовить разрядникъ, который нужно держать за стеклянную трубку. Проволока, идущая отъ верхняго конца булавки, прикрѣпляется къ концу разрядника, шарикъ котораго быстро приближаютъ къ головкѣ банки. Затѣмъ послѣдуетъ взрывъ, если только головка булавки коснется воспламеняемой смѣси; тотчасъ же загорается и близлежащій порошокъ. Опытъ (§ 187) можно произвести и такимъ-образомъ, что въ вышеописанномъ аппаратѣ порошокъ замѣняется бумагой.

190. D. Физиологическія дѣйствія электричества отъ тренія. Дѣйствіе электричества на живыя существа, въ особенности же на человѣческое тѣло, состоитъ въ раздраженіи нервовъ и мускуловъ, какъ это было уже замѣчено при каждой электрической искрѣ и въ сильнѣйшей степени при электрическомъ ударѣ. Поэтому, медики съ большою пользою употребляли прежде электричество въ такихъ болѣзняхъ, которыя происходятъ отъ недостаточной дѣятельности системы нервовъ и кровеносныхъ сосудовъ. Такое лѣченіе продолжалось обыкновенно цѣлые мѣсяцы; больную часть тѣла натирали сначала шерстяной матеріей, а потомъ, приближали къ ней головку Лейденской банки и производили значительное число малыхъ искръ, или одно мѣсто пора-

Физиологическія дѣйствія.

женной части тѣла соединяли металлической проволокой съ вѣшней обкладкой банки, а къ другому приближали ея головку, такъ что именно въ этой части происходило сотрясеніе. Но оба эти способа леченія вытѣснены въ настоящее время гальваническими аппаратами и употребляются весьма рѣдко (§ 225).

Электрическая
машина.

191. Электрическая машина. Чтобы еще болѣе усилить означенныя дѣйствія электричества, можно употребить электрическую машину. Естествоиспытатели Гаузенъ и Винклеръ въ Лейпцигѣ устроили первую электрическую машину. Кромѣ необходимой подставки, каждая электрическая машина состоитъ изъ трехъ главныхъ частей: натираемаго тѣла, трущей матеріи и кондуктора.

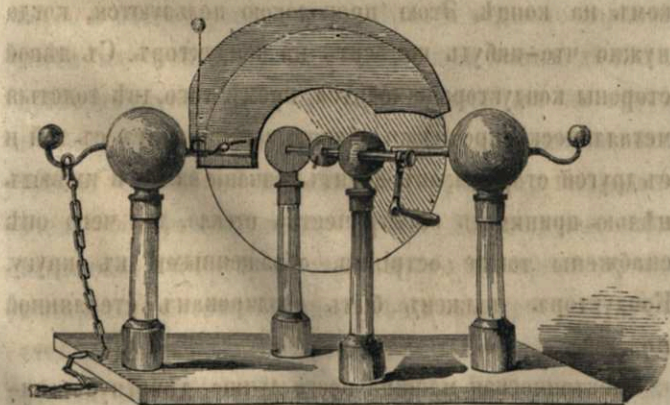
Натираемое
тѣло.

а. Въ настоящее время для натираемаго тѣла почти всегда употребляется кругъ изъ толстаго зеркальнаго стекла, приготовляемый съ этою цѣлью на заводѣ; худшаго качества, но зато дешевле, такой кругъ стекольщикъ можетъ вырѣзать изъ обыкновеннаго зеркала. Такой стеклянный кругъ имѣетъ отъ одного до пяти футовъ въ поперечникъ, и долженъ быть просверленъ по срединѣ. Въ это отверстіе вставляется желѣзная ось, длиною около фута, имѣющая на срединѣ своей винтовые нарѣзы, съ тою цѣлью, чтобы можно было привинтить къ стеклянному кругу съ каждой стороны маленькіе деревянные или металлическіе кружки; въ промежуткахъ между этими кружками и стекломъ помѣщаются лоскуточки кожи; натираемое тѣло будетъ такимъ — образомъ утверждено на оси. Подставкою для машины служить доска, на которой утверждены въ вертикальномъ положеніи два деревянные

или стеклянные столбика; они просверлены вверху и въ эти-то отверстія вставляется ось такъ, что она, а вмѣстѣ съ ней и кругъ, могутъ быть приведены въ вращательное движеніе. Съ этою цѣлью къ одному концу оси придѣлывается рукоятка, за которую легко вращать ее рукою.

б. Вторая главная часть электрической машины тру- Трущая мате-
щая матерія. Мягкая кожа гладкою стороною наклеи- рія.
вается на двѣ выстроганныя досочки, нѣсколько болѣе дюйма шириною и такой длины, чтобы онѣ составляли $\frac{2}{3}$ полупоперечника стекляннаго круга. Съ другой стороны досочки обклеиваются листовымъ оловомъ, и къ каждой изъ нихъ снизу привинчивается мѣдная пластинка. Въ дорогихъ машинахъ эти пластинки прикрѣпляются къ металлическому шару, поддерживаемому стеклянной ножкой; въ болѣе же дешевыхъ онѣ привинчиваются непосредственно къ нижней доскѣ; поддерживаемыя ими досочки находятся одна противъ другой, впереди и позади круга. Мѣдныя пластинки можно сближать посредствомъ винта,

Фиг. 193, а.



и тогда трущая матерія прижимается плотнѣе къ стеклу. Съ той стороны, куда вращается кругъ, къ досечкамъ прикрѣпляется лоскутъ тафты, которая препятствуетъ распространенію электричества изъ стекла въ окружающій воздухъ. Наконецъ самая кожа обтягивается шелковой матеріей, которая приклеивается къ краямъ досечекъ; эта матерія покрывается амальгамою Кинмайера, которую можно получить въ каждой аптекѣ. Амальгама эта — измельченная смѣсь олова, цинка и ртути; предварительно она нагрѣвается, а самая матерія, которою обтянуты досечки, натирается саломъ, иначе амальгама не пристанетъ къ ней. Такимъ-образомъ стеклянный кругъ натирается металломъ.

Кондукторъ.

с. Образующееся электричество собирается на кондукторѣ. Онъ состоитъ изъ мѣднаго шара или даже и деревяннаго, но обложеннаго листовымъ оловомъ, въ 5 и болѣе дюймовъ въ поперечникѣ. На противоположной сторонѣ отъ стекляннаго круга прикрѣпляется къ нему горизонтально довольно толстая мѣдная проволока, около двухъ дюймовъ длиною, съ маленькимъ шарикомъ на концѣ. Этою проволокою пользуются, когда нужно что-нибудь повѣсить на кондукторъ. Съ лѣвой стороны кондуктора находится, кромѣ того, двѣ толстыя металлическія проволоки, обхватывающія кругъ съ той и съ другой стороны; онѣ носятъ названіе вилки и имѣютъ цѣлью принимать электричество стекла, для чего онѣ снабжены также остріями, обращенными къ кругу. Кондукторъ долженъ быть изолированъ стеклянной ножкой.

Электрическая машина всего лучше дѣйствуетъ зи-

мою, близъ теплой печи; при кругѣ имѣющемъ $1\frac{1}{2}$ фута въ поперечникѣ изъ кондуктора можетъ быть получена тогда значительная искра уже на разстояніи двухъ дюймовъ. Если трущая матерія прикрѣплена къ изолированному металлическому шарiku, то для того чтобы получить на кондукторѣ положительное электричество, должно опустить отъ шарика до полу цѣпь, черезъ которую могло бы уйти отрицательное электричество. Напротивъ, если требуется собрать на шарикѣ отрицательное электричество, то оставляютъ его изолированнымъ, а положительное электричество кондуктора проводятъ въ землю посредствомъ привѣшенной къ нему цѣпи. Въ дешевыхъ машинахъ, какъ уже было сказано, трущая матерія не изолирована, но и тогда легко получить отрицательное электричество помощью Лейденской банки; для этой цѣли заряжается положительно вѣшняя обкладка, причемъ на внутренней соберется отрицательное электричество.

Передъ каждымъ употребленіемъ электрической машины должно вытирать чистой, нѣсколько согрѣтой тряпкой стеклянную ножку, поддерживающую кондукторъ, и обѣ стороны круга. Пыль и водяные пары садятся на стекло, отчего изолирующая ножка, дѣлается проводникомъ. Если же пыль останется на кругѣ, то она покроетъ амальгаму, и будетъ препятствовать тренію стекла о металлъ. Вытирать кругъ должно очень осторожно, всего лучше лѣвою рукою прикладывая къ кругу тряпку и въ то же время правою вытирать противоположное мѣсто на другой сторонѣ стекла. При сырой погодѣ должно сильно натопить печь, вблизи которой стоитъ машина; то же самое нужно

сдѣлать, если въ комнатѣ много людей. Лѣтомъ всего лучше ставить машину во время ея употребленія на солнце передъ открытымъ окномъ. Если машина долгое время не была въ употребленіи, то должно покрыть трущую матерію, которая въ этомъ случаѣ снимается, новою амальгамою; старая соскабливается тупымъ пожемъ, шелковая матерія натирается саломъ и на нее насыпается немного амальгамы, и втирается какимъ — нибудь полированнымъ металломъ. Хорошо также отнимать досечки съ трущей матеріи каждый разъ, когда вытирается стеклянный кругъ.

Обозрѣніе опытовъ съ электрической машиной.

Опытъ а. Приготовивъ такимъ-образомъ электрическую машину, тотчасъ производить первый опытъ (§ 155), состоящій въ томъ, что къ кондуктору, вилка котораго должна быть близко придвинута къ кругу, приближается суставъ пальца: при этомъ получается искра. Легко опредѣлить, съ какого разстоянія появляются искры, при исправномъ состояніи машины. Но для опредѣленія этого разстоянія лучше приготовить небольшой снарядъ, посредствомъ котораго можно извлекать искры. Для этого къ проволоку припаивается ружейная пуля; проволока утверждается вертикально въ пробку какой-нибудь стклянки; шарикъ долженъ находиться на одной высотѣ съ кондукторомъ; къ этой проволоку прикрѣпляется однимъ концомъ цѣпь или другая проволока, а другой конецъ ея сообщается съ трущею матерію. Теперѣ уже легко будетъ замѣтить, на какомъ разстояніи появляются искры между кондукторомъ и шарикомъ нашего снаряда.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПРИТЯЖЕНІЕ (§ 153).

Опытъ b. Шарикъ изъ сердцевины подсолнечника, повѣшенный на тонкой льняной нити, притягивается кондукторомъ съ значительнаго разстоянія, равно какъ и узкая полоска чайной бумаги, удерживаемая за верхній конецъ ея.

Опытъ c. Палочка хорошаго сургуча зажигается съ одного конца; затѣмъ задувъ пламя, приближаютъ къ кондуктору расплавленный конецъ. Притягиваемая кондукторомъ расплавленная масса вытягивается въ тонкія нити, которыя прилипаютъ къ кондуктору. По охлажденіи, онѣ должны быть тотчасъ сняты съ кондуктора.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТТАЛКИВАНІЕ (§ 164).

Опытъ d. Сердцевинный шарикъ на шелковой нити сначала притягивается кондукторомъ, и потомъ, наэлектризовавшись, отталкивается отъ него.

Опытъ e. Два сердцевинные шарика на льняныхъ нитяхъ, висящіе на кондукторѣ одинъ подлѣ другаго, взаимно отталкиваются.

Опытъ f. На маленькой деревянкѣ отвѣсно утверждается закругленная вверху толстая проволока, на верхній конецъ ея насаживается пробка, а къ краямъ ея приклеивается нѣсколько узкихъ полосокъ чайной бумаги, которыя повиснутъ кругомъ проволоки. Снарядъ ставится на изолирующій стаканъ, подъ который можно положить еще что-нибудь, такъ чтобы кондукторъ касался деревяшки. Бумажныя полоски разойдутся во все стороны.

Опытъ g. Листочикъ золота, положенный на кондукторъ, улетаетъ вверхъ, при вращеніи машины.

Опытъ h. Чтобы произвести электрическій дождь, берутъ очень маленькій металлическій сосудъ и сверху въ два отверстія его продѣваютъ согнутую проволоку такъ, чтобы сосудъ можно было повѣсить на кондукторъ. Дно сосуда просверливается и въ отверстіе вставляется весьма тонкая стеклянная трубочка, утверждаемая посредствомъ растопленного сургуча. Въ случаѣ нужды трубочку эту можно приготовить изъ сургуча, прокалывая тонкую палочку его нагрѣтой булавкой. Когда сосудъ будетъ наполненъ водою, то изъ трубочки должны вытекать только отдѣльныя капли въ значительныхъ промежуткахъ одна отъ другой. Но если повѣсить сосудъ съ водою на кондукторъ, то, влѣдствіе взаимнаго отталкиванія наэлектризовавшихся при этомъ водяныхъ частицъ, изъ нижняго отверстія трубочки будетъ вытекать непрерывная струя, которая разлетается далѣе мелкимъ дождемъ.

Явленія электрическаго притяженія и отталкиванія.

Опытъ i. Электрическій мячикъ. Къ какой-нибудь подставкѣ привѣшивается на шелковой нити сердцевинный шарикъ такимъ-образомъ, чтобы по одну сторону отъ него находился кондукторъ, а по другую, противоположную кондуктору сторону, отвѣсно стоящая металлическая пластинка. Шарикъ притянется кондукторомъ, наэлектризуется, оттолкнется отъ него, и затѣмъ притянется металлической пластинкой. Такимъ-образомъ, онъ летаетъ между ними наподобіе мячика. Въмѣсто металлической пластинки можно подставить лѣвую руку.

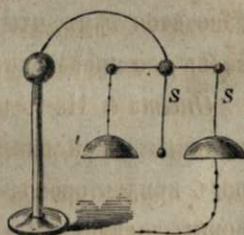
Опытъ k. Электрическая пляска (§ 166). Низкое широкое ламповое стекло ставится на металлическую

пластинку. Сверху на него кладется круглая досечка съ отверстіемъ по срединѣ, въ которое отвѣсно вставляется проволока; длина проволоки должна быть такова, чтобы она доставала отъ стола до кондуктора. Вверху и внизу прикрѣпляются къ проволокамъ металлическіе или деревянные шарики. Сердцевинные шарики (§ 166) лежатъ внизу внутри цилиндра. Проволока прикасается къ кондуктору. Нижний же шарикъ ея устанавливается на такой высотѣ, чтобы сердцевинные шарики плясали вверхъ и внизъ.

Опытъ 1. Электрическій звонокъ. На деревянной или металлической подставкѣ вѣшаются недалеко одинъ отъ другаго два колокольчика безъ язычковъ, одинъ на льняной, другой на шелковой нити.

Между ними вѣшается металлическій шарикъ на шелковой нити. Колокольчикъ, висящій на шелковинкѣ, соединяется цѣпью или проволокой съ кондукторомъ. Онъ наэлектризовывается и притягиваетъ къ себѣ шарикъ, но потомъ тотчасъ отталкиваетъ его такъ, что онъ ударяется о другой колокольчикъ.

Фиг. 193, b.



СТЕЧЕНІЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА СЪ ОСТРІЯ.

Опытъ т. Если къ кондуктору приклеить воскомъ булавку, то искры не получатся потому, что электричество стекаетъ съ острія (§ 184, a).

Опытъ п (§ 184, d). При приближеніи руки къ острію булавки, по чувствуемъ электрическій вѣтеръ.

Опытъ о (§ 184, c). Полоска бумаги будетъ приведена въ движеніе электрическимъ вѣтромъ.

Опытъ p. Электрическій серпъ (§ 184, *d*) устанавливается такимъ-образомъ, чтобъ онъ былъ соединенъ съ землею проводникомъ, и острія его находились близь кондуктора.

ЭЛЕКТРИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ СВѢТА.

Опытъ q. *Свѣтъ острія въ темнотѣ* (§ 185). Положительное явленіе свѣта получаютъ, укрѣпляя булавку на самомъ кондукторѣ; отрицательное, держа булавку рукою вблизи кондуктора.

Опытъ r. *Опытъ b* (§ 188) можетъ быть произведенъ безъ электрофорной покрывки, для этого стоитъ только опустить отъ кондуктора на верхнюю монету цѣпь. При этомъ можно ограничиться ста искрами.

ЭЛЕКТРИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ ТЕПЛОТЫ.

Опытъ s. Выстрѣлъ электрическаго пистолета производится тѣмъ, что къ кондуктору приближается головка его проволоки.

Опытъ t. На мелкое блюдечко наливается немного сѣрнаго эѳира или нагрѣтаго спирта, и держать его подъ кондукторомъ, такъ чтобы падающія на жидкость искры воспламенили ее. При слишкомъ слабой машинѣ нельзя ручаться за успѣхъ этого опыта.

Вслѣдъ за тѣмъ можно произвести опыты съ Лейденской банкой, какъ то: заряжаніе ея, для чего прикладываютъ къ кондуктору ея головку, разные роды разряжанія (§ 179 — 182), Лихтенберговы фигуры (§ 186), пробиваніе бумаги (§ 187), воспламененіе пороха (§ 189, *d*).

Изолирующая
матерія.

Опыты съ изолирующей скамеечкой.

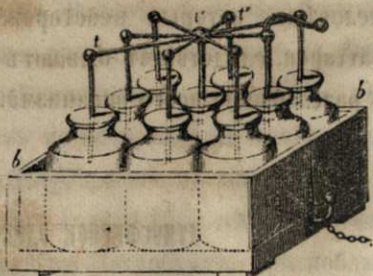
Поразительными кажутся опыты съ электрическою машиною при электризованіи изолированнаго тело-

вѣка. Онъ становится на изолирующую скамеечку, состоящую изъ доски, поддерживаемой четырьмя толстыми стеклянными ножками или четырьмя шампанскими бутылками, и беретъ въ руку проволоку, которою прикасается къ кондуктору. Такъ—какъ человѣкъ представляетъ тогда изолированный проводникъ, то съ нимъ можно производить все тѣ же опыты, какъ и съ самымъ кондукторомъ; рука его притягиваетъ легкія тѣла; волосы его поднимаются, отталкиваясь другъ отъ друга, въ—особенности, если кто—нибудь другой держитъ надъ ними руку, и наконецъ изъ изолированного человѣка можно получать искры.

192. Электрическая батарея и ея дѣйствіе. Помощью электрической машины можно заряжать электрическую батарею и производить самыя сильныя дѣйствія электричества. Электрическая батарея есть ни что иное, какъ очень большая Лейденская банка. То же названіе и то же дѣйствіе имѣетъ совокупность четырехъ и болѣе обыкновенныхъ Лейденскихъ банокъ, кото-

Электрическая батарея.

фиг. 193, с.



рыя ставятся въ одномъ ящикѣ съ металлическимъ дномъ; при этомъ головки ихъ внутреннихъ обкладокъ соединяются между собою толстой металлической проволокой, такъ что онѣ замѣняютъ одну большую банку. Батарея заряжается, такимъ—образомъ, что между головкою и кондукторомъ машины производится появленіе искры; разряжается она какъ и обыкновенная

Лейденская банка, то есть виѣшняя обкладка соединяется съ внутренней посредствомъ разрядника или того тѣла, черезъ которое должно пройти электричество.

Дѣйствіе электрической батареи.

Ударъ при разряжаніи большой батареи сопровождается громкимъ трескомъ и сильнымъ свѣтомъ, и имѣетъ уже значительную силу. Онъ пробиваетъ цѣлую колоду картъ, расщепляетъ деревянную досечку, разбиваетъ зеркальное стекло и наполненную водою стеклянную трубочку. Искра такой батареи раскаляетъ желѣзную проволоку и превращаетъ ее въ растопленные шарики; тонкая металлическая пластинка сгораетъ, и золото плавится отъ дѣйствія такой искры; спиртъ и хлопчатая бумага, обсыпанная толченой канифолью, загораются; порохъ воспламеняется, если электричество проходить по влажной бечовкѣ, соединяющей порохъ съ внутренней обкладкой, и потому можетъ нѣсколько долѣе дѣйствовать на него, такъ-какъ бечовка хуже проводитъ, чѣмъ металлъ. Физиологическое дѣйствіе батареи разрушительно; маленькія животныя, какъ то птицы и кошки, мгновенно умерщвляются; у человѣка, который неосторожно подвергнется удару батареи, слѣдствіемъ бываютъ теченіе крови горломъ и разслабленіе всего организма.

АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.

Открытіе Франклина.

1752. Открытіе электричества въ грозовыхъ тучахъ. Электричество, возбужденное треніемъ, обнаруживаетъ въ маломъ видѣ совершенно тѣ же дѣйствія, какія производитъ гроза. Искры большой электрической машины,

подобно молніи, представляютъ зигзаги на пути своемъ къ ближайшему проводнику; искры батареи воспламеняютъ, подобно молніи, многія горючія вещества, и умерщвляютъ животныхъ. Отсюда произошло предположеніе, что гроза есть явленіе электричества. Чтобы доказать это предположеніе, сѣверо-американецъ Франклинъ, въ 1752 году, близъ Филадельфіи, при приближеніи грозы пустилъ бумажный змѣй, на которомъ онъ утвердилъ заостренную металлическую проволоку. Внизу, къ льняному шнуру змѣя привязанъ былъ ключъ, такъ что электричество облака, принятое проволокою, могло по шнуру спуститься до ключа. Сначала, хотя много облаковъ проходило мимо, не обнаруживалось никакого электрическаго явленія. Когда же громовая туча приблизилась еще болѣе, то Франклинъ замѣтилъ, что нѣкоторыя волокна шнура приподнялись, отталкиваясь одинъ отъ другаго. Ободренный этимъ, онъ приблизилъ свой палецъ къ ключу и получилъ электрическую искру, которая становилась сильнѣе и сильнѣе по мѣрѣ того, какъ дождь смачивалъ шнуръ и дѣлалъ его лучшимъ проводникомъ. Вскорѣ послѣ того Франклинъ поставилъ вертикально на своемъ домѣ въ Филадельфіи изолированный желѣзный шестъ, и при появленіи грозы наблюдалъ на немъ электрическія явленія, которыя вполнѣ подтвердили его предположеніе.

Въ августѣ слѣдующаго года, 1753, нѣмецкій ученый Рихманъ убитъ былъ въ Петербургѣ, при наблюденіи атмосфернаго электричества. Къ изолированному желѣзному шесту, который проведенъ былъ въ отвѣсномъ положеніи черезъ крышку его дома, онъ прикрѣпилъ внизу электрометръ, и хотѣлъ наблюдать его вмѣ-

Смерть Рихмана.

стѣ съ живописцемъ Соколовымъ, когда собиралась гроза. Но въ то время, какъ онъ приблизился къ электрометру и объявилъ, что судя по малому отталкиванію пластинокъ можно заключить, что гроза должна быть еще далеко, изъ металлическаго шеста перескочилъ ко лбу Рихмана бѣловато-синій огненный шаръ, и повергъ его на землю. Соколовъ также упалъ, но скоро пришелъ въ себя. Рихмана же ни что не могло возратить къ жизни.

Де-Ромасъ.

Французъ де-Ромасъ нѣсколько разъ повторялъ въ 1753 году опытъ Франклина съ змѣемъ, въ Неракѣ, мѣстечкѣ южной Франціи; но чтобы сдѣлать шнуръ лучшимъ проводникомъ, онъ вплетъ въ него тонкую металлическую проволоку, и держалъ его за шелковый шнуръ; такимъ-образомъ онъ былъ изолированъ и не подвергался опасности. При приближеніи грозы, изъ жестяной трубочки, привязанной къ нижнему концу проводящаго шнура, вылетали полосы огня длиною около 10 футовъ, сопровождаемыя ударомъ, подобнымъ пистолетному выстрѣлу и лежація на землѣ соломенки притягивались съ разстоянія нѣсколькихъ футовъ. Уже прежде, чѣмъ пошелъ дождь, онъ почувствовалъ, какъ-будто бы лице его опутано паутиной, хотя онъ стоялъ на разстояніи трехъ футовъ отъ желѣзной трубки. Шнуръ свѣтился по всей своей длинѣ, и фосфорный запахъ распространялся далеко вокругъ его.

Опыты Кроссе
и Вика.

Чтобы наблюдать электричество въ верхнихъ слояхъ атмосферы и проходящихъ мимо облакахъ, въ новѣйшее уже время, по распоряженію Кроссе, поставлены были мачтовые бревна въ 50 футовъ высокою, и прикрѣплены желѣзными обручами къ толстымъ деревь-

ямъ. Они поддерживали изолированную, горизонтально натянутую мѣдную проволоку около 2000 футовъ длиною, одинъ конецъ которой, окруженной непроводникомъ, проведенъ былъ въ комнату. Атмосферное электричество, собранное этою проволокою, плавило тонкую желѣзную проволоку и въ одно мгновеніе заряжало вполне электрическую батарею. Подобная же проволока, въ опытахъ Вика, проводила атмосферное электричество, которое пробивало карты и разбивало стекло; вообще производило тѣ же дѣйствія, какъ и обыкновенная электрическая батарея. При этихъ опытахъ, электричество грозовыхъ тучъ оказывалось то положительнымъ, то отрицательнымъ.

Опытъ. Для того, чтобы можно было обнаружить существованіе атмосфернаго электричества помощью электрометра, онъ долженъ быть по возможности воспримчивъ и стекло его хорошо изолировано. Къ проволокѣ электрометра прикрѣпляется вертикально заостренная вверху проволока, въ 3 фута длинной и въ $\frac{1}{2}$ линіи толщины; затѣмъ электрометръ выносится на воздухъ, и держится сначала низко, а потомъ быстро подымается вверхъ, на сколько позволитъ рука. Если листочки золота при этомъ не разойдутся, то вверху привязываютъ къ проволокѣ кусочекъ труту и зажигаютъ его. При тихой погодѣ струя дыма представляетъ хорошій проводникъ и если она подыметъ довольно высоко, то произойдетъ расхожденіе пластинокъ.

194. Происхожденіе атмосфернаго электричества. До сихъ-поръ еще неизвѣстно, какимъ-образомъ, во время грозы возбуждается электричество въ воздухѣ. Прежде причину атмосфернаго электричества признавали испа-

Неизвѣстная причина атмосфернаго электричества.

реніе воды въ рѣкахъ и моряхъ; новѣйшіе же опыты показали, что пары соленой воды тогда только бываютъ наэлектризованы, когда жидкость кипятится въ металлическомъ сосудѣ, и пары, подымаясь, трутся о его стѣнки; но паръ не содержитъ ни малѣйшаго слѣда электричества, если вода испарится при обыкновенной температурѣ воздуха, какъ это бываетъ болѣею частію въ природѣ. Другіе предполагали, что электричество возбуждается процессомъ растенія травъ и деревьевъ, или необыкновенно быстрымъ образованіемъ облаковъ.

Но такъ-какъ ни одно изъ этихъ мнѣній не доказано опытомъ, то въ новѣйшее время пришли къ мысли о существованіи земнаго электричества. Въ землѣ находится, какъ полагаютъ, извѣстное количество отрицательнаго электричества, которое остается постояннымъ, но распредѣленіе его измѣняется со временемъ. Самая же атмосфера, воздухъ, не содержитъ вовсе электричества и не имѣетъ способности, ни проводить, ни содержать его. Такъ-какъ обыкновенно электричество скопляется на остріяхъ, то и земное электричество будетъ скопляться на высокихъ предметахъ, какъ то: на крышахъ домовъ, колокольняхъ церквей, вершинахъ горъ. Атмосферные водяные пары могутъ находиться въ соприкосновеніи съ землею и тогда верхніе слои ихъ, подобно вершинамъ горъ, будутъ содержать земное электричество. Отдѣльно плавающія облака подвергаются раздѣляющему дѣйствію земнаго электричества и могутъ передать другимъ облакамъ отталкиваемое ими отрицательное электричество. Облако же, наэлектризо-

ванное положительно, будетъ еще сильнѣе притягивать отрицательное электричество земли.

195. Образованіе громовыхъ тучъ. Лѣтомъ, при ясной погодѣ, грозѣ обыкновенно предшествуетъ большой жаръ, который становится душнымъ при наступающемъ безвѣтріи; такое состояніе воздуха мы называемъ духотой. Въ одномъ какомъ-либо мѣстѣ атмосферы образуется тогда низкое густое облако, которое быстро возрастаетъ на верхнемъ своемъ краѣ и распространяется въ видѣ свода. Вскорѣ потомъ сгущаются также водяные пары въ сосѣднихъ странахъ воздуха, и въ короткое время совершенно ясное до тѣхъ поръ небо покрывается множествомъ малыхъ, клочками висящихъ, облаковъ, которыя скоро сближаются между собою, скоро стекаются въ одно цѣлое. Движеніе ихъ становится быстрѣе и быстрѣе, полосы электрическаго свѣта перелетаютъ отъ одного изъ нихъ къ другому, и наконецъ они соединяются въ одну мрачную, грозовую тучу. Бурный ураганъ поднимаетъ пыль и вихремъ крутитъ оторванные листья; это послѣдній предвѣстникъ близкой грозы.

Образованіе
громовыхъ
тучъ.

196. Молнія и ея дѣйствія. Молнія есть большая электрическая искра, и рассматриваемая вблизи, представляетъ ослѣпительный огненный шаръ. Подобно тому какъ въ темнотѣ, при быстромъ движеніи горящаго угля, глазу представляется свѣтлая линія, такимъ же образомъ и молнія освѣщаетъ путь, пробѣгаемый ею съ чрезвычайною скоростію. Путь ея имѣетъ форму зигзага. Дѣйствительно, гоня передъ собою воздухъ, она сгущаетъ его, отчего онъ становится худшимъ проводникомъ и представляетъ препятствіе ея движенію,

Молнія.

и принуждаетъ молнію отклониться въ сторону съ прямой линіи и продолжать свой путь черезъ болѣе рѣдкій слой воздуха; но и послѣдній, въ свою очередь, скоро слишкомъ сгустится и молнія снова измѣнитъ направленіе.

Большую частію молнія перелетаетъ отъ одного облака къ другому. Гораздо рѣже молнія ударяетъ, т. е. направляется къ земной поверхности. Какъ-скоро положительно наэлектризованное облако достаточно спустится къ земной поверхности, противоположное электричество, по закону раздѣленія, направляется къ предметамъ ближайшимъ къ облаку. Оба электричества стремятся соединиться между собой; появляется сильная искра ударяющей молніи, причемъ электричество облака прорѣзываетъ раздѣляющій его отъ земли воздухъ. Такимъ-образомъ молнія устремляется къ влажному слою земли или къ водѣ. Чтобы достигнуть этой конечной точки своего пути, она слѣдуетъ черезъ лучшіе проводники электричества: флюгера, водосточныя и печныя трубы; рѣдко переходитъ она при этомъ изъ твердыхъ тѣлъ снова въ воздухъ, развѣ только въ томъ случаѣ, когда она можетъ кратчайшимъ путемъ достигнуть хорошаго проводника.

Дѣйствіе мол-
ніи.

Механическія дѣйствія молніи, ударяющей въ дурные проводники, бываютъ вообще чрезвычайно сильны. Комнатная мебель приводится въ совершенный безпорядокъ, двери срываются съ петель, косяки вырываются изъ своихъ мѣстъ; кареты пробиваются насквозь, мачты кораблей и деревья расщепляются. Соломенные крыши, сухое дерево и разнаго рода одежда обугливаются или воспламеняются, и тонкія металлическія пла-

стинки и проволоки плавятся отъ жара, производимаго молніей. Если молнія проникаетъ сквозь песокъ, чтобы достигнуть находящагося подъ нимъ влажнаго слоя, то она плавить даже песчинки, и обозначаетъ свой путь черноватыми или сѣрыми трубочками, около дюйма шириною; такія трубочки находятъ на песчаныхъ мѣстахъ, гдѣ замѣченъ былъ ударъ молнии. Животныя, подвергшіяся такому удару, болѣею частію мгновенно умираютъ. При этомъ наружныя поврежденія вовсе незначительны, иногда только находятъ глубокія раны до самой кости на рукахъ убитаго. Поэтому смерть, кажется, происходитъ здѣсь вѣдствие того, что ударъ прекращаетъ дѣятельность нервовъ.

Происхожденіе зарницы до сихъ поръ еще не объяснено удовлетворительно. Ее принимаютъ, или за отблескъ молнии, происшедшей подъ горизонтомъ, или за дѣйствительную молнію столь отдаленной грозы, что мы не въ состояніи слышать грома, или наконецъ за разряженіе сильно наэлектризованнаго облака, подобное электрическому свѣту острія (§ 185). Вѣроятно, это только отблескъ очень отдаленной молнии. Такъ замѣчена была въ ночи съ 10-го на 11-е іюля 1783 года зарница на горизонтѣ по направленію къ Женевѣ, и въ тотъ же самый часъ надъ Женевою разразилась ужасная гроза. Вечеромъ 31 іюля 1813 года, при совершенно ясномъ небѣ, близъ Лондона видна была сильная зарница по направленію къ югу, и вскорѣ за тѣмъ получено было извѣстіе, что въ то же самое время была страшная гроза въ разстояніи 25 миль оттуда между Дюнкирхеномъ и Кале.

197. Громъ. При быстромъ движеніи въ воздухѣ хлы-

Громъ.

стика или палки, масса его сотрясается, приходитъ въ колебательное движеніе, чѣмъ и возбуждается болѣе или менѣе сильный звукъ. Поэтому, каждая электрическая искра, прорывающая и сотрясающая воздухъ, сопровождается трескомъ или ударомъ, если она очень сильна. Подобнымъ же образомъ происходитъ и громъ, вслѣдствіе колебаній потрясенной молніей массы воздуха.

Громъ и молнія происходятъ совершенно въ одно время. Но такъ-какъ звукъ употребляетъ большее время, чтобы достигнуть къ намъ отъ мѣста своего происхожденія и въ одну секунду проходитъ только 1108 футовъ, то звуковыя колебанія воздуха, по которымъ мы судимъ о происхожденіи грома, достигаютъ нашего уха позднѣе, чѣмъ глазъ замѣчаетъ появленіе молніи. Если мы слышимъ громъ 10 секундами позднѣе, чѣмъ замѣтили произведшую его молнію, то очевидно, что звуковыя волны употребили это время для того, чтобы пройти пространство, отдаляющее отъ насъ мѣсто ихъ происхожденія. Но звукъ въ одну секунду проходитъ 1108 футовъ, слѣдовательно въ 10 секундъ онъ пройдетъ 11080 футовъ, откуда заключаемъ, что громъ и молнія послѣдовали на разстояніи 11080 футовъ отъ насъ. Такъ далеко была въ этомъ случаѣ гроза. Итакъ, чтобы приблизительно опредѣлить разстояніе грозы отъ насъ, должно выразить въ секундахъ промежутокъ времени между молніей и громомъ и на каждую секунду считать 1108 футовъ; для этого обыкновенно считаютъ пулъсъ, и каждые четыре удара его принимаютъ за три секунды. Самый длинный промежутокъ между молніей и громомъ немного превосходитъ одну минуту.

Раскаты
грома.

Если туча проходить очень низко, и въ это время ударяетъ молнія, то громъ слышенъ вблизи, какъ простой ударъ безъ слѣдующихъ за нимъ раскатовъ; всѣ колебанія воздуха поражаютъ тогда ухо въ одно и то же мгновеніе. Если напротивъ, молнія перелетаетъ отъ одного облака къ другому, и при этомъ пробѣгаетъ по длинному и широкому пути, то мы слышимъ раскаты грома. Прежде всего звукъ достигаетъ наблюдателя отъ ближайшихъ къ нему точекъ этого пути, и потомъ мало-по-малу проходитъ изъ болѣе отдаленныхъ точекъ; поэтому мы слышимъ рядъ громовыхъ ударовъ, которые слѣдуютъ непрерывно одинъ за другимъ, и въ гористыхъ странахъ усиливаются еще эхомъ.

198. Нѣкоторыя предосторожности, соблюдаемыя во время грозы. Такъ-какъ молнія избираетъ всегда лучшіе проводники, то полезно во время грозы держаться далѣе отъ хорошо проводящихъ предметовъ и именно не стоять вблизи большихъ металлическихъ массъ. Такимъ-образомъ должно избѣгать металлическихъ канделябровъ, проволоки колокольчика, желѣзныхъ печей, большихъ зеркалъ, рамка которыхъ состоитъ изъ металла, водосточныхъ трубъ; сажа и дымъ также принадлежатъ къ хорошимъ проводникамъ, поэтому совѣтуютъ во время грозы тушить огонь въ каминѣ, чтобы восходящій столбъ дыма не могъ служить хорошимъ проводникомъ для молнии. Во всякомъ случаѣ, наиболѣе безопаснымъ мѣстомъ будетъ середина комнаты, и нѣтъ никакой причины закрывать чѣмъ бы то ни было окна.

Предосторож-
ности во время
грозы.

На воздухъ не слѣдуетъ становиться подъ отдѣльно стоящее дерево, укрыватъ ся подъ стогомъ сѣна и во-

обще оставаться близъ воды. Должно также избѣгать совершенно открытыхъ и безлѣсныхъ пространствъ, потому-что стоящій здѣсь человѣкъ, какъ самый высокій предметъ, находится всего ближе къ облаку. Все-го лучше переждать грозу, близъ высокаго дерева, на разстояніи по крайней мѣрѣ 20 футовъ отъ самой длинной вѣтви его; въ этомъ случаѣ, еслибы молнія и ударила около этого мѣста, то она прошла бы черезъ дерево, какъ самый высокій предметъ, и не могла бы поразить человѣка на такомъ разстояніи.

Громоотводъ.

499. Громоотводъ. Громоотводъ изобрѣтенъ Франклиномъ, и сначала повсемѣстно распространился въ его отечествѣ, Сѣверной Америкѣ, гдѣ грозы бывають очень часто. Онъ состоитъ изъ двухъ частей, воспри-

Фиг. 194, а.



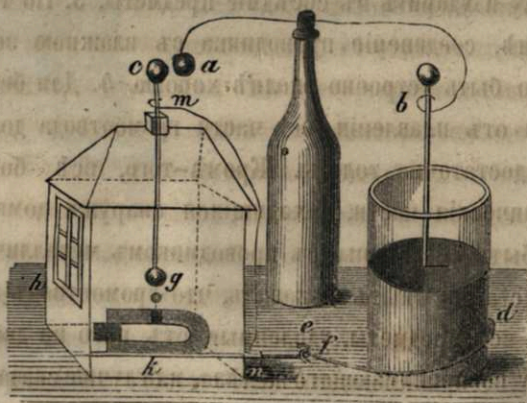
нимающаго и отводящаго шеста; первый состоитъ изъ желѣзнаго шеста, въ 20 футовъ длиною, утвержденного вертикально на верхней части крыши; внизу онъ имѣетъ нѣсколько дюймовъ толщины, но къверху утоняется болѣе-и-болѣе, и оканчивается остриемъ изъ такого металла, который не ржавѣетъ и остается всегда хорошимъ проводникомъ, обыкновенно изъ позолоченной мѣди или изъ платины. Къ нижней части его прикрѣпляется винтомъ другой четырехгранный шестъ; онъ также дѣлается обыкновенно изъ желѣза, и имѣетъ $\frac{3}{4}$ дюйма въ квадратѣ; для предохраненія отъ ржавчины, онъ покрывается масляной краской, смѣшанной съ сажей. Въмѣсто желѣзнаго шеста употребляется так-

же сложенная въ нѣсколько разъ и свитая мѣдная проволока, толщиною въ палецъ. Проводникъ этотъ проходитъ по кровлѣ и далѣе внизъ по стѣнѣ, потомъ въ нѣкоторомъ удаленіи отъ нея проводится глубоко въ сырую землю, гдѣ обкладывается древеснымъ углемъ, для предохраненія отъ ржавчины. Отъ острія воспринимающаго жезла до нижняго отводящаго конца, проводникъ не долженъ прерваться ни въ одномъ мѣстѣ; громоотводъ должно осматривать отъ времени до времени,—иначе онъ не только не будетъ предохранять отъ опасности, но и самъ будетъ не безопасенъ. Вообще громоотводъ долженъ удовлетворять слѣдующимъ четыремъ условіямъ: 1. Воспринимающій шестъ долженъ оканчиваться весьма тонкимъ остриемъ, потому-что молнія ударяетъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ тупѣе острие. 2. Отъ острія до нижняго конца отводящаго шеста проводникъ не долженъ прерваться ни въ одномъ мѣстѣ, потому-что иначе молнія уклонится въ сторону и ударитъ въ сосѣдніе предметы. 3. По той же причинѣ, соединеніе проводника съ влажною землею должно быть устроено вполнѣ хорошо. 4. Для безопасности отъ плавленія, всѣ части громоотвода должны быть достаточно толсты. Кромѣ-того, всѣ большія металлическія части, находящіяся снаружи дома, должны быть соединены съ проводникомъ металлическими шестами. Опытъ показалъ, что громоотводъ защищаетъ всѣ предметы, удаленные отъ него на двойную высоту воспринимающаго желѣза, или лучше сказать на удвоенную ту часть его, которою онъ превышаетъ самыя высшія точки зданія.

Тщательно устроенный громоотводъ дѣйствуетъ дво-

яко. Когда двигается надъ нимъ электрическое облако, то къ нему съ острія шеста устремляется, въ большомъ количествѣ и съ чрезвычайною скоростью, противоположное электричество земли, и приводитъ въ бездѣйствіе часть атмосфернаго электричества. Громоотводъ ослабляетъ дѣйствіемъ своего острія электрическую силу грозовой тучи и уменьшаетъ, такимъ образомъ, число ударовъ молніи. Если же устремляющееся съ острія электричество не въ состояніи отвести громоваго удара быстро набѣжавшаго облака, то тогда наступаетъ второе дѣйствіе громоотвода. Дѣйствительно, молнія не падаетъ ни на какую другую часть зданія, а только на металлическій шестъ, и по непрерывному проводнику уходитъ въ влажную почву, не причиняя ни малѣйшаго вреда самому зданію, и не обнаруживая ни на чемъ своего разрушительнаго дѣйствія.

фиг. 194, в.



Грозовой до-
микъ.

Грозовой домикъ. Для изученія устройства громоотводовъ весьма полезенъ снарядъ, извѣстный подъ

именемъ громоваго домика. Онъ готовится изъ картона, и одна стѣнка его (означенная на чертежѣ буквою *h*) вовсе не приклеивается. Картонная трубочка, проникающая внутрь дома, представляетъ дымовую трубу; въ нее туго входитъ толстая вертикальная проволока *c g*; въ томъ мѣстѣ, гдѣ она проходитъ черезъ дымовую трубу, она обложена кругомъ толстымъ слоемъ сургуча; внизу она оканчивается шарикомъ, вверху остриемъ, на которое можетъ быть насаженъ другой металлическій шарикъ. Полъ домика оклеивается листовымъ оловомъ или серебряной бумагой, и находится въ соединеніи съ проволокою *k n e*, которая выходитъ изъ домика направо въ горизонтальномъ направленіи, и потомъ загибается крючкомъ. На полу въ *k* кладется металлическая пластинка и на нее небольшое количество легко воспламеняющейся смѣси, (§ 189 *b*) сѣрнистаго антимонія и хлористокислаго кали; вертикальная проволока *c g* ставится такимъ образомъ, чтобы нижній ея шарикъ касался смѣси. Или на томъ же мѣстѣ кладется электрическій пистолетъ, такъ чтобы шарикъ его находился подъ самымъ шарикомъ вертикальной проволоки. Внѣшняя обкладка сильно заряженной Лейденской банки сообщается съ поломъ домика проволокою *f d*. Кромѣ-того, сквозь пробку изолирующей бутылки проводится проволока *a b*, оканчивающаяся съ одной стороны шарикомъ, а съ другой крючкомъ, который плотно обхватываетъ пробку Лейденской банки. Эта проволока вмѣстѣ съ своимъ шарикомъ *a* представляетъ громовую тучу.

Опытъ а. Если послѣ всѣхъ этихъ приготовленій приблизить облако *a* къ шарiku *c*, передвигая для это-

го бутылку и Лейденскую банку, то произойдетъ ударъ. Молнія слѣдуетъ по лучшимъ проводникамъ *c h, k, n, e*, и воспламеняетъ при этомъ газъ въ пистолетѣ; вылетающая изъ него пробка уронитъ стѣнку *h*.

Опытъ b. Во-вторыхъ, снарядъ этотъ показываетъ, что громоотводъ защищаетъ домикъ. Заряженный пистолетъ, снова кладется на мѣсто подъ *g*, и Лейденская банка снова заряжается. Толстая проволока *m n*, представляющая громоотводъ, плотно огибаешь однимъ концомъ проволоку надъ дымовою трубою, а другимъ прикрѣпляется къ горизонтальной проволокѣ въ *n*. Если теперь приблизить облако *a* къ шарикъ *c*, то послышится трескъ, громъ, но искра не воспламенитъ газа въ пистолетѣ.

Опытъ c. Если повторить этотъ опытъ съ тѣмъ измѣненіемъ, что снять шарикъ *c*, такъ что облако противопоставляется тогда острію, то не только не произойдетъ воспламенение газа, но и самый ударъ будетъ едва слышенъ. Поэтому, лучше устроить громоотводы, оканчивающіеся наверху остріемъ.

Опытъ d. Громоотводъ не долженъ быть слишкомъ тонокъ, потому-что тогда онъ не будетъ хорошимъ проводникомъ, и молнія устремится по другому пути. Въ-сто отвода *m n* употребляется очень тонкая проволока; она слишкомъ дурно проводитъ электричество и искра воспламеняетъ газъ.

Опытъ e. Если удалить нижній конецъ *n* отвода отъ проволоки *k e*, то получится прерванный громоотводъ, который всегда опасенъ, и приноситъ болѣе вреда, чѣмъ пользы. Въ нашемъ снарядѣ ударъ въ этомъ случаѣ будетъ гораздо вѣрнѣе зажигать газъ.

ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.

200. Возбужденіе гальваническаго электричества.

Открытие
Гальвани.

Въ 1790 году, Алоизій Гальвани, врачъ и профессоръ медицины въ Болоньѣ, прописалъ своей женѣ, страдавшей сильнымъ кашлемъ, употребленіе соуса изъ лягушекъ. Одинъ изъ его помощниковъ занимался въ кабинетѣ профессора приготовленіемъ лягушекъ, а самъ Гальвани недалеко отъ него, въ присутствіи многихъ слушателей, производилъ опыты съ электрическою машиною. Вдругъ общая тишина нарушена была крикомъ удивленія: съ мертвыми лягушками сдѣлались сильнѣйшія судороги и онѣ обнаружили слѣды новой жизни. Присутствующіе разсуждали о причинѣ столь страннаго явленія, и въ это время супруга Гальвани замѣтила, что судороги становились наиболѣе сильными, когда появлялась искра электрической машины. Поэтому судороги ножекъ лягушки приписали дѣйствию электричества, подобно тому, какъ и разряжаніе Лейденской банки производитъ сотрясеніе и судороги.

Опытъ Гальвани надъ лягушками.

Заслуга Гальвани заключается въ томъ, что онъ съ удивительнымъ терпѣніемъ продолжалъ потомъ изслѣдованіе сдѣланныхъ наблюденій. Прежде всего онъ хотѣлъ рѣшить, можетъ ли также и электричество воздуха произвести подобныя судороги. Съ этимъ на-

мѣрениемъ онъ прикрѣпилъ къ ножкѣ лягушки, близь нерва, мѣдную проволоку, которая должна была воспринимать электричество воздуха, и въ ожиданіи дальнѣйшихъ опытовъ повѣсилъ ее на желѣзную рѣшетку своего сада. Сильнѣйшія судороги происходили при этомъ, какъ-скоро мускулы лягушки касались желѣза. Однакожь воздухъ, котораго электрическое состояніе изслѣдовалъ Гальвани, оказался совершенно ненаэлектризованнымъ, и на мѣдной проволоцѣ также не могло собраться электричество, потому-что она соединена была съ землею посредствомъ проводящей желѣзной рѣшетки.

Объясненіе
Гальвани.

Поэтому Гальвани принялъ за доказанное, что при этомъ опытѣ какое электричество не могло придти въ лягушку извнѣ, и такъ-какъ несмотря на это судороги обнаруживали присутствіе электричества, то онъ заключилъ, что электричество выходило изъ самой лягушки, и отъ нервовъ направлялось черезъ проводящій металлъ къ мускуламъ животнаго. Прикасаясь различными металлами къ нервамъ и мускуламъ, и въ то же время прикладывая одинъ металлъ къ другому, онъ наблюдалъ подобныя же судороги и въ другихъ животныхъ, и далъ этому явленію весьма странное объясненіе: всѣ живыя существа заряжены электричествомъ, подобно Лейденскимъ банкамъ; мозгъ есть источникъ положительнаго электричества, которое распространяется изъ него по нервамъ; напротивъ, въ мускулахъ собрано отрицательное электричество; если нервы и мускулы по волѣ существа соединяются между собою проводникомъ, то происходитъ движеніе членовъ. По этому воззрѣнію всѣ наши движенія и вся наша жизнь есть дѣйствіе элек-

тричества, и всё люди и животныя суть ни что иное, какъ движущіяся Лейденскія банки.

201. Возбужденіе электричества взаимнымъ прикосновеніемъ двухъ металловъ. Ученіе Гальвани встрѣтило въ Павіи противника въ молодомъ естествоиспытателѣ, графъ Александръ Вольта, который обратилъ вниманіе на то, что въ тѣлахъ животныхъ нервы и мускулы всегда соединены между собою проводниками, а потому въ нихъ не могутъ скопиться противоположныя электричества, и доказалъ, что электричество, производшее эти судороги, возбуждено взаимнымъ прикосновеніемъ двухъ металловъ. Гальвани оспаривалъ эту истину самымъ рѣшительнымъ образомъ, но Вольта доказалъ ее слѣдующимъ опытомъ:

Возбужденіе электричества прикосновеніемъ двухъ металловъ.

Основной опытъ Вольта. Двѣ круглыя пластинки, одна мѣдная, а другая цинковая, имѣющія по-крайней-мѣрѣ три дюйма въ поперечникѣ, снабжаются изолирующими стеклянными ручками и шлифуются съ большимъ тщаніемъ; металлъ ихъ долженъ быть новъ и блестящъ.

фиг. 195.



Основной опытъ Вольта.

Удерживая пластинки посредствомъ изолирующихъ ручекъ, ихъ прикладываютъ одну къ другой, и потомъ снова раздѣляютъ. Потомъ приводятъ мѣдную пластинку въ соприкосновеніе съ головкою весьма чувствительнаго электрометра. Дѣйствіе это повторяется нѣсколько разъ, послѣ чего золотыя листочки электрометра оттолкнутся и тѣмъ обнаружатъ электричество мѣди. По испытаніи, оно оказывается отрицательнымъ; поэтому мѣдь, вслѣдствіе прикосновенія, получила отрицательное электричество; цинкъ же наэлектризовался положительно, и чтобы обнаружить

*

его электричество пользуются электрометромъ съ цинковою головкою. Для произведенія этого опыта вообще необходимы тщательно приготовленные снаряды.

Изъ основнаго опыта Вольта проистекаетъ, относительно происхожденія гальваническаго электричества, слѣдующій

Первый законъ: *Взаимнымъ прикосновеніемъ двухъ металловъ, возбуждается электричество.*

Электрическая сила, возбуждающаяся въ мѣстахъ прикосновенія двухъ металловъ, раздѣляетъ положительное и отрицательное электричества, связанныя въ естественномъ состояніи тѣла, и гонитъ одно изъ нихъ, положительное—къ цинку, а другое, отрицательное—къ мѣди. Здѣсь оба электричества удерживаются въ состояніи напряженія, стремясь снова соединиться между собой, но раздѣляющая сила не позволяетъ имъ возвратиться черезъ мѣста прикосновенія. Сила возбужденія электричества въ различныхъ металлахъ весьма различна; такимъ-образомъ цинкъ, въ соприкосновеніи съ платиною или углемъ, который подобно металлу возбуждаетъ электричество, наэлектризовывается гораздо сильнѣе, нежели въ соприкосновеніи съ мѣдью. Сверхъ-того, одинъ и тотъ же металлъ наэлектризовывается положительно прикосновеніемъ съ однимъ металломъ, и отрицательно съ другимъ, какъ напр. мѣдь въ прикосновеніи съ цинкомъ получаетъ отрицательное электричество, а въ прикосновеніи съ платиною—положительное. Слѣдующій рядъ тѣлъ расположенъ такимъ-образомъ, что каждый изъ нихъ въ соприкосновеніи съ однимъ изъ слѣдующихъ за нимъ, электризуется поло-

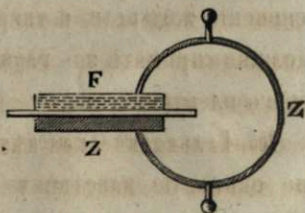
жительно, а съ однимъ изъ предъидущихъ отрицательно, и тѣмъ сильнѣе, чѣмъ далѣе отстоятъ они одинъ отъ другаго въ этомъ ряду: + цинкъ, свинецъ, олово, желѣзо, мѣдь, серебро, золото, платина, уголь. Итакъ, цинкъ въ прикосновеніи со всѣми металлами электризуется положительно, и сильнѣйшимъ образомъ въ прикосновеніи съ платиною и углемъ.

202. Возбужденіе электричества взаимнымъ прикосновеніемъ металла и жидкости. Вольта доказаль происхожденіе электричества при соприкосновеніи двухъ твердыхъ тѣлъ, но не обратилъ вниманія на возбужденіе электричества прикосновеніемъ твердаго и жидкаго тѣла.

Возбужденіе электричества взаимнымъ прикосновеніемъ металла и жидкости.

Второй основной опытъ. Къ весьма чувствительному электрометру привинчивается тщательно отшлифованная сверху цинковая пластинка *z*; на нее кладется по возможности тонкая, также тщательно отшлифованная стеклянная пластинка, но нѣсколько бѣльшаго размѣра, такъ, чтобы края ея выставлялись за края цинковой пластинки. Сверху, по стеклу разливается тонкимъ слоемъ испытываемая жидкость *f*, напр. слабая сѣрная кислота; затѣмъ берется узкая цинковая полоска, согнутая кольцомъ, и снабженная двумя изолирующими ручками, и однимъ концомъ приводится въ соприкосновеніе съ цинкомъ, а другимъ—съ жидкостью. Возбужденное такимъ образомъ электричество цинка остается еще въ связанномъ состояніи (§ 173). Если

фиг. 196.



же удалить сначала цинковую полоску, держа ее за изолирующія ручки, а потомъ стеклянную пластинку, то электрометръ покажетъ, что цинкъ наэлектризовался отрицательно при соприкосновеніи съ жидкостью.

Второй законъ: *Взаимнымъ прикосновеніемъ металла и жидкости, возбуждается электричество.*

Тотъ же опытъ, произведенный съ пластинками и полосками другихъ металловъ и съ углемъ, учитъ, что цинкъ, въ соприкосновеніи съ жидкостью, сильнѣйшимъ образомъ наэлектризовывается отрицательно, тогда какъ жидкость получаетъ положительное электричество.

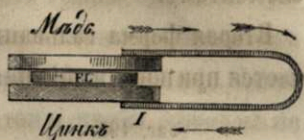
Главный источникъ гальваническаго электричества.

Чтобы сравнить силу возбужденія электричества при соприкосновеніи двухъ металловъ и при соприкосновеніи металла и жидкости, въ снарядѣ фиг. 196, употребляется вмѣсто жидкости платиновая или мѣдная пластинка, а самый опытъ производится такимъ же образомъ. Электрометръ показываетъ тогда, что электричество, возбужденное прикосновеніемъ цинка и жидкости, гораздо сильнѣе того, которое возбуждается соприкосновеніемъ его съ другими металлами. Отсюда истекаетъ важное слѣдствіе, что взаимное прикосновеніе жидкости и твердаго тѣла, металла или угля, должно принять за главный источникъ гальваническаго электричества.

Гальваническая цѣпь.

203. Гальваническая цѣпь и гальваническій токъ. Если на цинковую пластинку положить сухоиный кружокъ, смоченный предварительно слабою сѣрною кислотою, то, въ слѣдствіе взаимнаго прикосновенія, цинкъ наэлектризуется отрицательно, а жидкость — положительно. Оба электричества стремятся снова соединиться, но это не

Фиг. 197.



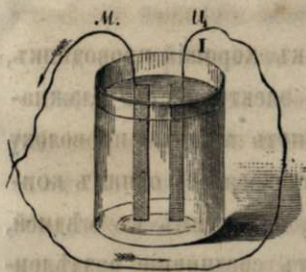
можетъ однакожь произойти въ мѣстахъ прикосновенія. Если же на влажный кружокъ положить мѣдную пластинку, которая будетъ прикасаться къ нему во многихъ точкахъ, то она, какъ хорошій проводникъ, воспринимаетъ положительное электричество влажнаго кружка, и если потомъ согнуть мѣдную проволоку такимъ-образомъ, чтобы она прикасалась однимъ концомъ къ цинковой пластинкѣ, а другимъ къ мѣдной, то черезъ проволоку послѣдуетъ соединеніе раздѣленныхъ электричествъ. Положительное электричество жидкости течетъ по мѣдной пластинкѣ и проволоку къ отрицательному электричеству цинка. Но такъ-какъ цинкъ все-еще остается въ соприкосновеніи съ влажнымъ кружкомъ, то въ то же мгновеніе оба они снова наэлектризовываются: электричества снова пробѣгаютъ по проволоку и соединяются между собой, но тотчасъ же опять возбуждаются продолжающимся прикосновеніемъ. Сверхъ-того, въ предъидущемъ снарядѣ электричество возбуждается не только соприкосновеніемъ цинка съ жидкостью, но и мѣдь также соприкасается съ цинкомъ посредствомъ мѣдной проволоки, въ мѣстѣ обозначенномъ I. Отсюда положительное электричество устремляется къ цинку въ томъ же направленіи, которое имѣетъ положительный токъ, возбужденный жидкостью; такъ что оба они соединяются въ одинъ сильнѣйшій токъ. Этотъ снарядъ, въ которомъ два металла находятся въ соприкосновеніи съ жидкостью, называется

простою гальваническою цѣпью или гальваническимъ элементомъ.

Гальваничес-
кій токъ.

Вторая форма гальванической цѣпи (фиг. 198) полу-
чается при погруженіи цинковой и мѣдной пластинки въ

фиг. 198.



стеклянный сосудъ, напол-
ненный слабою сѣрною ки-
слою, внутри которой онѣ
не должны соприкасаться
между собою; къ верхнимъ
концамъ обѣихъ металли-
ческихъ пластинокъ припа-
иваются мѣдныя проволоки.

По этимъ проволокамъ, когда онѣ прикасаются между
собою, течетъ непрерывно положительное электриче-
ство жидкости, черезъ мѣдь къ цинку, и туда же устрем-
ляется, отъ мѣста прикосновенія I. обонхъ металловъ,
возбужденное здѣсь положительное электричество; на
встрѣчу имъ притекаетъ отъ обонхъ источниковъ от-
рицательное электричество. Подъ направленіемъ галь-
ваническаго тока всегда разумѣется направленіе поло-
жительнаго тока, которое и обозначено на фигурѣ стрѣл-
ками. Токъ гальванической цѣпи пробѣгаетъ проволоку
всегда въ направленіи къ цинку, идетъ ли онъ отъ мѣ-
ди, платины или угля. При чрезвычайной скорости элек-
тричества (§ 183), оно пробѣгаетъ проволоки въ каж-
дое мгновеніе безчисленное множество разъ, и также
часто при этомъ вытекаетъ оно изъ мѣста прикосно-
венія цинка съ жидкостью и съ другимъ металломъ,
какъ-бы изъ неизсякаемаго источника. Хотя возбуж-
денное такимъ-образомъ электричество имѣетъ весьма
малое напряженіе и обнаруживаетъ столь слабое элек-

трическое отталкиваніе, что основныя гальваническіе опыты могутъ быть произведены только съ весьма чувствительными снарядами, но оно отличается при этомъ продолжительностью своего движенія и дѣйствія. Здѣсь слѣдуетъ только заботиться о томъ, чтобы металлы не потерпѣли какихъ-либо измѣненій, которыя бы ослабили или даже сдѣлали невозможнымъ возбужденіе электричества.

24. Постоянныя гальваническія цѣпи. Выше описанныя гальваническія цѣпи могутъ производить гальваническій токъ только въ продолженіи короткаго времени. Въ-самомъ-дѣлѣ, жидкость растворяетъ цинкъ, который осаждается на мѣдную пластинку; покрытая цинкомъ мѣдная пластинка дѣйствуетъ тогда какъ цинковая; обѣ онѣ въ соприкосновеніи съ жидкостью наэлектризовываются отрицательно и не могутъ болѣе возбуждать положительнаго тока. Сверхъ-того, къ мѣдной пластинкѣ поднимаются пузырьки водорода и препятствуютъ частію прикосновенію ея съ жидкостью. Поэтому, для того чтобы получить болѣе постоянное дѣйствіе, нужно раздѣлить оба металла какимъ-либо сосудомъ, который бы пропускалъ только жидкость и препятствовалъ осажденію цинка.

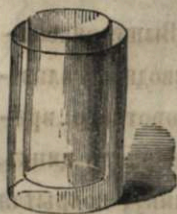
Постоянныя
гальваниче-
скія цѣпи.

Для этого служатъ скважистые глиняные стаканчики; если въ нихъ налить воды, то черезъ минуту они совершенно смокнуть съ наружной стороны; однако въ нихъ не должно быть трещинъ, черезъ которыя просачивалась бы вода. Каждый разъ, передъ употребленіемъ, они мочатся въ продолженіи одного дня въ чистой водѣ, иначе они будутъ слишкомъ хрупки и легко могутъ разбиться; когда они высохнутъ, ихъ не слѣ-

Глиняный
стаканчикъ.

дуетъ хранить близъ металловъ. Если кто-нибудь не захочетъ покупать у механика упоминаемую ниже Бунзенову цѣпь, но самъ захочетъ приготовить себѣ цѣпь изъ цинка и угля, то долженъ во-первыхъ приобрести для этого глиняный стаканчикъ, около 4 дюймовъ высоты. Онъ становится въ столовый стаканъ, который нѣсколько ниже его, и на столько шире, что между внутренними стѣнками стекляннаго стакана и наружными глинянаго остается свободный промежутокъ въ палецъ толщиною. Въмѣсто глинянаго стаканчика въ Даниэлевой цѣпи можно также употребить животный

Фиг. 199.

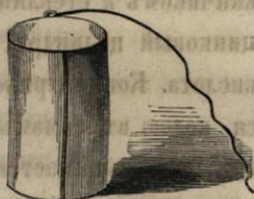


пузырь, натянутый на деревянную раму, какъ сказано въ (§ 213, b); для другихъ цѣпей его нельзя употреблять, потому-что онъ разъѣдается крѣпкою сѣрною кислотою. Также легко можно самому приготовить себѣ гипсовый цилиндръ, годный для всякой цѣпи. Съ этою цѣлью изъ картона готовится 2 цилиндра, каждый съ однимъ дномъ, изъ которыхъ одинъ долженъ имѣть такую величину, чтобы въ немъ вмѣщался гипсовый цилиндръ, а другой быть на столько уже, чтобы могъ входить въ гипсовый. Узкій цилиндръ удерживается свободно внутри широкаго, такъ, чтобы между ними образовался одинаковой ширины промежутокъ; въ этотъ промежутокъ наливается жидкій гипсъ, который долженъ заключать въ себѣ столько жидкости, чтобы могъ отвердѣть въ нѣсколько минутъ. Часъ спустя, можно удалить картонные цилиндры, развертывая наружный и свертывая внутренний. Уже на слѣдующій

день можно употребить гипсовый стаканчикъ, который вполне замѣняетъ собою глиняный.

Въ наружный промежутокъ, огибающій глиняный стаканчикъ, вставляется цинкъ.

У жестяныхъ дѣлъ мастера покупается толстый цинковый листокъ, по высотѣ равный глиняному стаканчику; онъ сгибается въ цилиндръ, который бы удобно входилъ въ стеклянный сосудъ



Фиг. 200.

Цинковый цилиндръ.

и плотно огибалъ глиняный стаканчикъ. Вверху, при обрѣзываніи цинка, оставляется полоска въ палецъ шириною и въ дюймъ вышиною или, вмѣсто нее, припаивается мѣдная полоска, а къ ней уже припаивается мѣдная проволока въ футъ длиною.

Опыты показали, что дѣйствіе гальванической цѣпи усиливается, если цинковый цилиндръ будетъ покрытъ тонкимъ слоемъ ртути или амальгмированъ. Чтобы амальгмировать новый цинковый цилиндръ, на блюдечко наливается немного ртути; она обливается крѣпкой соляной кислотой и въ нее погружается цинкъ, такъ, чтобы онъ прикасался къ ртути. Тогда слѣдуетъ только вращать цилиндръ, и амальгмированіе совершится въ нѣсколько минутъ. Когда цинковый цилиндръ стоитъ безъ употребленія, то ртуть собирается на немъ въ капли, но при употребленіи тотчасъ же снова разстилается по его поверхности. Если нужно снова амальгмировать уже бывшій въ употребленіи цинковый цилиндръ, то для этого достаточно, составивъ цѣпь, налить нѣсколько капель ртути въ разрѣженную сѣрную кислоту, въ которой находится цинкъ. При этомъ слѣ-

Амальгмированіе цинка.

дуетъ еще замѣтить, что ртуть—ядъ, и что слѣдующіе опыты можно произвести и не амальгамируя цинка.

Разрѣженная
сѣрная ки-
слота.

Въ наружный промежутокъ между глинянымъ стаканчикомъ и стеклянными стѣнками, куда вставляется цинковый цилиндръ, наливается разрѣженная сѣрная кислота. Концентрированная сѣрная кислота разводится водою въ самомъ стеклянномъ сосудѣ, причемъ изъ него вынимается глиняный стаканчикъ. Для этого сначала наливается вода и потомъ прибавляется мало-по-малу нѣсколько капель кислоты; это должно дѣлать медленно, отъ времени до времени, потому-что жидкость при этомъ нагревается, и стаканъ можетъ лопнуть. Въ большей части случаевъ одну часть по объему кислоты должно смѣшать съ десятью частями воды. Если же цинкъ амальгамированъ, то можно на 5 или даже на 3 части по объему воды взять одну часть кислоты: отъ этого значительно увеличится сила гальваническаго тока. Поверхность жидкости должна стоять на палецъ ниже краевъ стакана.

Другая жид-
кость.

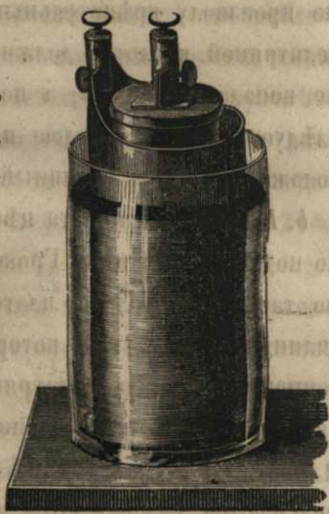
Описанное выше устройство относится ко всѣмъ вообще постояннымъ цѣпямъ; сверхъ-того, онъ отличается еще отъ прежнихъ цѣпей тѣмъ, что внутри глинянаго стаканчика находится не разрѣженная сѣрная кислота, но другая жидкость. Взаимнымъ прикосновеніемъ обѣихъ жидкостей, происходящимъ черезъ скважины или поры глины, какъ и прикосновеніемъ двухъ твердыхъ или твердаго и жидкаго тѣлъ, также возбуждается гальваническій токъ, и тѣмъ усиливается общее дѣйствіе цѣпи. Итакъ, въ каждой постоянной цѣпи имѣются два твердыхъ тѣла, возбуждающія

гальваническій токъ въ двухъ жидкостяхъ, раздѣленныхъ между собою скважистымъ тѣломъ. Другая жидкость избирается сообразно второму твердому тѣлу, которое въ нее погружается. Въ настоящее время чаще употребляются 4 постоянныя цѣпи:

- 1) цѣпь Грове, изъ цинка и платины;
- 2) цѣпь Бунзена, изъ цинка и угля;
- 3) цѣпь Даниэля, изъ цинка и мѣди;
- 4) цѣпь Штургона, изъ цинка и желѣза.

а. Цѣпь Грове. Цѣпь, предложенная Грове, самая сильная, но вмѣстѣ и самая дорогая, потому-что платина въ 5 разъ дороже серебра. Грове испыталъ дѣйствіе различныхъ металловъ и особенно сильнымъ оказалось дѣйствіе платины. Въ его снарядѣ, въ глинянаго стаканчика находится амальгамированный цинковый цилиндръ въ разрѣженной сѣрной кислотѣ, а внутри платина въ концентрированной селитряной кислотѣ. По причинѣ дороговизны, стараются употребить очень тонкій листокъ платины и потому готовится деревянная крышка, которая бы входила на глиняный стаканчикъ; посрединѣ ея вырѣзывается узкое продолговатое отверстіе и въ него просовывается узкая полоска платинового листка. На нижней сторонѣ крышки вырѣзывается ровикъ въ видѣ латинскаго S,

Фиг. 201.



въ него вставляють платину и утверждаютъ сургучомъ. Эту изогнутую форму даютъ металлу для того, что платина занимаетъ тогда болѣе мѣста въ глиняномъ стаканчикѣ и дѣйствуетъ сильнѣе, нежели узкая согнутая пластинка. Конецъ платиновой полоски, выступающійся надъ верхней стороною крышки, утверждается здѣсь между двумя согнутыми мѣдными пластинками, которыя привинчены къ крышкѣ. Къ этимъ мѣднымъ пластинкамъ и къ цинку можно припаять мѣдныя проволоки, но для большаго удобства къ нимъ обыкновенно припаиваются узкія мѣдныя трубочки, въ которыхъ проволоки можно утвердить по произволу крѣпительными винтами. При наливаніи селитряной кислоты, должно остерегаться, чтобы она не попала на цинкъ; а послѣ употребленія снаряда слѣдуетъ промыть водою платину, вытереть цинкъ и положить въ воду глиняный стаканчикъ.

Цѣпь Бун-
зена.

б. Цѣпь Бунзена. Эта цѣпь по своему дѣйствию близко подходитъ къ цѣпи Грове; устройство ея совершенно такое же, только платина замѣнена массивнымъ цилиндромъ изъ угля, который также погружается въ концентрированную селитрянную кислоту. Приготовленіе угольнаго цилиндра довольно затруднительно. Для этого 2 части по вѣсу кокса и 1 часть каменнаго угля измельчаются, смѣшиваются и подвергаются краснокапельному жару въ желѣзной формѣ. По охлажденіи, смѣсь погружается въ сиропъ, для приданія ей достаточной плотности и прокаливается во второй разъ въ огнеупорномъ тиглѣ. Сверху въ такомъ угольномъ цилиндрѣ утверждается мѣдный прутикъ, покрытый платиной, и къ нему уже привинчивается проволока.

Чтобы самому приготовить себѣ цѣпь изъ цинка и Приготовление
 угля найдешевѣйшимъ образомъ, надо взять кусокъ цѣпи изъ
 обыкновеннаго кокса и измельчить его въ порошокъ цинка и угля.
 Этотъ порошокъ, слегка смоченный на блюдечкѣ концен-
 трированной кислотою, которую можно достать въ каж-
 дой аптекѣ, высыпается въ глиняный стаканчикъ. Далѣе,
 берется кусокъ кокса мѣньшаго объема, нежели глиня-
 ный стаканчикъ, обертывается вверху мѣдною проволо-
 кою, одинъ конецъ которой, около фута, оставляется сво-
 боднымъ и затѣмъ осторожно вдавливается въ стакан-
 чикъ, наполненный порошкомъ. Цинковый цилиндръ,
 погружаемый въ разрѣженную сѣрную кислоту, не
 должно амальгамировать, но послѣ каждого употребле-
 нія чистить пескомъ или толченымъ кирпичомъ; тогда
 же высыпается порошокъ кокса и сушится; при слѣ-
 дующемъ опытѣ онъ снова смачивается селитря-
 ной кислотою. Съ этою цѣпью могутъ быть произведе-
 ны послѣдовательно опыты 206, 207, 210, 212, 214,
 215, 216, 218, 219 и 226.

с. Цѣпь Даниэля. Цѣпь изъ цинка и мѣди произ- Цѣпь Даниэ-
 водитъ слабѣйшій, но зато продолжительнѣйшій токъ. ля.
 Въ глиняномъ стаканчикѣ находится мѣдный цилиндръ,
 приготовленный совершенно такимъ же образомъ, какъ
 и нѣсколько бѣльшій цинковый цилиндръ; жидкость,
 наливаемая въ глиняный стаканчикъ, — растворъ
 мѣднаго купороса въ водѣ.

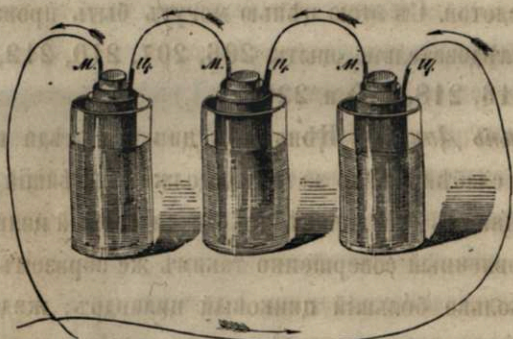
д. Въ новѣйшее время Штуронгъ предложилъ цѣпь Цѣпь изъ
 изъ цинка и желѣза, которая по своей дешевизнѣ и цинка и же-
 значительному дѣйствию употребляется весьма часто. Въ лѣза.
 глиняный стаканъ ставится чугунный цилиндръ, который
 можетъ быть также замѣненъ часовою гирею, каковую

легко достать въ желѣзныхъ лавкахъ. Такіе цилиндры бываютъ большею частію массивны и ихъ должно осторожно вставлять въ глиняный стаканъ, чтобы не разбить его. Желѣзный цилиндръ долженъ быть такой высоты, чтобы онъ выставлялся нѣсколько изъ глинянаго сосуда, такъ чтобы къ нему можно было припаять здѣсь проволоку. Жидкость, наливаемая въ глиняный стаканъ, есть смѣсь изъ 4 частей по вѣсу концентрированной сѣрной кислоты, 2 частей концентрированной селитряной кислоты и 2 частей концентрированного раствора селитры въ водѣ. Эту цѣпь можно также употреблять для слѣдующихъ опытовъ.

Гальванич-
ская батарея.

205. Сложная постоянная цѣпь. Для усиленія дѣйствія тока, соединяются нѣсколько постоянныхъ простыхъ цѣпей, наприм. нѣсколько цѣпей Даніэля,

фиг. 202.



такимъ-образомъ, что проволока, идущая отъ цинка одной цѣпи или одного элемента, привинчивается къ проволокъ сосѣдней цѣпи, идущей отъ мѣди. Такое соединеніе нѣсколькихъ простыхъ цѣпей или элементовъ называется сложною цѣпью, или гальваническою батареею. Она употребляется для того, чтобы усилить напря-

женіе противоположныхъ электричествъ и тѣмъ заставить токъ проходить по менѣе хорошимъ проводникамъ, какъ напримѣръ по очень длиннымъ проволокамъ или черезъ дурно проводящія жидкости.

ГАЛЬВАНИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ СВѢТА И ТЕПЛОТЫ.

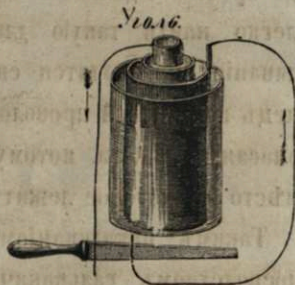
206. Гальваническая искра.

Опытъ. До наполненія жидкостями и составленія небольшой цѣпи Грове, или цѣпи приготовленной изъ цинка и измельченнаго кокса, или наконецъ цѣпи Бунзена, надобно тщательно счистить ножикомъ концы проволокъ. Иначе, если концы проволокъ не представляютъ чистой металлической поверхности и покрыты хотя малѣйшимъ непроводящимъ слоемъ, то гальваническій токъ, при маломъ напряженіи, не можетъ переходить отъ одной проволоки

фиг. 203.

къ другой. Очищенные концы проволокъ складываютъ вмѣстѣ и трутъ одинъ объ другой слегка придавливая. Если при этомъ одна проволокабудетъскользить по небольшимъ углубленіямъ другой, слѣдовательно онѣ будутъ раздѣлены между собою весьма малымъ промежуткомъ и въ слѣдствіе этого прервется гальваническій токъ, то появится чрезвычайно маленькая яркая искра. Можно получить сильнѣйшую искру и въ большемъ числѣ, если прило-

Искра гальванической цѣпи.



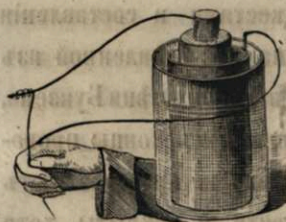
жить одну проволоку къ подпилку, а другую водить по немъ взадъ и впередъ. Появленіе искры можетъ служить признакомъ дѣйствія цѣпи.

Раскаливаніе
проволокъ.

207. Раскаливаніе проволокъ.

Опытъ. Вмѣстѣ съ глинянымъ стаканчикомъ покупается у механика весьма тонкая платиновая проволока. Одинъ конецъ ея наворачивается на одну изъ проволокъ цѣпи, которая предварительно обсабливается

фиг. 204.



ножичкомъ, а другая проволока прижимается рукою къ платиновой проволокъ такимъ образомъ, чтобы онѣ прикасались между собою на протяженіи $\frac{1}{8}$ или $\frac{1}{4}$ дюйма. Такъ какъ платиновая проволока очень тонка, то она затруд-

няетъ движеніе электричества, и гальваническій токъ, при такомъ медленномъ движеніи, накаливаетъ ее до-красна. Удлиняя и укорачивая проволоки цѣпи, легко найти такую длину ихъ, при которой накаливаніе производится сильно и быстро; при этомъ конецъ платиновой проволоки можно держать въ рукѣ, не опасаясь обжога, потому-что накаливается только то мѣсто ея, которое лежитъ между проволоками цѣпи.

Такимъ накаливаніемъ металлическихъ проволокъ посредствомъ гальваническаго тока пользуются при взрывѣ минъ, чѣмъ избѣгаются многіе несчастные случаи; въ-особенности же этотъ способъ распространенъ въ Англіи. Приготавливаемые для этой цѣли патроны состоятъ изъ трубки, длиною въ нѣсколько дюймовъ, въ которой проходятъ двѣ не прикасающіяся между со-

бой мѣдныя проволоки; въ срединѣ трубки находится очень тонкая желѣзная проволока, которая припаявается къ концамъ мѣдныхъ проволокъ и служитъ проводникомъ между ними. Трубка наполняется порохомъ, закупоривается пробками и черезъ одну изъ нихъ проводится проволока, около 10 футовъ длиною. Отверстіе, просверленное въ скалѣ, насыпается до половины порохомъ; потомъ укладывается патронъ и высыпается остальная часть порохового заряда; далѣе отверстіе затыкается паклею и наконецъ засыпается пескомъ. Концы проволокъ патрона соединяются съ мѣдными проволоками гальванической баттарей, отъ 60 до 90 футовъ длиною; соединяющій проволоки долженъ опасаться быстро слѣдующаго за тѣмъ взрыва, и потому часто онъ долженъ находиться еще далѣе отъ мины; въ такомъ случаѣ, соединеніе проволокъ можетъ быть произведено посредствомъ веревки.

Въ 1848 году, для приведенія въ оборонительное положеніе гавани Кіля приготовлены были большіе гутта-перчевые мѣшки, изъ которыхъ каждый содержалъ въ себѣ болѣе 2000 фунтовъ пороха. Снабженные патронами и проволоками, они были погружены въ воду въ различныхъ мѣстахъ гавани. Проволоки вели къ большой гальванической баттарей; соединеніемъ ихъ можно было мгновенно взорвать каждую мину, какъ-скоро къ ней приблизился бы непріятельскій корабль.

208. Электрическое солнце. Когда Англичанинъ Дэви, въ тщетномъ ожиданіи превратить посредствомъ гальванизма уголь въ алмазь, который есть ни что иное какъ чистый углеродъ, помѣстивъ древесные угли между концами проволокъ своей огромной баттары въ

Электрическое солнце.

2000 элементовъ, то они раскалились до того, что производили свѣтъ едва выносимый глазомъ. Острія раскаленныхъ углей можно было удалить другъ отъ друга на нѣсколько дюймовъ, и тогда между ними образовалась великолѣпная дуга свѣта, и происходилъ такой жаръ, при которомъ плавилась платина и сгорали алмазы. Этотъ гальваническій свѣтъ отъ углей называется электрическимъ солнцемъ и предложенъ для освѣщенія въ большихъ размѣрахъ.

Опыты надъ такимъ гальваническимъ освѣщеніемъ улицъ, произведены были Якоби въ Петербургѣ. Въ Декабрѣ 1849 года, въ продолженіи двухъ часовъ, освѣщены были главныя улицы города электрическимъ солнцемъ, помѣщеннымъ на прекрасной башнѣ Адмиралтейства. Употребленная при этомъ батарея состояла изъ 185 простыхъ цѣпей Бунзена, довольно значительной величины. Угли были помѣщены на высотѣ четырехъэтажнаго дома; свѣтъ былъ такъ силенъ, что пламя газа казалось краснымъ и блѣднымъ, и что несмотря на газовое освѣщеніе можно было различать тѣни отъ электрическаго свѣта на разстояніи 1000 футовъ. Часто однакожь онъ погасалъ совершенно на нѣсколько мгновеній и притомъ угли сгорали такъ сильно, что черезъ каждые полчаса нужно было замѣнять ихъ новыми. При представленіи «Пророка» Мейербера почти всегда употребляется гальваническій свѣтъ углей, чтобы изобразить восходъ солнца. Дискъ солнца изображаетъ вогнутое зеркало футъ въ поперечникѣ, угли раскаливаются въ его фокусѣ, а разстояніе между ними регулируется посредствомъ системы колесъ.

ХИМИЧЕСКІЯ ДѢЙСТВІЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКАГО ТОКА.

209. Разложеніе ярь-мѣдянки.

Разложеніе

ярь-мѣдянки.

Опытъ. Берется небольшая старая серебряная монета; съ помощью подпилка и тренія о какую-либо дощечку она сглаживается совершенно съ одной стороны. На средину монеты наливается нѣсколько капель раствора ярь-мѣдянки, который можно или приготовить самому, смачивая отъ времени до времени уксусомъ мѣдную монету и растворяя образовавшуюся ярь-мѣдянку нѣсколькими каплями уксуса, или купить; въ послѣднемъ случаѣ ее надобно облить уксусомъ въ стеклянномъ пузырькѣ и оставить такъ на нѣсколько часовъ. Ярь-мѣдянка есть сложное тѣло, состоящее изъ нѣсколькихъ веществъ, уксуса, кислорода и мѣди, и поэтому называется уксуснокислою окисью мѣди, она очень ядовита. Въ срединѣ этого раствора, перенесеннаго на серебряную монету посредствомъ лучинки или пера, держится заостренный внизу и соскобленный ножикомъ кусочикъ цинка, такъ чтобы онъ прикасался къ серебру. Прикосновеніемъ обоихъ металловъ съ жидкостью, возбуждается гальванический токъ; послѣдній проходитъ черезъ жидкость и разлагаетъ ее, причемъ содержащаяся въ ней мѣдь осаждается на серебряную монету. Если прикосновеніе цинка съ серебромъ и жидкостью не прерывать довольно долго, то въ мѣстѣ прикосновенія образуется

фиг. 205.



темный кружок мѣди, за нимъ располагается свѣтлое кольцо, потомъ снова темное, которое въ свою очередь замыкается свѣтлымъ; они кажутся свѣтлѣе или темнѣе, смотря потому, тоньше или толще слой осажденной мѣди.

Разложение
іодистаго ка-
лія.

210. Разложение іодистаго калия.

Опытъ. Іодистый калий, бѣлая соль, составляетъ важное врачебное средство и одно названіе уже показываетъ, что это сложное тѣло. Полдрахмы іодистаго калия высыпается въ стеклянный сосудъ и обливается водой; онъ тотчасъ растворяется. Въ этотъ растворъ погружается узкая полоска непроклеенной бѣлой печатной бумаги, которую можно отрѣзать съ краю

Фиг. 206.

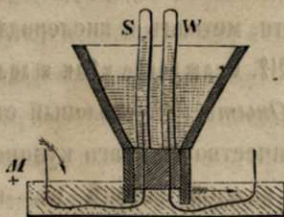


отъ листка газетъ; она кладется на серебряную монету, которая отъ этого несколько не попортится и проводитъ подъ монетой проволоку гальванической цѣпи, идущую отъ цинка. Къ другой проволокъ прижимается кусочикъ платиновой проволоки или другая серебряная монета; этой проволокой или острымъ краемъ монеты прикасаются къ полоскѣ бумаги, обильно смоченной растворомъ іодистаго калия. Гальваническій (положительный) токъ идетъ отъ угля по мѣдной и платиновой проволокамъ къ іодистому калию, и далѣе черезъ сере-

ряную монету по другой проволоке к цинку. Тамъ гдѣ онъ проходитъ черезъ іодистый калий, показывается темная точка или, если платиновую проволоку двигать по бумагѣ, темная полоса іода, одного изъ составныхъ элементовъ, который выдѣляется изъ соединенія дѣйствіемъ гальваническаго тока.

24. Разложеніе воды. Разложеніе воды на газообразныя тѣла, изъ которыхъ она состоитъ, одно изъ первыхъ замѣченныхъ дѣйствій гальваническаго тока. Чтобы приготовить аппаратъ для разложенія воды, берутъ стеклянную воронку, закупориваютъ снизу пробкой, черезъ которую проводятся въ воронку, одна подлѣ другой, двѣ платиновыя проволоки. Другіе концы ихъ

фиг. 207.



прививаются къ проволокамъ сложной цѣпи, состоящей по-крайней-мѣрѣ изъ трехъ элементовъ; воронку можно утвердить въ деревянной подставкѣ. При употребленіи аппарата, воронка наполняется водою болѣе чѣмъ до половины. Положительный токъ, идущій отъ мѣди или угля, проходитъ тогда по платиновой проволоке, находящейся съ лѣвой стороны фигуры, въ воду, которая дурно проводитъ гальваническое электричество и именно потому требуетъ сложной цѣпи; отсюда токъ проходитъ по другой платиновой проволоке къ цинковому цилиндру цѣпи. Съ концовъ платиновыхъ проволокъ поднимаются при этомъ пузырьки газа. Для того чтобы собрать ихъ, наполняютъ водою двѣ стеклянныя трубочки, оборачиваютъ ихъ, закрывъ открытый конецъ

Разложеніе
воды.

пальцемъ, погружаютъ въ наполненную водою воронку, отнимаютъ палецъ и устанавливаютъ каждую трубочку надъ платиновой проволокой. Газовые пузырьки поднимаются въ стеклянной трубочкѣ, и тогда надъ отрицательною проволокою собираются 2 части по объему водорода, а надъ положительною 1 часть кислорода. Наполненные газомъ трубочки по одной вынимаются изъ воды, и тогда водородъ, заключающійся въ правой изъ нихъ, загорается при приближеніи пламени, а кусочекъ тлѣющаго трута, опущенный въ кислородъ другой трубочки, горитъ яркимъ пламенемъ.

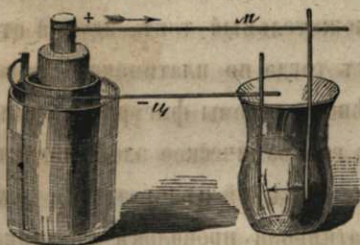
Такимъ-образомъ, посредствомъ большой батареи изъ 200 элементовъ, Дэви удалось разложить въ первый разъ, въ 1807 году, кали и натръ на ихъ составныя части, металлъ и кислородъ.

Осажденіе
мѣди.

212. Осажденіе мѣди и золота гальваническимъ путемъ.

Опытъ. Въ столовый стаканъ всыпается небольшое количество мѣднаго купороса, который можно купить въ каждой аптекѣ въ видѣ синей соли, и обливается водою, всего лучше рѣчной или дождевой;

фиг. 208.



тогда образуется растворъ мѣднаго купороса, прекраснаго синяго цвѣта. Потомъ берутся двѣ проволоки, одна мѣдная, а другая желѣзная (вязальная

спица) и чистятся до-тѣхъ-поръ, пока поверхность ихъ по всей длинѣ не получитъ металлическаго блеска. Одной рукой верхній конецъ мѣдной проволоки прижимается къ положительной, идущей отъ угля, проволоцѣ галь-

ванической цѣпи и погружается въ растворъ мѣднаго купороса. Другой рукой прижимается желѣзная проволока, которая должна быть покрыта мѣдью, къ отрицательной, идущей отъ цинка проволокѣ цѣпи, и погружается также въ жидкость. Гальваническій токъ проходитъ черезъ растворъ мѣднаго купороса или сѣрниокислую окись мѣди, и уже черезъ нѣсколько минутъ желѣзная проволока замѣтно покрывается слоемъ мѣди, которая осаждается на ней.

Если металлъ надо покрыть какимъ-либо другимъ металломъ для дѣйствительнаго употребленія на продолжительное время, то золоченіе производится одною простою цѣпью Даніэля, а осажденіе мѣди батареею по-крайней-мѣрѣ изъ трехъ такихъ элементовъ. Разлагаемыми жидкостями служатъ обыкновенно синеродистыя соединенія металловъ. Для осажденія мѣди нагрѣвается растворъ мѣднаго купороса съ небольшимъ количествомъ кали, до-тѣхъ-поръ, пока образуется красный осадокъ, который промывается и распускается въ растворѣ синеродистаго калия. Въ новѣйшее время покрываютъ мѣдью парусину, которая употребляется для кровель и стоитъ дешевле черепицы; она пропитывается каменноугольнымъ дегтемъ, натирается съ одной стороны порошкомъ графита (§ 246), отчего она дѣлается проводникомъ, и тогда покрывается мѣдью гальваническимъ путемъ. Такимъ же образомъ фрукты и корзины для украшенія столовъ натираются графитомъ, потомъ покрываются мѣдью и серебрятся. Въ Портсмутѣ гальваническимъ путемъ покрытъ былъ мѣдью даже цѣлый военный корабль; бассейнъ, въ которомъ находился корабль, былъ наполненъ растворомъ мѣднаго

купороса; самый же корабль, покрытый снаружи горячею смолою и графитомъ, чтобы сдѣлать его проводникомъ, нагруженъ былъ балластомъ и кругомъ его развѣшаны кожаные мѣшки съ соленою водою и цинкомъ, отъ цинка вели проволоки къ графитовому покрову; черезъ три дня корабль покрылся снаружи толстымъ слоемъ мѣди.

Золоченіе.

Для гальваническаго золоченія золото растворяется въ царской водкѣ, состоящей изъ смѣси двухъ частей по вѣсу соляной и одной части селитряной кислоты; и сосудъ, содержащій этотъ растворъ, держится до тѣхъ-поръ въ кипящей водѣ, пока вся жидкость раствора испарится; оставшійся твердый осадокъ есть хлористое золото, его распускаютъ въ водѣ и смѣшиваютъ съ растворомъ снперодистаго калия. Предметъ назначаемый для золоченія, напр. серебрянная ложка, долженъ быть прежде тщательно вычищенъ, для чего его промываютъ въ кипящемъ щелокѣ и разрѣженной сѣрной кислотѣ. Привѣсивъ къ положительной проволоки полоску листоваго золота и опустивъ ее въ приготовленный растворъ, погружаютъ въ него также и позлачиваемый предметъ, который обвивается въ одномъ мѣстѣ платиновою проволокою и соединяется ею съ отрицательною, идущею отъ цинка, проволокою цѣпи. Ложка покрывается векорѣ тонкимъ слоемъ золота, который будетъ тѣмъ толще, чѣмъ долѣе она оставалась въ жидкости, по которой проходилъ гальваническій токъ. Количество золота, содержащагося въ жидкости, остается неизмѣннымъ; сколько его теряется, столько же растворяется листоваго золота. Тщательное гальваническое золоченіе по добротѣ равняется золоченію черезъ огонь,

при которомъ употребленіе и испареніе ртути вредно дѣйствуетъ на здоровье рабочихъ. Серебрение и покрытие платиной металлическихъ издѣлій производится подобнымъ же образомъ.

213. Гальванопластика.

Гальвано-
пластика.

Опытъ а. Нижний край короткаго ламповаго стекла покрывается ровнымъ слоемъ сургуча; стекло нагревается для этого предварительно на спиртовой лампѣ, нижнее отверстіе его завязывается мокрымъ животнымъ пузыремъ или влажной кожей, какъ это дѣлается при приготовленіи барабановъ, или наконецъ очень плотной парусиной. Для перевязыванія употребляется струна или навощенная нить. Ламповое стекло надо вѣшать въ не слишкомъ низкомъ столовомъ стаканѣ,

фиг. 209.



какъ показываетъ фиг. 212. Для этого скручиваютъ концы двухъ проволокъ, какъ представлено на фиг. 210-й, и въ образованное ими кольцо вставляется ламповое стекло. Затѣмъ оно осторожно вѣшается въ столовомъ стаканѣ, для чего концы проволокъ кладутся на края такимъ-образомъ, чтобы между кожей и дномъ стака-

фиг. 210.

на оставался промежутокъ въ 3 пальца вышиною. Чтобы стекло не опускалось ниже, проволока прикрѣпляется къ нему вторымъ слоемъ сургуча.



Сверхъ-того, концы довольно толстой цинковой пластинки, въ полтора пальца шириною и въ 6 дюймовъ длиною, спаиваются съ тонкою мѣдною пластинкою двой-

ной длины, но только въ палецъ шириною; мѣдная
 фиг. 211.



пластинка сгибается, какъ показано на фигурѣ, такъ, что свободный конецъ ея имѣетъ горизонтальное направление на протяженіи нѣсколько большаго поперечника ламповаго стекла; потомъ она загибается кверху и отъ верхняго конца ея виситъ внизъ цинкъ. Мѣдь покрывается воскомъ или жиромъ, только середина горизонтальнаго конца ея остается свободною и соскабливается ножомъ; затѣмъ цинкъ вставляется въ стекло и на середину мѣдной пластинки кладется маленькая серебряная монета, оттискъ которой требуется получить гальваническимъ путемъ. Она должна имѣть свѣтлую поверхность; края ея смазываются жиромъ. Для того, чтобы впослѣдствіи легче было отдѣлить полученный оттискъ отъ монеты, поверхность ея вытирается розмариновымъ масломъ, такъ однако, чтобы масло покрыло ее ровнымъ слоемъ, не образуя капель. Лучше всего для этого капнуть масломъ на кусочекъ ваты и этой ватой вытереть монету. Далѣе, ламповое стекло менѣе чѣмъ до половины наполняется разбавленною сѣрною кислотою (одна часть по объему сѣрной кислоты на 20 или на 30 частей
 фиг. 212.



воды), а въ стаканъ наливается до той же высоты растворъ мѣднаго купороса (опытъ 212), въ которомъ находится еще небольшое количество нераствореннаго мѣднаго купороса. Гальваническій токъ разлагаетъ мѣдный ку-

порость, и мѣдь осаждается на верхнюю поверхность монеты. Этотъ процессъ долженъ продолжаться дня два или болѣе. Впродолженіи этого времени къ разбавленной сѣрной кислотѣ, когда изъ нея не поднимается болѣе воздушныхъ пузырьковъ, прибавляется 2 или 3 капли крѣпкой сѣрной кислоты; въ растворъ же мѣднаго купороса опускается мало-по-малу нѣсколько кусочковъ нераствореннаго мѣднаго купороса. Отъ времени до времени слѣдуетъ также наблюдать за мѣдью, осаждающейся на монетѣ, и если она не имѣетъ болѣе чистаго краснаго цвѣта, то стекло вмѣстѣ съ металлическими пластинками надо вынуть изъ стакана, погрузить монету въ воду, налитую въ плоское блюдо, и почистить мѣдь щеткою, не трогая при этомъ монеты съ занимаемаго ею мѣста. Затѣмъ снарядъ снова приводится въ дѣйствіе. Когда наконецъ слой мѣди достигнетъ достаточной толщины, то его легко отдѣлить отъ монеты ножикомъ. Слой мѣди даетъ углубленный оттискъ выпуклыхъ мѣстъ оригинала; чтобы получить копію совершенно подобную оригиналу, первый оттискъ кладется на мѣдную пластинку, и такимъ же образомъ получается новый оттискъ, на которомъ выпуклыя мѣста оригинала выйдутъ выпуклыми же. Для того, чтобы увѣриться съ какою вѣрностью и точностью получаютъ гальванопластическіе снимки, стоитъ сдѣлать на монетѣ нѣсколько штриховъ булавкою, — они получаютъ и на копіи. Описанный выше снарядъ часто употребляется, въ-особенности для небольшихъ гальванопластическихъ работъ; онъ называется простымъ гальванопластическимъ аппаратомъ и работаетъ медленно, съ большою точностью.

Опытъ в. Въ нѣкоторомъ отношеніи удобнѣе другая форма, которую можно дать гальванопластическому аппарату. Въ широкій стеклянный сосудъ вставляется скважистый глиняный цилиндръ; его съ выгодою можно замѣнить животнымъ пузыремъ, который натягивается на раму, образованную четырьмя деревянными палочками, утвержденными въ углахъ четырехугольной досочки и скрѣпленными сверху поперечниками. Этотъ скважистый цилиндръ наполняется весьма слабою сѣрною кислотою и въ него вставляется цинковая пластинка; сверху къ ней припаивается мѣдная проволока, загнутаая внизъ, такъ что ея нижній конецъ погружается въ мѣдный купоросъ, которымъ наполняется широкій сосудъ. Монета имѣетъ при этомъ вертикальное положеніе: она крѣпко привязывается нитью къ мѣдной проволокѣ; задняя сторона монеты, края ея и проволока покрываются растопленною смолою, смѣшанною съ небольшимъ количествомъ воска, и затѣмъ нить обрѣзывается. Далѣе поступаютъ вышеописаннымъ образомъ.

Для приготовленія снимковъ съ большихъ предметовъ, употребляется цѣлая батарея; самый предметъ прикрѣпляется къ провололкѣ, идущей отъ цинка; къ другой провололкѣ привинчивается мѣдная пластинка, и обѣ погружаются отдѣльно одна отъ другой въ сосудъ съ мѣднымъ купоросомъ. Описанную нами цѣпь изъ цинка и угля также можно употреблять для гальванопластическихъ опытовъ, но предварительно она должна потерять нѣсколько въ силѣ своего тока при слѣдующихъ электромагнитныхъ опытахъ. Концы обѣихъ проволокъ сгибаются въ небольшія кольца, монета кладется на

проволоку, идущую отъ цинка и покрытую саломъ или воскомъ и обѣ проволоки погружаются въ сосудъ съ мѣднымъ купоросомъ такъ, чтобы онѣ находились близко одна отъ другой, но не прикасались между собой.

Якоби, изобрѣтатель гальванопластики, искусства образовывать гальваническимъ путемъ металлическіе оттиски монетъ, медалей и цѣлыхъ фигуръ, приведенъ былъ къ своему знаменитому открытію употребленіемъ цѣпи Даніэля изъ цинка и мѣди. Въ 1838 году онъ замѣтилъ, что мѣдный цилиндръ часто употреблявшейся цѣпи мало-по-малу покрылся толстымъ слоемъ мѣди и хотѣлъ снять съ него эту оболочку; цѣлый слой мѣди легко отдѣлился при этомъ, и Якоби нашелъ, что каждое углубленіе, каждая царапина мѣднаго цилиндра изображена была на внутренней поверхности слоя съ удивительною точностью.

МАГНИТНЫЯ ДѢЙСТВІЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКАГО ТОКА.

(ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМЪ).

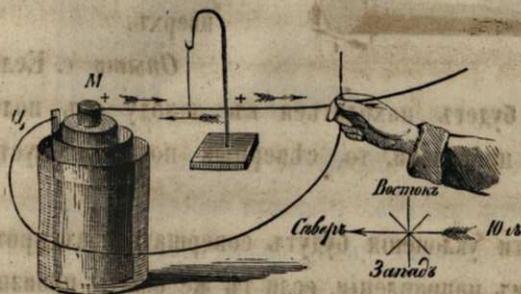
214. Открытіе Эрштеда. Мнѣніе о томъ, что электричество сопровождается магнитными дѣйствіями, очень старо; давно предполагалась связь между этими двумя силами, но фактовъ, подтверждающихъ это, было очень немного. Такъ напр. было извѣстно, что однажды въ Алькмарѣ, молнія ударила въ мастерскую башмачника;

Открытіе
электромагнетизма.

работники, оправившись отъ испуга, къ удивленію своему замѣтили, что шила притягивались ножами и ножницами, какъ магнитомъ, и висѣли на нихъ. Далѣе, въ 1675 году, два англійскіе корабли плыли къ Барбадосу; близъ Бермудскихъ острововъ, молнія ударила въ передній корабль, капитанъ другого корабля вскорѣ потомъ замѣтилъ, что переднее судно повернуло назадъ, какъ-будто капитанъ его хотѣлъ возвратиться въ Англію. Но капитанъ и не думалъ объ этомъ,—онъ былъ увѣренъ, что продолжаетъ свой путь въ томъ же направленіи, какъ и прежде. Оказалось, что молнія произвела дѣйствіе на магнитныя стрѣлки компасовъ, именно: вслѣдствіе удара сѣверные полюсы обратились къ югу. Въ Іюнѣ 1731 года, страшная гроза разразилась надъ Вэкфилдомъ, въ англійскомъ графствѣ Іоркѣ; между прочимъ, молнія ударила въ домъ одного купца, и прошла при этомъ черезъ ящики съ ножницами, ножами и огнивами; впослѣдствіи найдено, что всѣ стальные вещи при этомъ сильно намагнитизировались. Въ 1820 году, датскій естествоиспытатель Эрштедъ, въ Копенгагенѣ, замѣтилъ, что проволока гальванической цѣпи отклоняла магнитную стрѣлку отъ ея обыкновеннаго положенія. Онъ случайно приблизилъ раскаленную платиновую проволоку, по которой, въ направленіи къ югу, проходилъ положительный токъ сильной батареи, къ находящейся подъ нею магнитной стрѣлкѣ, и увидѣлъ, что она уклонилась отъ первоначальнаго положенія; сѣверный полюсъ ея направился къ востоку. Такимъ-образомъ Эрштедъ открылъ электромагнетизмъ; магнетизмъ, возбужденный электрическимъ токомъ.

Опытъ. Магнитная стрѣлка, приготовленная какъ Опытъ Эрш-
теда. показано при опытѣ 132 а, привѣшивается на нити (опытъ 131) къ какой-либо подставкѣ, несодержащей

фиг. 213.



железа. Когда стрѣлка придетъ въ покой и приметъ свое обыкновенное направленіе отъ юга къ сѣверу, передъ сѣвернымъ полюсомъ ея ставится гальваническая цѣпь; надъ стрѣлкою, въ направленіи ея, проводится положительная проволока, идущая отъ угля, и затѣмъ соединяются концы проволокъ цѣпи. Тогда положительный токъ пойдетъ надъ стрѣлкою по направленію къ югу и сѣверный полюсъ магнитной стрѣлки тотчасъ же уклонится къ востоку, какъ-будто бы поперекъ проволоки положенъ магнитъ, направленный южнымъ полюсомъ къ востоку. Поэтому, проволока гальванической цѣпи дѣйствуетъ, какъ магнитъ, лежащій въ перпендикулярномъ къ ней направленіи.

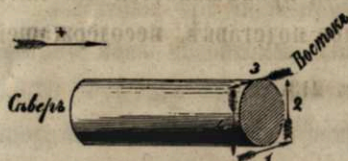
215. Законъ Ампера.

Законъ Ам-
пера.

Опытъ а. Если положительную проволоку провести подъ магнитомъ, то стрѣлка въ этомъ случаѣ уклонится къ западу.

Опытъ б. Если ту же проволоку провести рядомъ со стрѣлкою, на одинаковой съ нею высотѣ, такъ, чтобы

фиг. 214.



магнитная стрѣлка находилась съ восточной стороны, то сѣверный полюсъ ея поднимется вверхъ.

Опытъ с. Если же стрѣлка будетъ находиться къ западу отъ положительной проволоки, то сѣверный полюсъ опустится внизъ.

Всѣ эти уклоненія будутъ совершаться въ противоположномъ направленіи, если тѣ же опыты произвести съ другою проволокою, по которой положительный токъ проходить по направленію отъ юга къ сѣверу. Совокупность этихъ различныхъ явленій уклоненія магнитной стрѣлки выражается закономъ Ампера, который показываетъ, въ какую сторону, относительно проволоки, движется сѣверный или южный полюсъ стрѣлки, а также: гдѣ дѣйствуетъ сѣверный магнетизмъ, сопровождающій гальваническій токъ.

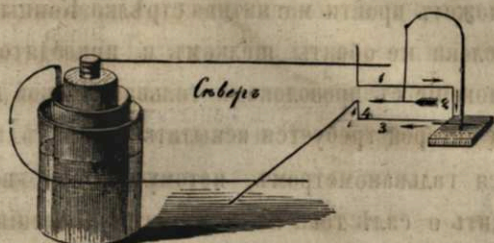
Законъ Ампера: Представимъ себѣ, что человекъ плыветъ по направленію положительнаго тока и что лицо его обращено къ магнитной стрѣлкѣ, тогда проволока цѣли дѣйствуетъ, какъ южный полюсъ магнита, находящійся по лѣвую руку.

Мультипли-
каторъ.

216. Мультипликаторъ.

Опытъ. Мѣдная проволока сгибается въ продолговатый четырехугольникъ такой величины, чтобы внутри его могла свободно помѣститься магнитная стрѣлка. Одинъ уголъ четырехугольника остается открытымъ, и концы проволоки загибаются здѣсь такимъ-образомъ,

фиг. 215.



чтобы при вертикальномъ положеніи четырехугольника, ихъ можно было удобно прижать обѣими руками къ проволокамъ гальванической цѣпи. Длинныя стороны четырехугольника располагаются по направленію магнитной стрѣлки. Какъ-скоро гальваническій токъ пойдетъ по согнутой проволоцѣ, уклоненіе огибаемой ею стрѣлки произойдетъ гораздо сильнѣе, нежели въ предыдущихъ опытахъ.

Очевидно, по закону Ампера, что всѣ стороны четырехугольника дѣйствительно стремятся уклонить магнитную стрѣлку въ одномъ и томъ же направленіи. Это уклоненіе будетъ еще сильнѣе, если стрѣлку обогнуть вторымъ и третьимъ четырехугольникомъ, и заставить токъ проходить по проволоцѣ два или три раза. Отдѣльные четырехугольники должны находиться близъ магнитной стрѣлки, но не должны соприкасаться между собою, потому-что тогда гальваническій токъ, избывая кратчайшій путь, пойдетъ только по одной изъ нихъ. Поэтому Швейгеръ употребилъ для этой цѣли обвитую

фиг. 216.



шелкомъ и чрезъ то изолированную мѣдную проволоку, которою онъ обогнулъ нѣсколько разъ небольшую деревянную раму. Рама эта открыта съ двухъ сторонъ и

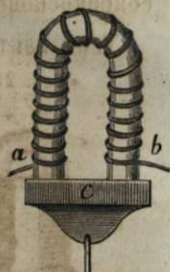
снабжена вверху продолговатымъ отверзтіемъ, черезъ которое можетъ пройти магнитная стрѣлка. Концы мѣдной проволоки не обвиты шелкомъ и приводятся въ соприкосновеніе съ проволоками гальванической цѣпи, силу тока которой требуется испытать. Снарядъ этотъ называется гальванометромъ, потому-что онъ позволяетъ судить о силѣ тока по величинѣ отклоненія магнитной стрѣлки и открывать малѣйшіе слѣды гальванизма, или мультипликаторомъ, потому-что онъ служитъ къ усиленію отклоненія стрѣлки. Мультипликаторъ будетъ еще чувствительнѣе, если вмѣсто одной магнитной стрѣлки взять двѣ; одна изъ нихъ вѣшается внутри, а другая внѣ изгибовъ проволоки; онѣ помѣщаются одна надъ другою, и скрѣпляются между собою соломинкою, на которой могутъ вмѣстѣ вращаться; такъ какъ надъ изгибами проволоки отклоненіе совершается въ противоположномъ направленіи, то стрѣлки утверждаются на ихъ общей оси, соломинкѣ, такимъ-образомъ, что сѣверный полюсъ одной изъ нихъ находится надъ южнымъ полюсомъ другой. Мультипликаторъ, имѣющій такое устройство и защищенный стекляннымъ колпакомъ отъ движенія воздуха, даетъ возможность обнаружить существованіе самыхъ слабыхъ гальваническихъ токовъ. См. опытъ 227.

Приготовленіе
электрома-
гнита.

217. Приготовленіе электромагнита. Такъ-какъ проволока, по которой проходитъ токъ, обнаруживаетъ магнитныя явленія, и такъ-какъ многими изгибами усиливается магнитное дѣйствіе ея на висящій внутри стальной магнитъ, то, основываясь на этомъ, Англичанинъ Штургонъ обвилъ проволокою цѣпи кусокъ мягкаго желѣза и получилъ электромагнитъ.

Каждый электромагнитъ состоитъ изъ двухъ частей: изъ куска желѣза и огибающей его проволоки. Желѣзу дается форма подковы; концы ея, на которыхъ находятся полюсы магнита, гладко спиливаются и отстоятъ другъ отъ друга на дюймъ. Чтобы сдѣлать желѣзо по возможности мягкимъ, его обмазываютъ глиною, кладутъ въ огонь, и вынимаютъ не прежде, какъ огонь потухнетъ самъ собою; его должно охлаждать постепенно, а не обливать для этого водою.

Фиг. 217.



Далѣе, для приготовленія электромагнита употребляется мѣдная проволока, потому—что мѣдь принадлежитъ къ числу весьма хорошихъ проводниковъ. Проволоку нельзя прямо навить на желѣзную подкову, потому—что тогда гальваническій токъ, оставивъ проволоку, прошелъ бы черезъ желѣзо, которое по своей толщинѣ проводить электричество ни сколько не хуже. Поэтому, подкова обвивается шелковой лентой, или вообще какой—нибудь шелковой или шерстяной матеріей, причемъ остаются свободными только концы; гдѣ нужно, матерія привязывается нитью. Потомъ берется необвитая мѣдная проволока, около 10 футовъ длиною; одинъ конецъ ея, около фута длиною, остается свободнымъ, а остальная проволока навивается на подкову, постоянно въ одномъ и томъ же направленіи, начиная съ одного конца и оканчивая на другомъ, гдѣ снова надобно оставить свободнымъ конецъ проволоки, также около фута длиною. При этомъ выгодно, чтобы число оборотовъ проволоки было какъ можно больше, при данныхъ размѣрахъ, отъ 70 до 100; но ни въ одномъ

мѣстѣ обороты не должны соприкасаться между собою, почему внимательно разсматриваютъ каждый отдѣльный оборотъ, отдѣляютъ его отъ сосѣдняго, если онъ къ нему прикасается, или приближаютъ его къ нему на сколько это возможно, лишь бы они не находились въ соприкосновеніи между собой.

Такъ какъ магнетизмъ, возбуждаемый въ желѣзной
фиг. 218.



подковѣ посредствомъ гальваническаго тока, усиливается съ числомъ оборотовъ, которое не можетъ быть достаточно велико при употребленіи необвитой проволоки, то лучше брать для этого обвитую мѣдную проволоку, или об-

тянутую какою-либо матеріею, непроводящею гальванизма. При маломъ напряженіи гальваническаго электричества, шелкъ и хлопчатая бумага удобнѣйшіе въ этомъ случаѣ непроводники. Сила описаннаго выше электромагнита будетъ гораздо значительнѣе, если взять 20 футовъ проволоки, обернутой шелковой матеріею по всей длинѣ за исключеніемъ концовъ, оставленныхъ свободными на протяженіи около одного фута, и обвить ею желѣзную подкову, которая уже не зашивается въ шелковую матерію. На каждую половину подковы навивается около 10 футовъ такой проволоки; обороты кладутся одинъ подлѣ другаго и располагаются въ нѣсколько рядовъ. Изгибъ подковы не обвивается проволокой, потому что здѣсь обороты ея дѣйствуютъ слабѣе, но переходятъ отъ одной половины къ другой и продолжаютъ навивать проволоку въ томъ же направленіи, точно такъ, какъ еслибъ былъ обвить и изгибъ подковы; слѣдовательно

въ кажущемся противоположномъ направленіи, относительно первой половины.

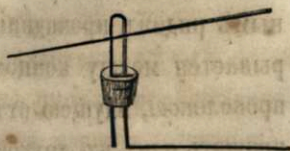
Въ очень маломъ видѣ можно приготовить себѣ такой электромагнитъ изъ головной шпильки, концы которой тщательно опиляются; потомъ она сильно накаливается въ пламени спиртовой лампы и охлаждается на воздухѣ. Она дѣлается при этомъ столь гибкою, что ее вовсе нельзя обматывать другою проволокою; поэтому обвитая мѣдная проволока, около 4-хъ футовъ длиною, навивается сначала на спицу и потомъ въ обороты ея вставляется приготовленная прежде шпилька. Такой небольшой электромагнитъ будетъ ясно обнаруживать дѣйствіе притяженія, прекращеніе магнитной силы и перемѣну полюсовъ. Для испытанія его магнетизма, употребляется кусочекъ желѣзной проволоки, а при большемъ электромагнитѣ ключъ или нарочно приготовленный съ этою цѣлью якорь.

218. Прекращеніе магнитныхъ явленій въ электромагнитѣ.

Опытъ а. Передъ употребленіемъ электромагнита, не должно забывать каждый разъ соскабливать ножичкомъ свободные концы его проволоки, которые должны быть приведены въ соприкосновеніе съ проволоками цѣпи.

Обыкновенно, фиг. 219, это прикосновеніе производится мѣдными крѣпительными винтиками, какъ было сказано уже при описаніи цѣпи Грове. За неимѣніемъ ихъ, конецъ одной проволоки

фиг. 219.

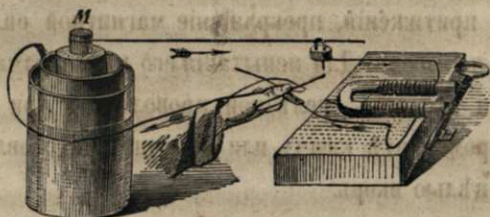


электромагнита сгибается маленькою скобочкою, сквозь

нея пропускается проволока гальванической цѣпи и обѣ проволоки прижимаются одна къ другой, какъ можно крѣпче пробкою. Впрочемъ, это вовсе не нужно, если кто-нибудь другой потомъ будетъ прикладывать якорь къ электромагниту; тогда производящій опыты можетъ сжать концы проволокъ рукою.

Электромагнитъ кладется горизонтально на подставку такъ, чтобы полюсы выставлялись нѣсколько съ краю; конецъ одной изъ проволокъ электромагнита приводится въ соприкосновеніе съ проволокой гальванической цѣпи,

фиг. 220.



какъ сказано выше. Но электромагнитъ при этомъ еще не намагничивается и ключъ нисколько не притягивается имъ; гальваническій токъ еще не пробѣгаетъ по проволоцѣ огибающей желѣзо, потому-что рядъ проводниковъ прерывается на другомъ концѣ ея и не идетъ далѣе. Чтобы произошелъ гальваническій токъ, оба электричества, положительное угля и отрицательное цинка, должны быть соединены между собою непрерывнымъ рядомъ проводниковъ. Здѣсь же этотъ рядъ прерывается между концомъ проволоки электромагнита и проволокою, идущею отъ цинка. Если обѣ эти проволоки прижать одну къ другой, то электромагнитъ будетъ притягивать и довольно крѣпко удерживать приближенный къ нему ключъ. Электрическій токъ, пробѣгая вокругъ

железной подковы, намагничиваетъ ее, и это потому, что онъ проходитъ теперь непрерывно по медной проволоке, огибающей железную подкову, къ другой проволоке цинки и такимъ-образомъ достигаетъ цинка.

Опытъ б. Разжимаютъ руку, которою держали проволоки въ прикосновеніи между собою: при этомъ рядъ проводниковъ прерывается; токъ, который до-тѣхъ-поръ обтекалъ железо, прекращается и ключъ падаетъ. Если его снова приложить къ полюсамъ электромагнита, то уже не будетъ болѣе удерживаться имъ; если железо было совершенно мягко и чисто, то оно не обнаружитъ теперь ни малѣйшаго слѣда магнетизма.

*Законъ: Мягкое железо остается намагничен-
нымъ только то время, когда по немъ
проходитъ гальваническій токъ.*

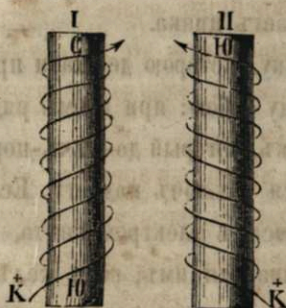
Слѣдовательно, магнетизмъ электромагнита только временный, или преходящій, тогда-какъ въ стальномъ магнитѣ онъ сохраняется въ продолженіи нѣкотораго времени. Въ то самое мгновеніе, какъ гальваническій токъ прерывается, железо теряетъ свой магнетизмъ и въ то мгновеніе, какъ токъ снова возстановляется и пробѣгаетъ изгибы проволоки, въ немъ опять возбуждается магнитная сила. Такимъ-образомъ, можно въ короткое время сообщить и снова отнять магнетизмъ у электромагнита, производя быстро одно за другимъ прерываніе и возстановленіе тока.

219. Перемена полюсовъ электромагнита.

Опытъ а. Въ то время, какъ гальваническій токъ пробѣгаетъ по изгибамъ проволоки вокругъ электромагнита, испытываютъ, помощью магнитной стрѣлки, опытъ 134-й, который изъ полюсовъ его сѣверный, и который

южный. При этомъ замѣчается: дѣйствительно ли проволока навита такимъ-образомъ, какъ показано было на

фиг. 221.



Положеніе
сѣвернаго и
южнаго полю-
совъ въ элек-
тромагнитѣ.

Удостоверясь, что проволока, огибающая электромагнитъ навита слѣва направо, найдемъ, что магнитная стрѣлка обращаетъ свой сѣверный полюсъ къ тому полюсу электромагнита, гдѣ положительный токъ вступаетъ въ изгибы проволоки. Тамъ, слѣдовательно, лежитъ южный полюсъ электромагнита, потому-что разноименные полюсы взаимно притягиваются.

Опытъ б. Далѣе, электромагнитъ переворачивается (опытъ 218 а.) нижнею стороною вверхъ, и проволоки цѣпи приводятся въ соприкосновеніе съ противолежащими концами проволоки электромагнита. Но такъ-какъ мы перевернули электромагнитъ, то положительный токъ вступить теперь въ изгибы проволоки на томъ концѣ его, гдѣ прежде лежалъ сѣверный полюсъ. Магнитная стрѣлка показываетъ при этомъ, что полюсъ этотъ сдѣлался теперь южнымъ полюсомъ.

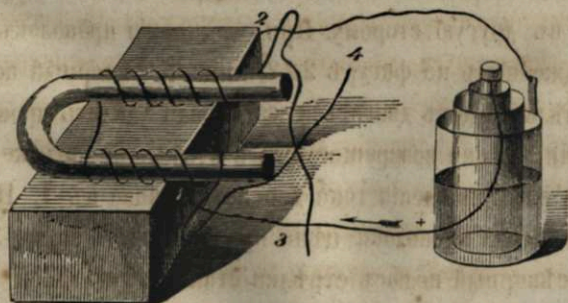
Законъ: Когда проволока навита на электромагнитѣ слѣва направо, то южный полюсъ лежитъ на томъ концѣ его, гдѣ положительный токъ вступаетъ въ изгибы проволоки.

фиг. 217 и 218. Въ обоихъ этихъ случаяхъ, проволока была навита слѣва направо, какъ показываетъ I. Если же проволока навита въ противоположномъ направленіи, т. е. какъ показываетъ II, то мы будемъ говорить, что она навита справа налево.

Когда же проволока навита справа налѣво, то южный полюсъ лежитъ тамъ, гдѣ положительный токъ выходитъ изъ изгибовъ, а въ томъ мѣстѣ, гдѣ онъ вступаетъ, находится уже сѣверный полюсъ. Легко можно положительный токъ проводить, то къ одному, то къ другому концу проволоки, и такимъ-образомъ перемѣнять полюсы электромагнита.

Опытъ с. Необытые концы проволоки горизонтально Коммутаторъ. лежащаго электромагнита сгибаются, какъ показано на слѣдующей фигурѣ; притомъ проволоки не должны соприкасаться между собою въ томъ мѣстѣ, гдѣ онѣ перекрещиваются одна съ другой. Проволока, идущая отъ точки 1, направляется наклонно къ 4, и другая проволока проходитъ отъ 2 къ 3. Если прижать пальцами проволоки цѣпи въ верхнихъ точкахъ 1 и 2 къ концамъ проволоки, навитой на электромагнитъ слѣва направо, то идущій отъ угла положительный токъ вступитъ въ точкѣ 1; поэтому электромагнитъ въ 1 получитъ южный, а въ 2 — сѣверный полюсъ.

Фиг. 222.



Напротивъ, если сдвинуть обѣ проволоки цѣпи внизъ и прижать къ концамъ 3 и 4, то положительный

токъ пойдетъ по проволокѣ къ цѣпи 3, отсюда наклонно вверхъ къ 2 и здѣсь вступитъ въ обороты проволоки, тогда какъ прежде это происходило при точкѣ 1. Слѣдовательно, теперь электромагнитъ имѣетъ южный полюсъ въ 2, гдѣ прежде лежалъ его сѣверный полюсъ. Токъ выходитъ изъ оборотовъ при 1, гдѣ теперь лежитъ сѣверный полюсъ, идетъ къ 4, и оттуда къ цинковому цилиндру цѣпи. Такимъ-образомъ, поднимая и опуская внизъ проволоки цѣпи, можно перемѣнять токъ, а слѣдовательно и полюсы электромагнита произвольно часто, причемъ въ перемѣнѣ полюсовъ удостовѣряются посредствомъ висѣющей надъ ними магнитной стрѣлки. Снаряды, служащіе для перемѣны полюсовъ въ электромагнитѣ, называются коммутаторами.

Опытъ b. Магнитная стрѣлка вѣшается, какъ показано въ опытѣ 151; подставка ея ставится на электромагнитъ и стрѣлка опускается внизъ такъ, чтобы она висѣла отвѣсно въ срединѣ между полюсами электромагнита. Прерывая и возстановляя токъ, можно заставить стрѣлку двигаться въ одну сторону произвольно часто если же перемѣнить полюсы, то стрѣлка станетъ двигаться въ другую сторону. При соединеніи проволокъ, изображенномъ на фигурѣ 222, нижній, сѣверный полюсъ стрѣлки будетъ двигаться къ I; если удалить проволоки цѣпи, то она возвращается къ отвѣсному положенію и при возстановленіи тока двигается снова къ I. Напротивъ, если проволоки цѣпи прижать въ точкахъ 3 и 4, то сѣверный полюсъ стрѣлки станетъ двигаться къ 2. Если къ концамъ проволокъ привинтить другія длинныя проволоки, то можно провести ихъ къ цѣпи, расположенной въ болѣе или менѣе значительномъ разстоя-

нии отъ электромагнита, и здѣсь согнуть крестообразно; такимъ-образомъ, мы получимъ простой телеграфическій снарядъ, посредствомъ котораго можно телеграфировать, находясь при цѣпи и подавая движеніями вправо и влево тѣ же знаки, какіе употребляются при телеграфахъ, см. ниже §. 221.

221. Оптическіе и электромагнитные телеграфы.

Оптическіе телеграфы.

Важнѣйшее примѣненіе электромагнетизма составляютъ въ настоящее время электромагнитные телеграфы.

Въ древности обыкновенно зажигали сигналы на вершинѣхъ горъ, когда нужно было призвать къ оружію окрестныхъ жителей, или сообщить исполненіе какого-нибудь давно ожидаемаго событія. Изъ этого простаго способа сообщенія, посредствомъ видимыхъ сигналовъ, развилось у древнихъ Грековъ телеграфированіе посредствомъ факеловъ. На каждой станціи было заранее приготовлено нѣсколько зажженныхъ факеловъ, которые съ начала телеграфированія скрывались отъ глазъ наблюдателя щитомъ, около 6 футовъ вышиною. Телеграфировали одну за другою отдѣльныя буквы, изъ которыхъ составлялось передаваемое слово, и съ этою цѣлью алфавитъ былъ раздѣленъ на три группы, заключавшія каждая по восьми буквъ, слѣдующихъ въ порядкѣ одна за другою. Если передаваемая буква принадлежала, напр. ко второй группѣ, то сначала поднимали изъ-за щита два горящіе факела, и если это была пятая буква этой группы, то поднимали потомъ во второй разъ пять факеловъ. Первое число факеловъ указывало группу, а второе самую букву въ этой группѣ. Оптическіе телеграфы могли быть усовершенствованы употребленіемъ подзорныхъ трубъ. Французскій инженеръ Клодъ Шэппъ,

еще во время своего пребыванія въ семинаріи въ Анжерѣ, изобрѣлъ слѣдующій способъ сообщенія съ двумя своими братьями, которые находились въ пансіонѣ, въ разстояніи на полчаса отъ Анжера. На концахъ вращающейся линейки, онъ утвердилъ двѣ другія меньшія линейки, которыя могли произвольно двигаться; изъ положеній трехъ линеекъ, которыя могли быть поставлены горизонтально, отвѣсно, наклонно, вправо или влѣво, вверхъ или внизъ, онъ составилъ 169 сигналовъ, которые легко можно было различать въ зрительную трубку, и о значеніи которыхъ онъ предварительно условился съ своими братьями. Изобрѣтеніе было представлено въ 1792 году національному собранію, одобрено имъ и послужило для устройства первой большой телеграфической линіи отъ Парижа до Лилля; первая депеша гласила: «Вторичное взятіе Кондэ», и собраніе приказало отвѣтить на это: «Сѣверная армія оказала великую услугу отечеству». По образцу французскихъ, были устроены телеграфы и въ другихъ странахъ; но эти телеграфы не могли работать во время тумана, дождя, снѣга или при наступившей темнотѣ, и повсюду были вытѣснены электромагнитными телеграфами.

Электромагнитные телеграфы.

Электромагнитные телеграфы основываются на томъ, что посредствомъ гальванической батареи можно удаленному даже на многія мили электромагниту, или мультипликатору, сообщить сѣверный или южный магнетизмъ и снова отнять его, если только устроить два проводника, по которымъ токъ отъ батареи могъ бы достигать къ электромагниту и возвращаться отъ него назадъ. По своей чрезвычайной скорости, § 183, электрическій токъ пробѣгаетъ такой длинный путь съ быстротою молніи.

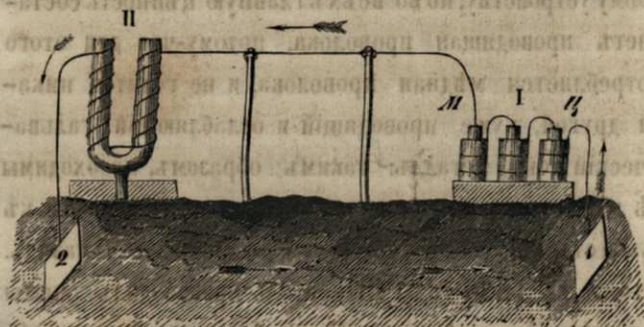
Поэтому, возстановленіе тока въ то же самое мгновение производит то, что электромагнитъ на другой станціи притягиваетъ якорь или магнитную стрѣлку; прерываніе тока имѣетъ слѣдствіемъ то, что они также скоро отрываются отъ электромагнита.

Телеграфы съ магнитною стрѣлкою, телеграфы Морзе и телеграфы съ указательною стрѣлкою отличаются по своему устройству; но во всѣхъ главную цѣнность составляетъ проводящая проволока, потому-что для этого употребляется мѣдная проволока, и не годится никакой другой, хуже проводящій и ослабляющій гальваническій токъ, металлъ: такимъ образомъ, необходимы двѣ мѣдныя проволоки, изъ которыхъ одна вела бы къ другой станціи, а по другой—токъ возвращался бы назадъ. Лѣтомъ въ 1838 году, Штейнгель производилъ опыты на желѣзной дорогѣ между Нюренбергомъ и Фюртеромъ, чтобы изслѣдовать, нельзя ли воспользоваться обоими рельсами желѣзной дороги для проведенія гальваническаго тока; онъ убѣдился, что токъ переходилъ по влажной почвѣ отъ одного рельса къ другому и тѣмъ приведенъ былъ къ мысли воспользоваться самымъ влажнымъ слоемъ почвы, какъ проводникомъ и слѣдовательно сберечь одну изъ проволокъ телеграфической линіи. Изъ довольно дурныхъ проводниковъ могутъ быть составлены хорошіе, если только они будутъ имѣть большій поперечный разрѣзъ, большую толщину; такъ, если вода проводитъ гальваническій токъ въ нѣсколько милліоновъ разъ хуже, чѣмъ мѣдь, то слой ея долженъ имѣть въ нѣсколько разъ большую толщину, чтобы она была столь же хорошимъ проводникомъ. Если, поэтому, на двухъ телеграфическихкихъ станціяхъ опустить въ зем-

Проволока
электриче-
скихъ теле-
графовъ.

лю до влажнаго слоя мѣдной пластинки, въ нѣсколь-
ко квадратныхъ футовъ величиною, то гальваническій
токъ отъ одной изъ этихъ пластинокъ къ другой будетъ
проходить такъ же хорошо, какъ и по тонкой мѣдной
проводокѣ. Отъ мѣднаго цилиндра батареи, находящей-
ся на станціи I, проводится поддерживаемая столбами

фиг. 223.



мѣдная проволока ко второй станціи II, на которой она
привинчивается къ оборотамъ находящагося тамъ
электромагнита. Токъ пробѣгаетъ обороты, выходитъ
изъ нихъ и по проводокѣ достигаетъ къ зарытой въ
землѣ мѣдной пластинкѣ 2. Отсюда, черезъ влажный
слой почвы, онъ проходитъ къ опущенной на первой
станціи пластинкѣ 1, восходитъ по припаянной къ ней
проводокѣ къ цинковому цилиндру батареи и такимъ-
образомъ совершаетъ свой кругооборотъ.

Слѣдовательно, послѣ изобрѣтенія Штейнгеля, для
устройства телеграфической линіи, необходима одна
только мѣдная проволока, которая проводится надъ по-
верхностью земли и поддерживается столбами, или хо-
рошо изолируется и кладется въ землю. Для проведенія
ея надъ поверхностью земли, ставятся шесты изъ сухо-

го дерева отъ 10 до 15 футовъ вышиною, на разстояніи 100 футовъ другъ отъ друга; на верхнихъ концахъ этихъ столбовъ утверждаются фарфоровые колокольчики для изолированія проволоки; вверху колокольчики имѣютъ углубленіе, въ которое кладется проволока и заливается свинцомъ. Если же проволока проводится надъ землею, то покрывается слоемъ гутта-перчи; затѣмъ она кладется въ ровъ, до двухъ футовъ глубины, и засыпается пескомъ; только концы ея близъ телеграфическихъ станцій выводятся изъ-подъ земли и соединяются съ баттареею и электромагнитомъ; провести такимъ-образомъ проволоку подъ землею, стоитъ почти вдвое дороже, чѣмъ надъ поверхностью земли.

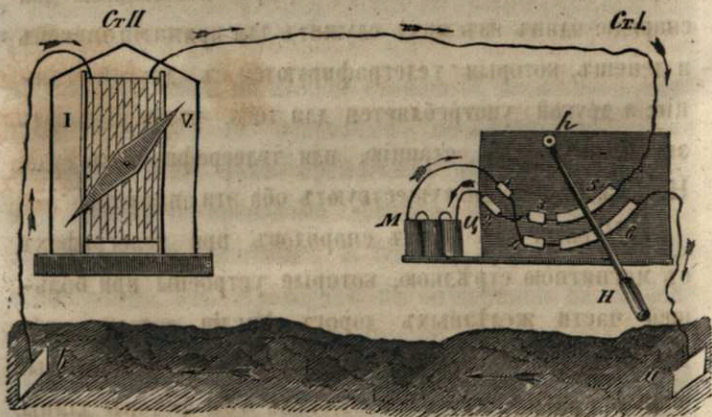
221. Электромагнитный телеграфъ съ магнитной стрѣлкой. Электромагнитный телеграфъ съ магнитной стрѣлкой. При всякомъ магнитномъ телеграфѣ необходимы два снаряда: одинъ изъ нихъ служитъ для принятія знаковъ и денешъ, которыя телеграфируются съ другой станціи; а другой употребляется для того, чтобы подавать знаки на другую станцію, или телеграфировать туда. На каждой станціи существуютъ оба эти аппарата.

а. Первый изъ этихъ снарядовъ при телеграфахъ съ магнитною стрѣлкою, которые устроены при бѣльшей части желѣзныхъ дорогъ Англіи, состоитъ изъ вертикально установленнаго мультипликатора, который обвить тонкою проволокою, около 400 футовъ длины. Внутри мультипликатора виситъ отвѣсно магнитная стрѣлка, ось которой проходитъ переднимъ концомъ своимъ сквозь обороты проволоки и снабжена въ этомъ мѣстѣ второю магнитною стрѣлкою (§ 216), имѣющею также вертикальное положеніе. Чтобы при движеніи своемъ вправо или влево, магнитная стрѣлка не уклонялась

слишкомъ много, по обѣимъ сторонамъ ея находятся штифтики изъ слоновой кости.

b. Снарядъ для подаванія знаковъ, который для простоты изображенъ на другой станціи I., есть коммутаторъ (§ 219 с.). Въ толстой доскѣ вѣзаны мѣдныя пластинки, обозначенныя на фигурѣ цифрами 1, 2, 3, 4, 5, 6. Онѣ образуютъ двѣ одноцентренныя дуги, отдѣленныя другъ отъ друга деревомъ и прерванныя въ нѣсколькихъ мѣстахъ, такъ что всѣ эти мѣдныя пластинки раздѣлены между собою. Только отъ пластинки 1 ведетъ внутри доски проволока къ пластинкѣ 4 и также другая проволока отъ второй пластинки къ третьей. Передъ доскою, съ расположенными въ ней

фиг. 224, а.



по дугамъ мѣдными пластинками, находится рычагъ *H* ось котораго и проходитъ черезъ центръ обѣихъ дугъ, на этомъ деревянномъ рычагѣ утверждены двѣ дугообразныя пружины, которыя только концами своими касаются мѣдныхъ пластинокъ и обозначены на фигурѣ линіями. Если подвинуть рычагъ направо, то лѣвые

концы его пружинъ прикоснутся къ пластинкамъ 3 и 4. Если же его подвинуть влѣво, то лѣвые концы пружинъ лягутъ на пластинкахъ 1 и 2, не прикасаясь къ 3 и 4, но и при этомъ другіе концы пружинъ остаются еще въ прикосновеніи съ пластинками 5 и 6.

Чтобы магнитная стрѣлка на другой станціи II двигалась вправо, телеграфирующій подвигаетъ рычагъ своего снаряда вправо; и влѣво, если магнитная стрѣлка должна двигаться влѣво. При означенномъ положеніи рычага, на правой сторонѣ фигуры, токъ идетъ отъ мѣди баттарей къ пластинкѣ 1 и по скрытой проволоки къ 4; отсюда онъ направляется по нижней пружинѣ рычага къ шестой пластинкѣ, къ которой привинчена мѣдная проволока, оканчивающаяся зарытою въ землю пластинкою *a*. Такимъ-образомъ, гальваническій токъ нисходитъ до влажной почвы и проходитъ въ ней къ зарытой на станціи II къ доскѣ *B*; отсюда онъ поднимается къ мультипликатору, пробѣгаетъ его обороты и по проволоки возвращается къ первой станціи. Эта проволока приводитъ его къ пластинкѣ 5, соединенной верхнею пружиною рычага съ пластинкою 3, которая, въ свою очередь, соединена проводникомъ съ 2; къ послѣдней же привинчена проволока, идущая къ цинковому цилиндру баттарей; совершивъ такой кругооборотъ, токъ производитъ уклоненіе стрѣлки мультипликатора въ правую сторону.

Напротивъ, если рычагъ на станціи I подвинуть влѣво, такъ чтобы концы его пружинъ коснулись пластинокъ 1 и 5, 2 и 6, то токъ принимаетъ на всемъ своемъ пути противоположное направленіе. Именно, отъ *K* онъ пойдетъ къ 1, а не къ 4, потому-что отъ послѣд-

ней онъ не находитъ проводниковъ; далѣе, по верхней пружинѣ рычага онъ пройдетъ къ пятой пластинкѣ и по проволоцѣ ко второй станціи. Здѣсь онъ вступитъ въ обороты мультипликатора въ томъ мѣстѣ, гдѣ прежде, при положеніи рычага вправо, онъ выходилъ; поэтому, отклоненіе стрѣлки произойдетъ въ этомъ случаѣ въ противоположную лѣвую сторону. Возвратный путь токъ совершаетъ черезъ пластинку *B*, влажную почву, пластинку *a*, и отъ нея восходитъ къ шестой пластинкѣ, отъ которой, по нижней пружинѣ, достигаетъ второй пластинки и наконецъ самой батарей.

Наконецъ, если рычагу дать отвѣсное положеніе, причемъ пружины его лѣвыми концами своими коснутся къ дереву между пластинками 1 и 3, 2 и 4, то гальваническій токъ не найдетъ вовсе проводника, по которому онъ могъ бы достигнуть второй станціи, и стрѣлка мультипликатора останется тамъ въ вертикальномъ положеніи. По обѣимъ сторонамъ передней стрѣл-

фиг. 224, *b*.

A	I	I.	V.	VI	P
B	II			VII	Q
C	III			VIII	R
D	III			IVI	S
E	IV			IVV	T
F	IV			VIVI	U
G	IV			VVI	V
H	IVI			VVV	W
I	IVV			VVVI	X
K	IVVI			IVVV	Y
L	IVI			VVIV	Z
M	IVV				
N	IVVV				
O	IVIV				

ки, находятся знаки I и V; при движеніи влѣво, она показываетъ на I, при уклоненіи же вправо на V. Изъ этихъ двухъ простыхъ знаковъ составляются все сигналы, обозначающіе отдѣльныя буквы. Алфавитъ представленъ въ такомъ порядкѣ, что все влѣво отъ стрѣлки стоящія буквы начинаются съ I, а все вправо стоящія съ знака V, и поэтому тотчасъ узнается, на какой сторонѣ должно искать телеграфируемую букву. Таблица показываетъ, что напр. три уклоненія стрѣлки надѣво обозначаютъ букву C, а столько же направо W.

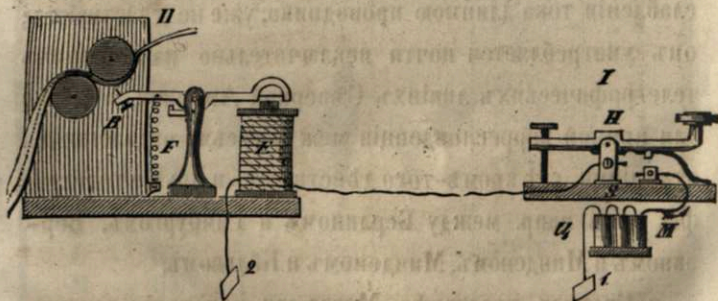
Телеграфъ
Морзе.

222. Телеграфъ Морзе. Для сообщенія важныхъ государственныхъ и торговыхъ извѣстій, находится теперь въ общемъ употребленіи телеграфъ, изобрѣтенный американцомъ Морзе въ 1837 году. Онъ отличается не только точностью и скоростью, съ которою передаетъ знаки, при которой онъ, въ опытныхъ рукахъ, телеграфируетъ 100 буквъ въ одну минуту, тогда какъ телеграфы съ стрѣлкою и циферблатомъ могутъ передать только 20, но также и легкостью съ какою онъ работаетъ, вслѣдствіе чего его можно употреблять на большихъ разстояніяхъ, гдѣ другіе телеграфы, при ослабленіи тока длиною проводника, уже не дѣйствуютъ; онъ употребляется почти исключительно на большихъ телеграфическихъ линіяхъ Сѣверной Америки, а также для прямой корреспонденціи между весьма отдаленными станціями, гдѣ кромѣ того дѣйствуютъ и другіе телеграфы, какъ напр. между Берлиномъ и Гамбургомъ, Берлиномъ и Минденомъ, Минденомъ и Кѣльномъ.

а. Снарядъ телеграфа Морзе для печатанія депешъ, посылаемыхъ съ другихъ станцій, устроенъ слѣдующимъ образомъ: Электромагнитъ E, котораго только

одна половина видна на фигурѣ, поставленъ вертикально и полюсами обращенъ вверхъ; надъ нимъ виситъ желѣзный якорь *A*, находящійся на концѣ двуплечнаго рычага, другой конецъ котораго снабженъ штифтикомъ *B*, дѣлающимъ знаки на бумагѣ. Близъ него установлены два вала, одинъ изъ нихъ, находящійся подъ штифтикомъ, въ томъ мѣстѣ, гдѣ онъ прикасается къ нему, снабженъ гладкимъ кольцомъ и расположенъ такъ близко къ другому валу, что при вращеніи, они, въ слѣдствіе тренія, двигаются вмѣстѣ съ собою положенную между ними полоску бумаги въ дюймъ шириною. Равномерное движеніе ихъ производится системою колесъ, движимыхъ гирею; полоска бумаги свивается съ большаго блока, а штифтикъ дѣлается изъ закаленной стали; онъ никогда не притупляется и, не разрывая бумаги, оставляетъ на ней довольно замѣтные слѣды, которые легко можно разобрать въ послѣдствіи. Близъ штифтика прикрѣплена къ рычагу спиральная пружина *F*, которая стремится отодвинуть его внизъ, на сколько это позволяетъ находящійся подъ этимъ плечомъ рыча-

фиг. 225, а.



га крючокъ. Штифтикъ оставляетъ на бумагѣ только два рода знаковъ: точки и черточки. Дѣйствительно,

какъ скоро гальваническій токъ пробѣгаетъ на одно мгновеніе обороты электромагнита *E*, то якорь *A* притягивается также на одно мгновеніе, штифтикъ поднимается и обозначаетъ на бумагѣ точку; онъ не остается долѣе въ прикосновеніи съ бумагою, потому-что электромагнитъ тотчасъ же теряетъ свою притягательную силу и пружина *F* отодвигаетъ плечо рычага съ штифтикомъ внизъ. Если же токъ продолжается долѣе, то штифтикъ долѣе давитъ на движущуюся бумагу и обозначаетъ на ней линію. Токъ можетъ быть также прерванъ на нѣкоторое мгновеніе, и тогда на бумагѣ происходитъ промежутокъ между знаками. Поэтому алфавитъ телеграфа Морзе долженъ быть составленъ изъ точекъ и черточекъ; иначе встрѣчающаяся буква *E* обозначается одной точкой, *T* одной чертой, а остальные буквы соединеніемъ и тѣхъ и другихъ, какъ показываетъ слѣдующая табличка:

A . —	N — .
B — . . .	O . — . . .
C — . — .	P
D — . .	Q — — . —
E .	R . — .
F . . — .	S . . .
G — — .	T —
H	U . .
I . .	V . . —
K — . —	W . — —
L . — . .	X . . — . . .
M — —	Y . . — — . . .
	Z . — — . . .

b. Снарядъ, служащій для подаванія знаковъ въ телеграфѣ Морзе, назначается только для прерыванія

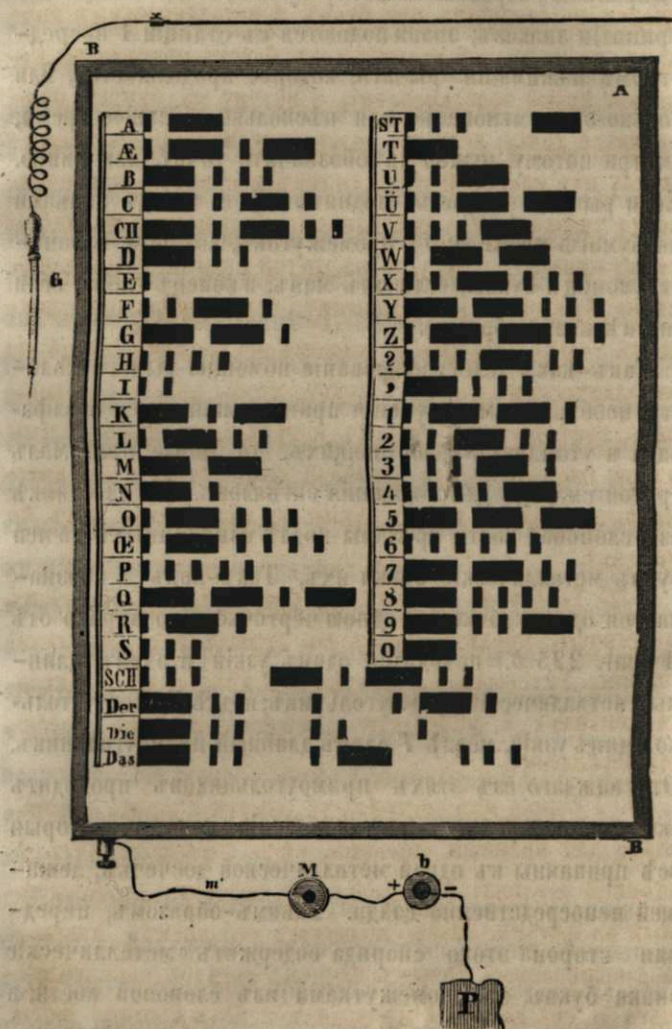
тока. Мѣдный рычагъ *H*, похожій съ виду на ручку двернаго замка, поддерживается металлическимъ столбикомъ *S* и нажимается снизу, находящеюся подъ его рукояткою пружиною, на сколько это позволяетъ придѣланный съ лѣвой стороны винтъ. Подъ рычагомъ врѣзанъ въ дерево маленькій мѣдный столбикъ, наковальня, и къ нему привинчена проволока, идущая отъ мѣди *K* батареи, тогда какъ другая проволока ея припаяна къ зарытой въ землѣ пластинкѣ 1. Проволока, идущая ко второй станціи *II*, соединена съ подставкою *S* рычага и на второй станціи привинчена къ оборотамъ электромагнита, другая проволока котораго идетъ внизъ къ пластинкѣ 2. При означенномъ на фигурѣ положеніи рычага, положительный токъ, идущій отъ *K*, достигаетъ только наковальни и не можетъ идти далѣе. Еслибы не было разрыва между рычагомъ и наковальнею, то токъ прошелъ бы по металлическому рычагу *H*, ножкѣ его *I* и по проволокѣ ко второй станціи; потомъ, пробѣжавъ обороты электромагнита, спустился бы къ пластинкѣ 2 и черезъ влажный слой земли и доску *I* возвратился бы къ батарее. Слѣдовательно, нажиманіемъ рычага возстановляется гальваническій токъ.

Если депеша должна быть отправлена съ станціи *I*, то телеграфирующий нажимаетъ здѣсь рычагъ нѣсколько разъ быстро одинъ за другимъ; при этомъ токъ будетъ столько же разъ возстановленъ и прерванъ; якорь *A* на другой станціи *II*, быстро опускаетъ и поднимаетъ рычагъ и ударами его объ электромагнитъ производится стукъ, который служить сигналомъ, что телеграфированіе началось. Телеграфирующий на *II* станціи пускаетъ въ ходъ систему колесъ: валы вращаются и двигаютъ съ

умѣренною скоростью полоску бумаги, назначенную для принятія знаковъ; знаки подаются съ станціи I посредствомъ нажиманія рычага, которое продолжается, или только одно мгновеніе, или нѣсколько большее время, смотря потому, нужно ли обозначить точку, или линію. Если рычагъ оставить поднятымъ, то между знаками на бумагѣ произойдетъ промежутокъ, который означаетъ конецъ буквы, если онъ малъ, и конецъ слова, если онъ нѣсколько больше.

Такъ-какъ телеграфированіе помощію рычага дѣлается необходимымъ изученіе принадлежащаго сюда алфавита и утомляетъ работающихъ, то Морзе придумалъ другой снарядъ для подаванія сигналовъ. Въ пластинкѣ изъ слоновой кости врѣзаны подлѣ означенныхъ на ней буквъ металлическіе знаки ихъ. Такъ-какъ *A* обозначается одною точкою и одною черточкою, то вправо отъ *A* (фиг. 225 *b*.) находятся одинъ узкій и одинъ длинный металлическій прямоугольникъ; подлѣ *E* стоитъ только одинъ узкій, подлѣ *T* одинъ длинный прямоугольникъ. Отъ cadaго изъ этихъ прямоугольниковъ проходятъ сквозъ слоновую кость металлическія полоски, которыя все припаяны къ одной металлической досчечкѣ, лежащей непосредственно сзади. Такимъ-образомъ, передняя сторона этого снаряда содержитъ металлическіе знаки буквъ, съ промежутками изъ слоновой кости; а задняя сторона его представляетъ сплошную металлическую поверхность. Такъ-какъ весь снарядъ замѣняетъ собою рычагъ (фиг. 225 *a*, на станціи I), то къ задней металлической пластинкѣ его, при *a* (фиг. 225, *b*), привинчена проволока *K* баттарей. Тогда-какъ другая проволока ея проходитъ къ зарытой въ землю пластинкѣ 1. Иду-

фиг. 225, b.



щая от второй станции проволока *cd* оканчивается тонкою спиральною проволокою, указкой *g* и *l*, которая поэтому может свободно двигаться. Указка представляет трубочку из слоновой кости, по срединѣ которой проходит мѣдная проволока, снабженная платиновымъ нако-

нечникомъ. Если телеграфирующий проведетъ концомъ указки по стоящимъ при буквѣ *A*, металлическимъ знакамъ, то на другой станціи токъ будетъ сначала на короткое время возстановленъ, а потому на бумагѣ обозначится точка; если же указка прикасается къ промежутку изъ слоновой кости, то токъ прервется; наконецъ, когда указка будетъ скользить по большому металлическому прямоугольнику, то на другой станціи обозначается на бумагѣ черта. Поэтому, телеграфирующий долженъ только спокойно и равномерно водить указкой по металлическимъ знакамъ буквъ; чтобы указка не скользила, сосѣдніе ряды знаковъ могутъ быть еще отдѣлены узкою планочкою изъ слоновой кости, такъ, чтобы можно было только водить указкою вдоль ихъ, какъ по линейкѣ.

223. Телеграфъ съ указательною стрѣлкою. Въ этомъ телеграфѣ, предложенномъ въ первый разъ Англичаниномъ Уитстономъ, совокупнымъ дѣйствіемъ электромагнетизма и упругости движется стрѣлка передъ циферблатомъ. Телеграфъ съ указательною стрѣлкою.

а. Главная изъ составныхъ частей снаряда, служащаго для принятія знаковъ, есть электромагнитъ *E*, стоящій вертикально и только на половину изображенный на фигурѣ. Надъ полюсомъ его виситъ якорь *A*, поддерживаемый лѣвымъ плечомъ горизонтальнаго рычага *H*, ось котораго проходитъ черезъ средину якоря. Къ правому плечу рычага прикрѣплена спиральная пружина *T*, стремящаяся опустить его внизъ. Когда возбужденный на другой станціи гальваническій токъ пробѣгаетъ обороты проволоки электромагнита, то онъ притягиваетъ якорь и двигаетъ внизъ лѣвое плечо ры-

чага; если же гальванический токъ прервется и поэто-
му электромагнитъ лишится своей притягательной силы,
то пружина потянетъ внизъ правое плечо рычага и
оторветъ якорь отъ электромагнита. Такимъ-образомъ,
попеременнымъ дѣйствіямъ силъ электромагнита и

фиг. 226.



пружины, рычагъ приводится въ качательное движе-
ніе, которое примѣняется къ движению стрѣлки слѣдую-
щимъ образомъ:

На оси вращенія рычага утверждается крючокъ съ
двумя зубцами, часовой якорь (§ 69), который и качает-
ся вмѣстѣ съ ними; зубцы его сцѣпляются попере-
менно съ 12 наклонными острыми зубцами находяща-
гося подъ нимъ зубчатаго колеса. Каждый зубецъ яко-
ря долженъ пройти черезъ 12 промежутковъ между
зубцами колеса; для того чтобы колесо совершило пол-

ный оборотъ, потребно дважды 12 движеній якоря; слѣдовательно, каждое движеніе подвигаетъ колесо впередъ на половину зубца, или на одну двадцать четвертую часть круга. На валу колеса насажена стрѣлка, которая вращается вмѣстѣ съ нимъ; она движется передъ кольцомъ, на которомъ въ равныхъ разстояніяхъ одна отъ другой обозначены 23 буквы и одна звѣздочка.

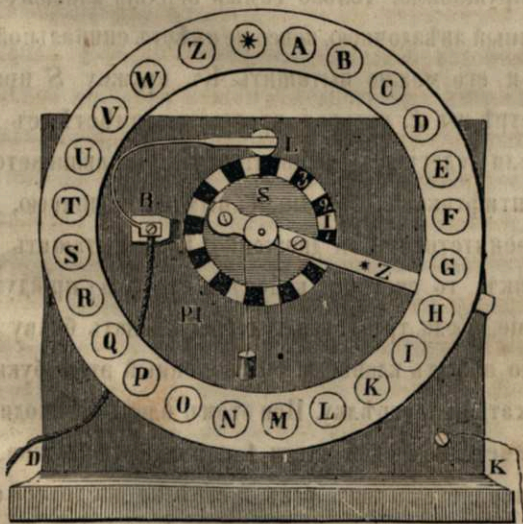
На звѣздочку указываетъ стрѣлка при своемъ начальномъ положеніи, которое она принимаетъ каждый разъ при началѣ телеграфированія. Если тогда возстановить токъ на другой станціи, такъ, чтобы онъ пробѣгалъ обороты электромагнита, то послѣдній притянетъ свой якорь, лѣвый зубецъ крючка захватитъ зубецъ колеса и подвинетъ его впередъ; стрѣлка перейдетъ при этомъ отъ своего первоначальнаго положенія къ буквѣ А. Если потомъ телеграфирующий прерветъ токъ на другой станціи, то электромагнитъ потеряетъ свой магнетизмъ и пружина приведетъ въ движеніе рычагъ и часовой якорь. Правый зубецъ послѣдняго сдѣлается съ зубцомъ колеса, подвигаетъ его далѣе, и стрѣлка переходитъ къ буквѣ В. При возстановленіи тока, дѣйствуетъ такимъ-образомъ электромагнитъ, а при прерываніи — пружина; каждое возстановленіе и каждое прерываніе тока подвигаетъ стрѣлку впередъ на одну букву. Каждое телеграфируемое слово составляется при этомъ изъ отдѣльныхъ буквъ. Стрѣлка можетъ двигаться только впередъ, а потому она должна пробѣгать мимо тѣхъ буквъ, которыя вовсе не встрѣчаются въ телеграфируемомъ словѣ или стоять въ немъ не сряду, — обстоятельство требующее нѣкоторой потери времени; на тѣхъ же буквахъ, которыя должны быть переданы, стрѣлка

останавливается короткое время. Если же въ какомъ-либо словѣ одна буква встрѣчается два раза сряду, то стрѣлка должна сдѣлать полный оборотъ, чтобы достигнуть снова той же буквы; это неудобство устраняется иногда употребленіемъ зубчатаго колеса съ 30° зубцами; кромѣ-того, на циферблатѣ обозначается 60 буквъ, причемъ нанчаще встрѣчающіяся буквы повторяются нѣсколько разъ. Для приготовленія модели, зубчатое колесо съ принадлежащимъ къ нему якоремъ можетъ быть взято изъ стараго часоваго механизма. Сверхъ-того, описанный выше снарядъ требуетъ весьма сильнаго тока, потому-что самый электромагнитъ съ помощію якоря долженъ вращать колесо; а потому, для движенія колеса обыкновенно употребляется гирия, шнурокъ которой навивается на ось колеса, и гирия виситъ на немъ съ лѣвой стороны оси; электромагнитъ и пружина не составляютъ уже тогда движущей силы, но дѣйствуютъ совершенно такимъ же образомъ, какъ маятникъ въ часовомъ механизмѣ (§ 69).

б. Снарядъ, назначаемый для подаванія знаковъ, долженъ служить въ то же время для прерыванія тока. Сквозь вертикально установленную мѣдную пластинку *PI*, проходить металлическая ось находящагося впереди кружка *S*, который также готовится изъ мѣди; но окружность его раздѣлена на столько же равныхъ частей, сколько находится буквъ на циферблатѣ, т. е. на 24 части, которыя черезъ одну обложены слоновою костью. Такимъ-образомъ, край кружка представляетъ 12 пластинокъ металлическихъ и 12 пластинокъ изъ слоновой кости, слѣдующихъ попеременно одна за другой; пластинки изъ слоновой кости, изображены на фигурѣ бѣлыми.

На верхній край кружка давить мѣдный блокъ *L*, который, посредствомъ пружины и проволоки *D*, соединяется со второю станціею. Напротивъ, блокъ посредствомъ промежутка, пружина посредствомъ бруска *B* и проволока своею непроводящею оболочкою отдѣлены отъ пластинки *PI*; такъ, что гальваническій токъ не можетъ перейти къ нимъ отъ этой пластинки. При *K*, къ пластинкѣ привинчена одна проволока батареи, другая же идетъ внизъ къ зарытой въ землѣ металлической пластинкѣ. Когда блокъ коснется слоновой кости,—это изображено на фигурѣ,—то токъ прервется; онъ проходитъ отъ батареи къ пластинкѣ *PI* и потомъ по оси къ кружку *S*, но не можетъ идти далѣе. Мѣсто разрыва тока

фиг. 227.



лежитъ при слоновой кости, которая отдѣляетъ кружокъ отъ блока. Если повертнуть немного кружокъ, такъ чтобы блокъ пришелъ въ соприкосновеніе съ металломъ, то токъ возстановится и пройдетъ отъ *K* черезъ

пластинку, кружокъ, блокъ, пружину и проволоку къ другой станціи. Такимъ-образомъ, при полномъ оборотѣ кружка, токъ возстановится 12 разъ и столько же разъ прервется.

Телеграфирующий не долженъ самъ вращать кружокъ: онъ приводится въ движеніе гирею, дѣйствующею на систему колесъ, которая по произволу можетъ быть остановлена или пущена въ ходъ; на фигурѣ изображена гиря, шнурокъ которой навить на валъ кружка и вращаетъ его слѣва направо. Передъ кружкомъ въ большемъ, обхватывающемъ его, кольцо устроены 24 клавиша; съ передней стороны они обозначены буквами, а сзади они оканчиваются штифтиками, которые нажимаются впередъ выходящими около нихъ спиральными пружинами. Только самый верхній клавишъ, обозначенный звѣздочкою, вовсе не имѣетъ спиральной пружины и его можно вытащить. Къ кружку *S* привинчена стрѣлка *Z*, которая вращается вмѣстѣ съ нимъ, или, если телеграфъ не работаетъ, останавливается передъ штифтикомъ, обозначеннымъ звѣздочкою, который препятствуетъ ея движенію. Если вытащить этотъ штифтикъ, то система колесъ и стрѣлка придутъ въ движеніе. Если требуется телеграфировать букву *A*, то надобно нажать клавишъ, обозначенный этою буквою и задержать имъ стрѣлку. При этомъ блокъ приходитъ къ первой металлической части 1 окружности кружка, токъ возстановляется одинъ разъ, и стрѣлка на другой станціи переходитъ къ *A*. При телеграфированіи буквы *H*, прижимается клавишъ этой буквы, стрѣлка кружка останавливается передъ нимъ, при этомъ блокъ 4 раза прикасается къ металлу и 4 раза къ слоновой кости;

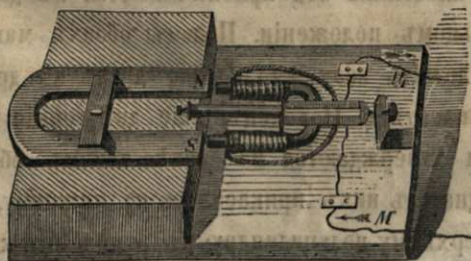
эти 4 возстановленія и 4 прерванія тока приводятъ стрѣлку на другой станціи къ буквѣ *И*. Начало депеши возвѣщается, или посредствомъ полного оборота стрѣлки и слышимаго при этомъ треска, или посредствомъ обыкновеннаго будильника, который приводится въ движеніе рычагомъ снаряда, служащаго для приниманія знаковъ.

224. Электромагнитныя машины. Увеличивая число оборотовъ, объемъ желѣзной подковы и силу тока батареи, можно увеличить силу электромагнита до того, что онъ будетъ удерживать тяжесть въ нѣсколько пудовъ. По значительной магнитной силѣ, они весьма удобны для намагничиванія стали, по вышеизложеннымъ способамъ; даже думали воспользоваться ими, какъ движущею силою для машинъ.

Электромагнитныя машины.

Опытъ. Для приготовленія модели простой электромагнитной машины, нуженъ подковообразный стальной магнитъ, который удерживалъ бы около $\frac{3}{4}$ фунта. Онъ кладется на доску въ 2 дюйма толщиною; доска эта прибивается гвоздями къ концу другой, болѣе длинной; поперекъ магнита кладется деревянный брусочикъ и винтомъ, проходящимъ черезъ его средину, магнитъ крѣпко прижимается къ доскѣ. Передъ полюсами

Фиг. 228, а.



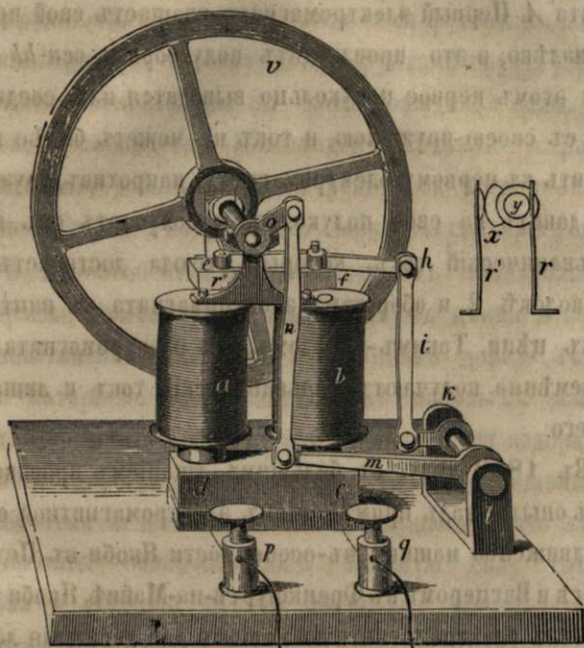
его долженъ вращаться маленькій электромагнитъ, толщиною съ гусиное перо и около полутора дюйма въ длину; въ изгибъ его дѣлается четырехугольное отверстіе, въ которое вставляется четырехгранная ось, оканчивающаяся круглыми цапфами; ось эта выставляется немного передъ полюсами и около на полутора дюйма передъ изгибомъ электромагнита. На этотъ конецъ оси насаживается круглый кусокъ дерева, толщиною въ большой палецъ и около дюйма длиною; къ нему прибиваются короткими гвоздями, которые не должны доходить до желѣзной оси, два мѣдные полуцилиндра. Полуцилиндры эти готовятся такимъ образомъ, что тонкая мѣдная пластинка сгибается около куска дерева въ цилиндръ и потомъ разрѣзывается по длинѣ на двѣ равныя части. Полуцилиндры должны прилегать одинъ къ другому, но не должны прикасаться между собою, для чего въ промежуткѣ между ними проводится нѣсколько разъ лезвіемъ ножа. Для приготовленія маленькаго электромагнита употребляется обвитая проволока и навивается на него въ два или три ряда. Оба свободные конца проволоки припаиваются къ полуцилиндрамъ близъ изгиба подковы. Далѣе, въ двухъ маленькихъ мѣдныхъ пластинкахъ дѣлаются отверстія, въ которыхъ могли бы вращаться безъ тренія; цапфы оси, пластинки эти привинчиваются къ доскѣ въ вертикальномъ положеніи. Полюсы обонхъ магнитовъ должны лежать возможно близко другъ къ другу, но не соприкасаться. Наконецъ, еще двѣ тонкія мѣдныя пружинки утврждаются на доскѣ такимъ образомъ, чтобы одна изъ нихъ прикасалась къ нижнему, а другая къ верхнему полуцилиндру; къ этимъ пружинкамъ

привинчиваются, или прижимаются руками, проволоки гальванической цѣпи.

Положительный токъ, идущій отъ угля, достигаетъ, по одной изъ мѣдныхъ пружинкохъ, до полуцилиндра, идетъ по припаянной къ нему проволокъ и оборотамъ электромагнита къ другому полуцилиндру и по прикасающейся къ нему мѣдной пружинкѣ ко второй проволокъ цѣпи. Если проволока навита слѣва направо, то въ мѣстѣ вступленія положительнаго тока будетъ лежать южный полюсъ электромагнита. Стальной магнитъ должно при этомъ положить такимъ-образомъ, чтобы южный полюсъ его былъ обращенъ къ южному полюсу электромагнита. Одноименные полюсы отталкиваются; поэтому электромагнитъ вращается, такъ, что южный полюсъ его приближается къ сѣверному полюсу стального магнита; но при этомъ онъ вращаетъ также и полуцилиндры, которые вмѣстѣ образуютъ коммутаторъ, и тотъ полуцилиндръ, отъ котораго онъ прежде получилъ положительный токъ, находится теперь въ прикосновеніи съ пружинкою, идущею отъ цинка. Поэтому положительный токъ выходитъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ онъ прежде вступалъ, и оттого здѣсь образуется сѣверный полюсъ, который, вслѣдствіе полюборота электромагнита, лежитъ также противъ сѣвернаго полюса стального магнита. Снова оттолкнутый электромагнитъ приходитъ въ свое первоначальное положеніе, но, вслѣдствіе перемѣны полюсовъ, снова оставляетъ его, и получаетъ такимъ образомъ непрерывное вращательное движеніе. Вмѣсто стального магнита въ большихъ машинахъ употребляется также электромагнитъ, намагничиваемый особою батареею.

Въ электромагнитной машинѣ Грюэля, электромагниты производятъ непосредственно качательное движеніе притягиваемыхъ ими желѣзныхъ прутьевъ. Два электромагнита E_1 и E_2 установлены вертикально, второй влѣво отъ перваго, и обращены своими полюсами кверху. На полюсахъ каждаго изъ нихъ лежитъ желѣзный якорь, къ которому вверху привинченъ отвѣсно металлическій прутъ. Оба эти прута C и D соединены горизонтальнымъ прутомъ F , длина котораго болѣе разстоянія между электромагнитами, такъ что, когда одинъ прутъ D имѣетъ отвѣсное положеніе, то другой C стоитъ наклонно, и якорь его лежитъ на боку. Если во время недѣятельности втораго электромагнита, гальваническій токъ пойдетъ вокругъ перваго электромагнита E_1 , то сила притяженія его заставитъ якорь вращаться на нижнемъ ребрѣ въ лѣвую сторону до-тѣхъ-поръ, пока онъ не прикоснется къ полюсамъ и не будетъ стоять вертикально; прутъ C движется при этомъ влѣво и принимаетъ отвѣсное положеніе; прутъ D вращается также влѣво и получаетъ наклонное положеніе, такъ что якорь его прикасается къ полюсамъ только однимъ изъ реберъ. Далѣе, токъ, идущій къ первому электромагниту, долженъ быть прерванъ и вмѣсто того направленъ ко второму магниту E_2 ; тогда прутъ D будетъ стремиться стать вертикально и вращается направо, причемъ прутъ C принимаетъ наклонное положеніе. Этимъ качательнымъ движеніемъ металлическихъ прутьевъ движется горизонтальный прутъ F ; соединенный съ нимъ прутъ G вращаетъ ось hh (§ 108.1) и утвержденное на ней большое колесо (§ 109. 1).

Фиг. 228, б.



Чтобы первый электромагнит получил магнитную силу въ то время, какъ по второму не проходитъ гальваническій токъ и на оборотъ, машинѣ дается слѣдующее устройство. Къ оси припаяны одно полное кольцо и два полукольца, по обѣимъ сторонамъ перваго; на цѣлое кольцо давитъ пружина II, а надъ полукольцами находятся пружины I и III. Токъ гальванической цѣпи, проволоки которой привинчены въ A и B, достигаетъ отъ винта B по вертикальной проволоцѣ b ко второй пружинѣ и отсюда распространяется по обоимъ полукольцамъ. Если пружина I начнетъ давить на полукольцо, въ то время какъ третья пружина оставитъ свое полукольцо, то токъ пойдетъ отъ первой пружины по проволоцѣ 1 къ оборотамъ перваго электромагнита

Е1 и такимъ — образомъ достигнеть нажимательнаго винта А. Первый электромагнитъ вращаетъ свой пруть С налѣво, а это производитъ полуоборотъ оси *hh*. Но при этомъ первое полукольцо выводится изъ соединенія съ своею пружиною, и токъ не можетъ болѣе проходить къ первому электромагниту; напротивъ, пружина III давить на свое полукольцо и получаетъ отъ него гальваническій токъ, который отсюда достигаетъ по проволокѣ 2 и оборотамъ электромагнита къ винту А и къ цѣпи. Такимъ-образомъ, оба электромагнита попеременно получаютъ гальваническій токъ и лишаются его.

Въ 1840 году, съ большимъ тщаніемъ производились опыты надъ примѣненіемъ электромагнитной силы къ движенію машинъ, въ-особенности Якоби въ Петербургѣ и Вагнеромъ въ Франкфуртѣ-на-Майнѣ. Якоби употребилъ электромагнитную машину для движенія лодки по Невѣ. Она имѣла 26 футовъ длины и была снабжена гребными колесами по образцу пароходовъ; двѣ батареи, составленныя изъ 64 паръ цинка и платины, помѣщены были на бортахъ судна. Машина состояла изъ 16 электромагнитовъ, одна половина которыхъ была размѣщена на окружности вертикальнаго неподвижнаго круга, а другая половина, поддерживаемая подвижнымъ кругомъ, вращала этотъ кругъ при перемѣнѣ полюсовъ. Лодка, въ продолженіи нѣсколькихъ часовъ, плыла съ 12 пассажирами противъ теченія и вѣтра. Сила, съ которою машина работала, не превышала одной лошадиной силы.

Вагнеръ приготовилъ маленькую повозку, которая приводилась въ движеніе электромагнитною машиною и

влекла за собою въ продолженіи нѣсколькихъ часовъ по окружности деревянной доски семи футовъ въ поперечникѣ другую повозку съ 60 фунтами груза; работа машины достигала едва 80 части лошадиной силы. Однакожъ, въ послѣдствіи Шотландецъ Риттехи устроилъ локомотивъ, работа котораго равнялась четверной лошадиной силѣ. Употребленію электромагнитныхъ машинъ въ-особенности препятствуютъ значительныя издержки, причиняемыя истребленіемъ цинка и селитряной кислоты, которыя несравненно дороже горючаго матеріала, употребляемаго въ паровыхъ машинахъ. И еслибы даже удалось сократить эти издержки, замѣняя дорогія вещества другими болѣе дешевыми, то все-таки нельзя устранить то неудобство, что электромагниты обнаруживаютъ большую силу только вблизи и дѣйствіе ихъ на нѣсколько значительномъ разстояніи весьма слабо.

ФИЗІОЛОГИЧЕСКІЯ ДѢЙСТВІЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКАГО ТОКА.

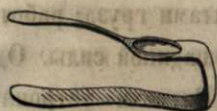
225. Дѣйствія гальваническаго тока на вкусъ и зрѣніе.

Между дѣйствіями гальваническаго тока на человѣческое тѣло можно открыть простою цѣпью тѣ изъ нихъ, которыя поражаютъ вкусъ и зрѣніе.

Опытъ а. Концы цинковой пластинки, въ палецъ шириною и около 8 дюймовъ длиною, соскабливаются ножичкомъ съ обѣихъ сторонъ и тщательно вытираются сукномъ; потомъ, одинъ изъ концовъ ея сгибается крючкомъ. Если затѣмъ прижать сухою рукою маленькую серебряную ложку къ загнутому концу цинковой

Вкусъ, производимый гальванизмомъ.

пластинки, а другой конецъ ея приложить къ влажной
 фиг. 229.



нижней губѣ, конецъ ложки къ языку же, то почувствуемъ острый вкусъ, который нѣкоторые находятъ щелочнымъ. Оборотивъ приборъ, и приведя серебро въ прикосновеніе съ губою, а цинкъ съ верхнею поверхностью языка, почувствуемъ замѣтно кислый вкусъ, который прекращается тотчасъ по раздѣленіи металловъ.

Свѣтъ, производимый
 гальванизмомъ.

Опытъ в. Если держать губами цинковую пластинку и прикоснуться серебряной ложкой къ смоченному водою мѣсту лба надъ глазомъ или къ смоченнымъ вѣкамъ, то при каждомъ прикосновеніи обоихъ металловъ замѣтимъ передъ глазомъ, въ-особенности въ темнотѣ, свѣтъ, который смотря по раздражительности нервовъ, бываетъ слабѣе и сильнѣе, а нѣкоторыми даже и вовсе не замѣчается.

Вольтовъ
 столбъ.

226. Гальваническое потрясеніе п Вольтовъ столбъ. Одинъ элементъ гальванической цѣпи не производитъ вовсе потрясенія, потому-что человѣческое тѣло дурно проводитъ гальваническое электричество при маломъ напряженіи его; потрясеніе замѣчается только при употребленіи сложной цѣпи отъ 50 до 100 элементовъ, и легко получается отъ древнѣйшей сложной цѣпи, изобрѣтенной Вольта въ 1800 году и названной по его имени Вольтовымъ столбомъ.

При произведеніи своего основнаго опыта, Вольта нашелъ, что мѣдъ наэлектризовалась отрицательно. Но когда онъ приложилъ къ мѣдной крышкѣ своего электрометра цинковую пластинку, то въ ней обнаружи-

лось также отрицательное электричество. Мѣдъ электрометра находилась въ прикосновеніи съ цинкомъ, слѣдовательно съ другимъ металломъ, а потому мѣдъ и золотые листочки должны были имѣть отрицательное электричество. Такимъ-образомъ, положительное электричество цинка не обнаруживалось электрометромъ. Размышляя объ этомъ, Вольта оторвалъ уголокъ отъ римской газеты, которую читалъ, и безъ всякаго намѣренія приложилъ его къ губамъ. При этомъ вдругъ въ мысляхъ его этотъ влажный лоскутокъ бумажки получилъ связь съ его опытомъ; онъ положилъ его на свой электрометръ, помѣстилъ сверху цинкъ и тогда обнаружилось положительное электричество его. Отсюда онъ заключилъ, что влажная бумажка можетъ проводить электричество цинка ко второй мѣдной пластинкѣ и назвалъ этотъ лоскуточекъ влажнымъ проводникомъ. Онъ положилъ одинъ на другой нѣсколько слоевъ мѣди, цинка и влажной бумажки, въ правильной послѣдовательности, такъ что цѣлое имѣло видъ столба. Устроенный такимъ-образомъ столбъ изъ 100 элементовъ стоялъ однажды наклонно и угрожалъ паденіемъ; чтобы поправить его, Вольта прикоснулся одною рукою къ самому нижнему, а другою къ самому верхнему металлическому кружку, и почувствовалъ при этомъ гальваническое потрясеніе. Вольта не вполнѣ разъяснилъ дѣйствіе влажнаго кружка; онъ не только проводитъ, но и возбуждаетъ электричество. Поэтому теперь столбы устроиваются иначе, а именно за цинкомъ слѣдуетъ жидкость кружка и потомъ уже мѣдъ. Въ этомъ видѣ столбъ называется устроеннымъ по-французски Вольтовымъ столбомъ.

фиг. 230.



Изъ мѣдныхъ и цинковыхъ листовъ вырѣзываются около 60 круглыхъ или четырехугольных пластинокъ, равныхъ между собою по объему, и имѣющихъ отъ одного до четырехъ дюймовъ въ поперечникѣ; къ одной изъ цинковыхъ и къ мѣдной изъ мѣдныхъ пластинокъ припаивается по одной проволока. Простой гальваническій элементъ состоитъ, по § 203, изъ мѣди, жидкости и цинка. Для воспринятія жидкости служатъ суконные кружки, которые нѣсколько менѣ металлическихъ пластинокъ; они кладутся на нѣсколько часовъ въ растворъ соли и уксуса, или въ разбавленную сѣрную кислоту, въ которой на 20 частей воды приходится 1 часть кислоты. Укладка пластинокъ производится на подставку, состоящей изъ трехъ брусочковъ, вертикально утвержденныхъ въ доскѣ, и въ такомъ разстояніи одинъ отъ другаго, чтобы между ними помѣщались пластинки. Сообразно основной формѣ гальваническаго элемента, представленной въ § 203, фиг. 197, внизъ кладется цинковая пластинка съ припаянною къ ней проволокою, на нее пропитанный жидкостью кружокъ и за тѣмъ мѣдная пластинка. Потомъ укладывается второй элементъ, цинкъ, жидкость и мѣдь, и наконецъ въ томъ же порядкѣ укладываются слоями слѣдующіе элементы. Мѣдная пластинка каждого элемента прикасается непосредственно къ положенной на нее цин-

ковой пластинкѣ слѣдующаго элемента. Сверху столбъ замыкается мѣдною пластинкою, къ которой припаяна проволока; на столбъ кладется еще какой-нибудь грузъ для того, чтобы привести жидкость въ тѣснѣйшее прикосновеніе съ пластинками.

Положительное электричество мѣдной пластинки въ первомъ элементѣ проводится лежащею на немъ цинковою пластинкою и жидкостію, къ мѣдной пластинкѣ втораго элемента и слагается съ его электричествомъ; оно распространяется далѣе и усиленное электричествомъ мѣдныхъ пластинокъ въ слѣдующихъ элементахъ, собирается на верхней мѣдной пластинкѣ и припаянной къ ней проволока. Такимъ же образомъ отрицательное электричество скопляется на нижней цинковой пластинкѣ и ея проволока, какъ и въ простой цѣпи, только съ бѣльшимъ напряженіемъ. Какъ и всякая другая батарея, Вольтовъ столбъ прогоняетъ электричество черезъ дурные проводники. Поэтому, если смоченною въ соленой водѣ рукою прикоснуться къ одной проволока столба, а другою ко второй проволока, то гальванический токъ пролагаетъ себѣ путь черезъ человѣческое тѣло, и при этомъ ощущается слабое потрясеніе, въ особенности въ суставахъ рукъ. Чтобы прохожденіе электричества совершалось лучше, смоченною рукою берутся за бѣльшій металлическій кусокъ, напр. ложку, и прикасаются къ проволока столба, или припаяютъ къ проволокамъ согнутыя цилиндромъ мѣдныя пластинки, подобно рукояткамъ, и берутся за нихъ руками.

Гальваническое потрясеніе происходитъ тотчасъ по возобновленіи тока, вслѣдствіе прикосновенія руками къ проволокамъ, и еще разъ тогда, когда рука отнимаетъ

ся и тѣмъ прерывается токъ. Такимъ-образомъ возстановленіемъ и прерываніемъ тока, можно произвести цѣлый рядъ потрясеній.

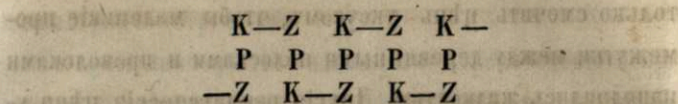
Со времени открытія гальванизма, произведены были многочисленные опыты надъ дѣйствіемъ его на организмъ для леченія болѣзней и такимъ-образомъ иногда очень счастливо излечивались параличъ и ревматизмъ. Для произведенія сотрясенія въ больной части тѣла употреблялся Вольтовъ столбъ вмѣстѣ съ снарядомъ, служащимъ для прерыванія тока, или магнито-электрическою машиною, потому-что устройство перваго затруднительно и послѣ каждаго употребленія необходимо снова чистить пластинки. Но подобно тому, какъ кислородъ выполнѣ необходимый для поддержанія дыханія, въ короткое время уничтожаетъ жизненные силы, если его вдыхать одинъ, а не въ естественной смѣси его съ азотомъ, гдѣ онъ образуетъ необходимый для дыханія воздухъ, или какъ чистый винный спиртъ своимъ сильнымъ дѣйствіемъ въ высшей степени вредитъ здоровью,—такимъ же образомъ кажется, что для леченія болѣзней должно употреблять не сильный, а слабый и продолжительный токъ безъ сотрясеній. Для этого очень удобны гальваническія цѣпи, приготовляемыя въ видѣ шейныхъ цѣпочекъ механикомъ Грюэлемъ въ Берлинѣ; уже одинъ элементъ такой цѣпи, приготовленный изъ цинковой и мѣдной проволоки, которыя, не прикасаясь между собою, навиты на деревянную палочку, производитъ уклоненіе стрѣлки мультипликатора, если прикоснуться къ элементу пальцемъ, потому-что кожа отдѣляетъ тогда достаточное количество влажности; цѣпь же изъ 100

Ревматическая цѣпь.

такихъ элементовъ есть удобнѣйшій снарядъ для произведенія гальваническаго сострясенія; при этомъ необходимо только смочить цѣпь уксусомъ, чтобы маленькіе промежутки между деревянными полосками и проволоками наполнились жидкостью. Другія ревматическія цѣпи устроиваются такимъ-образомъ, что онѣ не могутъ возбуждать ни малѣйшихъ слѣдовъ гальваническаго электричества.

Изъ маленькихъ мѣдныхъ монетъ, тщательно вычищенныхъ, и такой же величины тонкихъ цинковыхъ кружковъ легко можно устроить Вольтовъ столбъ, положивъ между ними кружки толстой, смоченной уксусомъ, пропускной бумаги. Но какъ устройство столба все-таки отнимаетъ нѣкоторое время, а вышеописанныя цѣпи изъ 100 элементовъ довольно дороги, то полезно прибавить здѣсь еще описаніе подвижной Вольтовой цѣпи, которую можно устроить самому весьма дешево. Изъ тонкихъ мѣдныхъ и цинковыхъ пластинокъ вырѣзываются кружки и въ одномъ мѣстѣ, на краю каждого изъ нихъ, оставляется узкая полоска, которая сгибается крючкомъ. Между цинкомъ и мѣдью кладутся такой же величины кружки пропускной бумаги; при этомъ, если крючокъ мѣднаго кружка находится съ правой стороны, то крючокъ цинка долженъ лежать слѣва; устроенный такимъ-образомъ элементъ обвивается посрединѣ шелковинкою или навощенною льняною нитью; край обоихъ кружковъ можно слегка выпилить въ томъ мѣстѣ, гдѣ должны быть укрѣплены нити. Элементы должно соединять такимъ-образомъ, чтобы мѣдная пластинка сцѣплена была всегда съ цинковымъ кружкомъ слѣдующаго элемента и на

оборотъ. Если обозначимъ бумагу буквою *P*, то расположение цѣпи будетъ слѣдующее:



Чтобы цѣпь не была слишкомъ длинна, составляютъ изъ элементовъ двѣ или четыре цѣпи. Передъ употребленіемъ, ихъ смачиваютъ уксуcomъ и обращаютъ вниманіе на то, чтобы каждый элементъ былъ влаженъ. Рукоятками могутъ служить маленькіе мѣдные цилиндры, которые просверливаются сверху: въ отверстія продѣвается согнутая крючкомъ мѣдная проволока.

Опытъ а. Всѣ четыре цѣпи сцѣпляются въ одну, которая растягивается по столу и къ крайнимъ звеньямъ ея привѣшиваются рукоятки. Если прикоснемся къ обѣимъ влажными руками, то получимъ сотрясеніе.

Опытъ b. Мы почувствуемъ то же самое, если изъ четырехъ образуемъ двѣ цѣпи, возьмемъ обѣими руками рукоятки, изъ которыхъ одна находится въ прикосновеніи съ цинкомъ, а другая съ мѣдью, и сблизимъ нижніе концы висѣщихъ на рукояткахъ цѣпей.

Опытъ с. Если мѣдь и цинкъ отдѣльнаго элемента этой цѣпи привести въ прикосновеніе съ проволоками мультипликатора (§ 216), то послѣдуетъ отклоненіе стрѣлки.

Опытъ d. Такая цѣпь изъ 50 элементовъ производитъ весьма замѣтное явленіе свѣта (§ 225, b).

Опытъ e. Если аппаратъ назначается для разложенія воды (§ 241), то его можно устроить еще проще. Воронка замѣняется короткою стеклянною трубкою; снизу въ нее вставляются не прикасающіяся между

собою платиновыя проволоки, и концы ихъ приводятся въ прикосновеніе съ концами цѣпи. Изъ воды въ трубчкѣ тотчасъ же стануть подниматься маленькіе газовые пузырьки.

Опытъ f. Разложеніе іодистаго калия (§ 210) тоже можетъ быть произведено помощію этой цѣпи.

Опытъ g. На конецъ идущей отъ цинка проволоки осаждается мѣдь (§ 212).— Послѣ употребленія цѣпи не разбирается, но кладется на часъ въ блюдо съ водою.

МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

227. Возбужденіе магнитоэлектричества. Подъ именемъ магнитоэлектричества разумѣются электрическіе токи, возбуждаемые магнитомъ. Мы уже видѣли, что желѣзо намагничивается, если по немъ проходитъ гальваническій токъ. Изъ этого Фарадѣ, открывшій въ Лондонѣ въ 1831 году магнитоэлектричество, заключилъ, что если не существуетъ никакой другой причины магнетизма, то стальной магнитъ можно разсматривать какъ сталь, по которой постоянно проходитъ гальваническій токъ. Онъ употребилъ для опыта свернутую изъ бумаги трубочку, на которую была навита необвитая мѣдная проволока: трубочка была соединена промежуточными проволоками съ обоими концами проволокъ стоящаго въ нѣкоторомъ разстояніи мультпликатора; въ то мгновеніе, какъ Фарадѣ клалъ въ обороты проволоки сильный стальной магнитъ, магнитная стрѣлка отклонялась, но тотчасъ же возвращалась въ прежнее свое положеніе и тѣмъ показывала, что токъ, возбужденный магнитомъ, продолжался

Магнитоэлектричество.

Основной
опытъ Фарадѣ.

только одно мгновеніе. Однакожъ, при выниманіи магнита, стрѣлка отклонялась снова, но уже въ противоположномъ направленіи; слѣдовательно, возбужденный при этомъ токъ шелъ также въ противоположномъ направленіи. Слѣдовательно, въ непрерывномъ проводникѣ, какъ приближеніе, такъ и удаленіе магнита возбуждаетъ электрическій токъ.

Мягкое желѣзо, при приближеніи и при удаленіи магнита, намагничивается вслѣдствіе магнитнаго раздѣленія (§ 137). Если желѣзо, подобно электромагниту, обвито проволокою, то при приближеніи стального магнита внутри оборотовъ въ желѣзѣ мгновенно обнаруживается магнетизмъ, потому-что при этомъ раздѣляются естественные магнетизмы желѣза; здѣсь должно произойти то же самое явленіе, какъ и при вложеніи стального магнита въ обороты проволоки: черезъ нихъ пробѣгаетъ магнитоэлектрическій токъ.

Опытъ. Чтобы произвести такой опытъ, кромѣ электромагнита (§ 217) и стального магнита, какой былъ употребленъ для опыта 224, необходимо имѣть маленький мультипликаторъ, для котораго употребляется обвитая мѣдная проволока (§ 217). Берется проволока, въ 20 футовъ длиною; 5 футовъ оставляются свободными, 10 футовъ навиваются на сложенную въ нѣсколько разъ бумагу въ палецъ толщиною и около 5 дюймовъ длиною, и остальные 5 футовъ оставляются свободными. Концы служатъ для соединенія мультипликатора съ оборотами электромагнита, который нельзя помѣстить ближе, потому-что тогда стальной магнитъ имѣлъ бы вліяніе на магнитную стрѣлку мультипликатора. Обороты мультипликатора связываются вмѣстѣ; затѣмъ изъ нихъ

вынимается бумага и они привязываются въ вертикальномъ положеніи къ маленькой доскѣ посредствомъ нитей, продѣтыхъ въ просверленные дырочки. Вверху, посрединѣ, нѣсколько оборотовъ мультипликатора раздвигается

Фиг. 231.



гается и внутри ихъ помѣщается маленькая магнитная стрѣлка (опытъ *a*, 132), на какой-нибудь подставкѣ. Если прижать одною рукою проволоки мультипликатора, а другою приблизить къ проволокамъ электромагнита полюсы стального магнита и снова удалить, потомъ приблизить еще разъ и т. д., то стрѣлка уклонится сначала въ одну сторону, а при удаленіи стального магнита — въ другую; такимъ-образомъ, постоянно возрастающими отклоненіями, обнаружится присутствіе быстро проходящихъ токовъ.

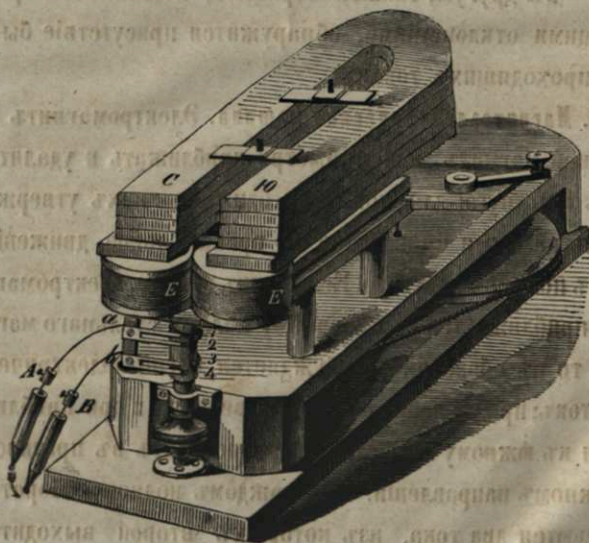
228. Магнитоэлектрическая машина. Электромагнитъ и стальной магнитъ можно быстро приближать и удалять другъ отъ друга; для этой цѣли, одинъ изъ нихъ утверждается на оси и приводится въ вращательное движеніе передъ полюсами другаго. Если одинъ полюсъ электромагнита приближается къ сѣверному полюсу стального магнита, то въ оборотахъ возбуждается магнитоэлектрический токъ; при удаленіи его отъ сѣвернаго и при приближеніи къ южному полюсу, токъ происходитъ въ противоположномъ направленіи. При каждомъ полномъ оборотѣ рождаются два тока, изъ которыхъ второй выходитъ

Магнитоэлектрическая машина.

изъ оборотовъ тамъ, гдѣ первый вступалъ въ нихъ; поэтому если требуется получить токи, имѣющіе одно и то же направленіе, то должно послѣ половины оборога измѣнить ихъ направленіе помощію коммутатора.

На такомъ основаніи и устроиваются магнитоэлектрическія машины. На маленькомъ столикѣ помѣщается сложный магнитъ (§ 145), заключающій въ себѣ отъ пяти до десяти сильныхъ магнитовъ; полюсы самага нижняго изъ нихъ выставлены впередъ противъ остальныхъ. Подъ полюсами сложнаго магнита находится электромагнитъ; онъ состоитъ изъ двухъ обвитыхъ проволокою желѣзныхъ цилиндровъ *E, E* и обращенъ вверхъ полюсами, которые вмѣсто изгиба соединены между собою внизу горизонтальною желѣзною пластинкою. Этотъ электромагнитъ утверждается на вертикальной желѣзной оси, которую можно быстро вращать по-

фиг. 232.



средствомъ безконечнаго шнурка (§ 49). При каждомъ полуоборотѣ, полюсы электромагнита приближаются къ противоположнымъ полюсамъ неподвижнаго электромагнита, вслѣдствіе чего происходятъ токи въ противоположномъ направленіи, которое должно быть измѣнено.

Коммутаторъ, предложенный для этой цѣли Штереромъ, состоитъ изъ четырехъ полуколецъ, вращающихся вмѣстѣ съ осью, и двухъ пружинъ, поддерживаемыхъ столбиками. Непосредственно на ось электромагнита накладывается, обхватывающая ее

фиг. 233.

вполовину, мѣдная трубочка

I (фиг. 233) и кромѣ-того къ верхнему и нижнему концу

ее припаиваются стальные полукольца, 1 и 4, такимъ-образомъ, что они располагаются по обѣ стороны оси. Тру-

бочку I облегаетъ цилиндръ изъ слоновой кости, на кото-

рый насаживается второй, болѣе короткій, мѣдный полуцилиндръ R съ двумя полукольцами 2 и 3, расположенными

подобнымъ же образомъ. Проволока, идущая отъ правой половины электромагнита, припаяна къ полуцилиндру I, а

идущая отъ лѣвой его половины — къ полуцилиндру R. Оба полуцилиндра раздѣлены между собою непроводни-

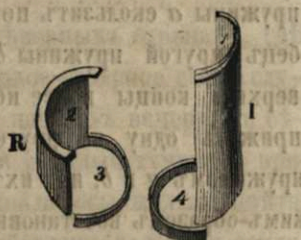
комъ; но токъ, достигающій къ полуцилиндру R, можетъ распространяться по кольцамъ 2 и 3, и такимъ же об-

разомъ токъ отъ трубочки I можетъ проходить по коль-

цамъ 1 и 4.

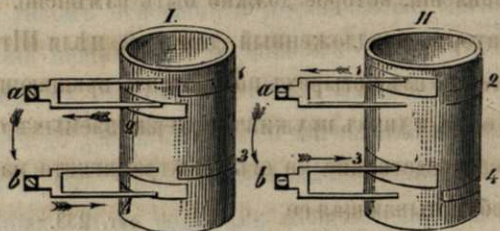
Электрическій токъ проходитъ далѣе по двумъ плоскимъ пружинамъ *a* и *b* (фиг. 232 и 234), концы кото-

рыхъ имѣютъ форму вилокъ и скользятъ по кольцамъ



коммутатора; всегда одинъ зубецъ пружины прикасается къ одному изъ колецъ. Въ томъ положеніи, которое изображено на фигурахъ 232 и 234 I, нижній зубецъ

Фиг. 234.



пружины *a* скользятъ по второму кольцу, а нижній зубецъ другой пружины *b* — по кольцу 4, тогда-какъ верхніе концы вовсе не касаются коммутатора. Если прижать одну къ другой проволоки, припаянныя къ пружинамъ *a* и *b*, или ихъ мѣдныя рукоятки *A*, и такимъ-образомъ возстановить непрерывный рядъ проводниковъ, то положительный токъ, идущій отъ лѣвой половины электромагнита, направится слѣдующимъ образомъ: онъ пойдетъ отъ оборотовъ къ полукольцу 2 и по нижнему зубцу пружины *a* къ рукояткѣ *A*; здѣсь онъ перейдетъ къ рукояткѣ *B*, и, по пружинѣ *b* и четвертому кольцу, достигнетъ правой половины. Послѣ полуоборота, положительный токъ пойдетъ отъ правой половины электромагнита; но тогда, какъ показываетъ фиг. 234, II, уже верхніе зубцы будутъ скользить по кольцамъ; токъ перейдетъ отъ кольца 1 къ пружинѣ *a*, и потомъ далѣе къ *b*. По этому коммутаторъ производитъ то, что по проводникамъ, соединяющимъ *a* и *b*, пробѣгаетъ положительный токъ, всегда въ одномъ и томъ же направленіи.

Въ то мгновеніе, какъ зубецъ оставляетъ свое полукольцо, токъ прерывается, причемъ появляются бле-

стоящія искры. Если проволока, идущая отъ *a* и *b*, привинчена къ снаряду, назначенному для разложенія воды, то вода при этомъ начнетъ разлагаться; платиновая проволока раскаляется и электромагнитъ намагничивается, если обороты его соединить проводникомъ съ обѣими пружинами. Если возьмемъ въ руки маленькіе цилиндры *A* и *B*, то при прерываніяхъ тока почувствуемъ сотрясенія, которыя тѣмъ быстрѣе слѣдуютъ другъ за другомъ, чѣмъ сильнѣе вращается машина; руки при этомъ судорожно сжимаются и кажется невозможнымъ ихъ разжать.

229. Сѣверное сіяніе. Въ сѣверныхъ странахъ, гдѣ Сѣверное сіяніе.
гроза бываетъ весьма рѣдко, яркое сѣверное сіяніе случается почти каждую зимнюю ночь. Къ вечеру, въ сѣверной части неба поднимается свѣтлый туманъ и принимаетъ видъ яркой дугообразной полосы, желтаго цвѣта, концы которой кажущимся образомъ касаются земли. Лучи и огненные столбы пересѣкаютъ эту дугу, которая распространяется до самаго зенита; со временемъ они измѣняютъ свою длину и играютъ прекрасными цвѣтами, преимущественно краснымъ и зеленымъ. Часто концы свѣтлой дуги оставляютъ землю, и на небѣ является свѣтлая полоса, такъ называемый вѣнецъ сѣвернаго сіянія; свѣтъ этой полосы превосходитъ блескъ самыхъ яркихъ звѣздъ и лучи ея сплетаются яркимъ вѣнцомъ. Мало-по-малу блескъ ея уменьшается и только слабое сіяніе покрываетъ еще южную часть неба.

Явленіе сѣвернаго сіянія приводитъ магнитную стрѣлку въ безпокойное колебаніе, и лучи его всегда имѣютъ направленіе отъ сѣвернаго магнитнаго полюса какъ-бы отъ своей начальной точки и центра; поэтому

его можно принимать за проявленіе земнаго магнетизма. Вмѣстѣ съ тѣмъ, сѣверное сіяніе имѣетъ большое сходство съ электрическимъ свѣтомъ въ разрѣженномъ воздухѣ, и оно не было бы видно такъ далеко, еслибы происходило не въ самыхъ высшихъ слояхъ атмосферы, гдѣ воздухъ весьма рѣдокъ. Вѣроятно, сѣверный магнитный полюсъ земли, какъ полюсъ всякаго магнита, обтекаютъ магнитоэлектрическіе токи; это электричество устремляется вверхъ и въ разрѣженномъ воздухѣ высшихъ слоевъ производитъ сѣверное сіяніе; поэтому, сѣверное сіяніе принадлежитъ, какъ кажется, къ явленіямъ магнитоэлектрическимъ.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

Возбужденіе
термоэлект-
ричества.

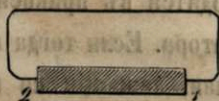
220. Возбужденіе термоэлектричества. *Опытъ а.* Одна изъ проволокъ приготовленнаго для опыта 227 мультипликатора сгибается спирально, такъ, чтобы она образовала плоскій кружокъ; затѣмъ она нагрѣвается на спиртовой лампѣ до краснакалильнаго жара. Къ этому нагрѣтому концу прикладывается другая ненагрѣтая проволока. Въ это самое мгновеніе происходитъ отклоненіе магнитной стрѣлки, такимъ-образомъ, неравномѣрнымъ нагрѣваніемъ различныхъ частей одного и того же металла возбуждается электрическій токъ. Вызванное теплотою электричество называется *термоэлектричествомъ* и открыто въ 1822 году берлинскимъ естествоиспытателемъ Зеебекомъ, при слѣдующемъ опытѣ:

Опытъ в. Растопленный висмутъ выливается въ четырехугольную бумажную форму, въ палецъ толщиною и около трехъ дюймовъ длиною. Потомъ сгибается мѣдная проволока такъ, чтобы она образовала три стороны продолговатаго четырехугольника, четвертую сторону котораго образуетъ брусокъ висмута;

концы проволоки покрываются оловяннымъ припоемъ и припаиваются къ висмуту. Если держать рукою мѣдную проволоку и осторожно нагрѣвать мѣсто спая, или 2, на спиртовой лампѣ, то при приближеніи верхней стороны четырехугольника къ магнитной стрѣлкѣ, замѣчается отклоненіе ея. Термоэлектричество, возбужденное неравномернымъ нагрѣваніемъ спаянныхъ металловъ, сильнѣе того, которое возбуждается нагрѣваніемъ отдѣльныхъ частей одного и того же металла. Употребленный выше снарядъ называется простою термоэлектрическою цѣпью. Тотъ же опытъ, произведенный съ висмутомъ сурьюмоу, показываетъ, что цѣпи изъ этихъ двухъ металловъ самыя сильныя.

Основной
опытъ Зее-
бека.

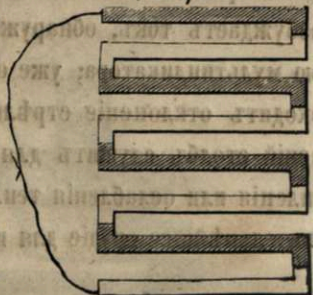
Фиг. 235.



Термоэлект-
рическая
цѣпь.

221. Термоэлектрическій столбъ. *Опытъ.* За недостаткомъ висмута спаиваются двѣ загнутыя на концахъ толстыя проволоки: желѣзная и мѣдная; они приводятъ въ прикосновеніе съ концами проволокъ мультипликатора и металл нагрѣвается близъ спая на лампѣ. Уклоненіе магнитной стрѣл-

Фиг. 236, а.

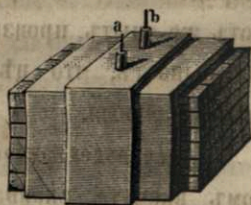


Термоэлект-
рическій
столбъ.

ки будетъ весьма слабо. Далѣе, спаиваются вмѣстѣ около 10 такихъ простыхъ цѣпей такъ, чтобы всегда желѣзная проволока была спаяна съ мѣдною, потомъ слѣдовало бы желѣзо, снова мѣдь и т. д.; металлы должны соприкасаться между собою только въ мѣстахъ спая; первая желѣзная проволока и послѣдняя мѣдная, приводятся въ прикосновеніе съ проволоками мультипликатора. Если тогда нагрѣвать на спиртовой лампѣ мѣста спая, лежація по правую сторону, то замѣтимъ болѣе сильное отклоненіе стрѣлки.

Такое соединеніе нѣсколькихъ простыхъ термоэлектрическихъ цѣпей называется сложною цѣпью, или термоэлектрическимъ столбомъ. Обыкновенно употребляются термоэлектрическіе столбы, состоящіе изъ висмута и сурьмы. 50 паръ брусочковъ изъ обоихъ металловъ спаиваются попеременно одинъ съ другимъ и располагаются въ видѣ куба; къ первому брусочку висмута и послѣднему сурьмы припаиваются проволоки, которыя можно соединить съ мультипликаторомъ. Въ термоэлектрическомъ столбѣ, малѣйшее нагрѣваніе или охлажденіе

фиг. 236, б.



возбуждаетъ токъ, обнаруживаемый магнитною стрѣлкою мультипликатора; уже отъ приближенія руки происходитъ отклоненіе стрѣлки. Поэтому термоэлектрическій столбъ служитъ для обнаруживанія малѣйшаго усиленія или ослабленія теплоты и представляетъ чувствительнѣйшее орудіе для измѣренія ея.

ХИМИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

КИСЛОРОДЪ.

232. Образованіе кислорода.

Образованіе
кислорода.

Опытъ. Для полученія кислорода, берется изъ аптеки около 100 грановъ красной окиси ртути; она высыпается въ стеклянный цилиндръ, длиною въ шесть дюймовъ. Но прежде еще подбирается такая пробка, которая бы плотно входила въ цилиндръ, для чего ее размягчаютъ легкими ударами деревяннаго молотка. Пробка просверливается круглымъ подпилкомъ; отверстіе должно быть совершенно кругло и такой величины, чтобы въ него туго входила согнутая стеклянная, или жестяная трубка, назначенная для проведе-

фиг. 237.



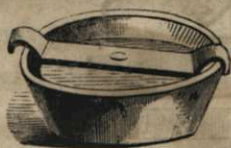
нія кислорода. Эта трубка привѣшивается, или на шнурахъ, или на проволокъ, продѣтой сквозь пробку винной бутылки. Дно цилиндра должно находиться на такой высотѣ, чтобы пламя поставленной подъ нимъ спиртовой лампы обхватывало нижнюю часть его; лампа двигается сначала взадъ и впередъ рукою для того, чтобы цилиндръ нагрѣвался равномерно, мало-помалу.

Собирание газъ.

Собирание газъ.
Собирание газъ.
Собирание газъ.

Такъ какъ кислородъ, который мы желаемъ получить, тѣло воздухообразное или, что то же, газъ, то чтобы собрать его, или заключить въ сосудѣ, необходимъ, какъ и вообще при всѣхъ газахъ, особенный приемъ. Для этого, глубокое блюдо наполняется водою и становится такъ, чтобы нижнее отверстіе висящей трубки погружалось въ воду на глубину одного пальца. Аптечныя стклянки, или цилиндры, назначенныя для собиранія кислорода, наполняются до-верху водою, потомъ одна изъ нихъ опрокидывается въ блюдо, причемъ отверстіе ея закрывается пальцемъ. Это отверстіе подносится подъ водою къ тому самому мѣсту, гдѣ находится конецъ стеклянной трубки, и затѣмъ палецъ отнимается. При этомъ вода не вытекаетъ изъ стклянки вслѣдствіе давленія атмосфернаго воздуха (опытъ 110, а). Въ этомъ положеніи можно или придержать ее рукою, или еще лучше употребить для под-

фиг. 238.



ставки жестяную пластинку, въ срединѣ которой дѣлается отверстіе, а концы загибаются сначала вверхъ, и потомъ опять внизъ, какъ показано на чертежѣ. Эта пластинка свѣшивается съ кра-

свѣ блюда въ воду. Сосудъ, снабженный такимъ мостикомъ, называется пневматическою ванною. Вода стоитъ надъ мостикомъ на толщину одного пальца, и конецъ висящей трубки долженъ находиться подъ самымъ отверстиемъ его.

Пневматическая ванна.

Послѣ этихъ приготовленій, подъ цилиндромъ съ окисью ртути ставится лампа; тогда воздушные пузырьки изъ трубочки будутъ подниматься черезъ воду въ стеклянку, и вытѣснять оттуда воду. Это—обыкновенный воздухъ, заключавшійся въ цилиндръ и стеклянной трубки. Когда весь воздухъ выйдетъ (о чемъ можно судить, сравнивая величину цилиндра и стеклянки), отнимается первая стеклянка, въ которую онъ собирался, и на мѣсто ея ставится вторая, наполненная водою. Газъ, который затѣмъ начнетъ наполнять ее, есть одна изъ составныхъ частей окиси ртути—кислородъ. Въ то же время на верхней части цилиндра осѣдаютъ металлические шарики; они состоятъ изъ ртути, другой составной части ртутной окиси. Слѣдовательно, ртутная окись тѣло сложное, а отъ теплоты разложилась на два новыя тѣла, которыя по виду и свойствамъ совершенно отличны и отъ нее и другъ отъ друга.

Всѣ подобныя явленія, при которыхъ образуются новыя тѣла съ новыми свойствами, называются химическими явленіями. Когда вся стеклянка наполнится кислородомъ, ее закупориваютъ, причемъ отверстие ея держится подъ водою: потомъ стеклянка снимается и вмѣсто нея на мостикъ ванны ставится другая. 100 грановъ красной окиси ртути содержатъ около 20-ти кубическихъ дюймовъ кислорода, такъ что имъ можно наполнить нѣсколько небольшихъ стеклянокъ. Когда вся

Химическія явленія.

окись разложится, и въ цилиндрѣ останется одна ртуть, стеклянная трубка вынимается изъ воды, затѣмъ отнимается лампа и цилиндръ оставляется въ висѣщемъ положеніи, для постепеннаго охлажденія.

233. Опыты съ кислородомъ.

Яркое горѣ-
ніе въ кисло-
родѣ.

Опытъ а. На конецъ проволоки насаживается кусочекъ трута, зажигается на свѣчкѣ (въ обыкновенномъ воздухѣ онъ только тлѣетъ), и погружается въ одну изъ стклянокъ, наполненныхъ кислородомъ. Трутъ тотчасъ воспламеняется и горитъ яркимъ пламенемъ. Тлѣющая лучинка, или кусочекъ свѣтильни, обнаруживаютъ тѣ же явленія.

Частицы кислорода и трута, при извѣстной довольно высокой температурѣ, взаимно притягиваются; въ слѣдствіе этого притяженія, которое называется хими-

фиг. 239.



Уголь и кис-
лородъ.

ческимъ притяженіемъ или сродствомъ, составныя части трута соединяются съ кислородомъ, образуя новое тѣло; это соединеніе сопровождается явленіемъ свѣта и называется обыкновенно горѣніемъ трута.

Опытъ б. Къ проволоки прикрѣпляется уголекъ и раскаливается на свѣчкѣ. Если затѣмъ опустить его во вторую стклянку съ кислородомъ, то онъ сгоритъ яркимъ пламенемъ. Кислородъ соединяется съ частицами угля, и отъ этого химическаго соединенія происходитъ новое газообразное тѣло.

Одно изъ свойствъ этого новаго тѣла можно тотчасъ же обнаружить, если есть подъ руками синяя

лакмусовая бумажка. Бумажка эта готовится слѣдующимъ образомъ: 1 лотъ лакмуса варится съ 6^{ью} лотами воды около четверти часа, до-тѣхъ-поръ, пока жидкость не приметъ темно-синяго цвѣта. Часть этой жидкости отливается на блюдечко, и въ нее опускаются полоски бѣлой печатной или писчей бумаги, которыя затѣмъ высушиваются на веревкѣ. Синяя лакмусовая бумажка имѣетъ свойство отъ лимоннаго сока, уксуса, вообще отъ всѣхъ кислотъ, окрашиваться въ красный цвѣтъ; потому она и употребляется для открытія какой бы то ни было кислоты.

Если послѣ сожженія угля поддержать въ стеклянкѣ смоченную полоску синей лакмусовой бумаги, то она окрашивается въ красный цвѣтъ. Поэтому изъ угля и кислорода произошло кислое газообразное тѣло, оно называется угольной кислотой; его очень легко можно обнаружить помощію известковой воды. Для приготовленія известковой воды въ стеклянку кладется и обливается водою небольшое количество гашеной извести. Жидкость взбалтывается и, когда она сдѣлается совершенно чистою и прозрачною, большая часть ея сливается въ другую стеклянку. Если отлить изъ нее немного жидкости въ стеклянку, наполненную угольной кислотой, то известковая вода помутится, станетъ похожею на молоко; а при спокойномъ стояніи на дно стеклянки осѣдаетъ бѣлый порошокъ (углекислая известь).

Угольная
кислота.

Опытъ с. Тонкая желѣзная или стальная проволока (фортепианная струна) обвертывается около карандаша такъ, что если выдернуть карандашъ, то проволока приметъ видъ винтовой линіи. Верхній конецъ проволоки продѣвается сквозь пробку, а къ нижнему при-

Желѣзо и
кислородъ.

фиг. 240.



крѣпляется кусочекъ трута; затѣмъ труть зажигается и опускается проволока въ стеклянку съ кислородомъ. Лишь только огонь дойдетъ до проволоки, она воспламенится и будетъ горѣть бѣлымъ пламенемъ, разбрасывая искры. Опадающіе шарики сгорѣвшаго желѣза бываютъ до того нагрѣты, что впадаютъ въ дно стеклянки. Желѣзо соединилось съ кислородомъ, произошло новое тѣло—окись желѣза.

кисл.

Соединенія простыхъ тѣлъ съ кислородомъ называются окислами. Такимъ-образомъ, ртутная окись есть ртуть, соединенная съ кислородомъ; окись желѣза—желѣзо, соединенное съ кислородомъ; углекислота—кислый окисель.

Кислородъ встрѣчается въ природѣ въ соединеніи съ другими тѣлами: онъ образуетъ одну изъ составныхъ частей воды и часть атмосфернаго воздуха; кромѣ того содержится въ бѣльшей части минераловъ. Болѣе трети нашей земли состоитъ изъ кислорода.

ВОДОРОДЪ.

Образованіе
водорода.

234. Образованіе водорода. Вода есть соединеніе водорода и кислорода; слѣдовательно, если отъ воды отнять кислородъ, то получится водородъ.

Опытъ. Въ бутылку съ довольно широкимъ горломъ кладется нѣсколько кусочковъ цинка. Цинкъ обливается водой, которою наполняется треть бутылки, и затѣмъ приливается по каплѣ крѣпкая сѣрная кислота, именно 1 лоть кислоты на 5 лотовъ воды. При быстромъ на-

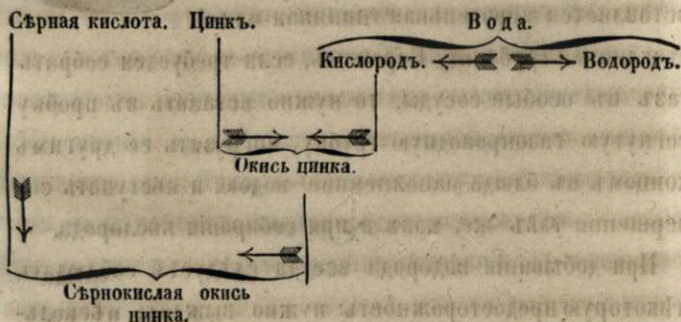
ливаніи, бутылка слишкомъ сильно на-
грѣвается и можетъ лопнуть. Послѣ
прилитія кислоты, начинается сильное
кипѣніе, происходящее отъ выдѣленія
газообразнаго тѣла, водорода. Въ проб-
кѣ, плотно закупоривающей бутылку,
просверливается отверстіе и въ него
вставляется коротенькая глиняная или
стеклянная трубочка. Впрочемъ, если требуется собрать
газъ въ особые сосуды, то нужно вставить въ пробку
согнутую газопроводную трубку, погрузить ее другимъ
концомъ въ блюдо наполненное водою, и поступать со-
вершенно такъ же, какъ и при собираніи кислорода.



При добываніи водорода всегда слѣдуетъ соблюдать
нѣкоторую предосторожность: нужно выждать нѣсколь-
ко времени, около пяти минутъ, и затѣмъ уже соби-
рать отдѣляющійся газъ. Въ верхней части бутылки
содержится атмосферный воздухъ, который, смѣшиваясь
съ водородомъ, образуетъ газъ, взрывающій при го-
рѣніи.

При посредствѣ цинка и сѣрной кислоты, вода раз-
лагается на водородъ и кислородъ. Цинкъ, погруженный
въ воду, отнимаетъ у нея небольшое количество кис-
лорода, и покрывается на поверхности окисью цинка,
тѣломъ образующимся изъ цинка и кислорода. Сѣрная
же кислота, имѣя большое сродство къ окиси цинка,
соединяется съ нею, и возвращаетъ цинку чистую, метал-
лическую поверхность. Кислородъ воды снова соеди-
няется съ металломъ на его поверхности, а водородъ, съ
которымъ онъ составлялъ воду, отдѣляется. Такимъ-
образомъ, водородъ вытѣсняется изъ своего соединенія

болѣе сильнымъ сродствомъ цинка къ кислороду и дѣлается свободнымъ. Отъ содѣйствія сѣрной кислоты, цинкъ сохраняетъ во все время свою металлическую поверхность, и получаетъ возможность привлекать къ себѣ болѣе кислорода, а сѣрная кислота образуетъ съ цинковою окисью соль — сѣрнокислую окись цинка. Вся постепенность процесса изображается слѣд. табличкой:



Водородъ
есть веще-
ство горючее.

235. Горючесть водорода.

Опытъ. Къ отверстію трубочки, изъ которой выходитъ газъ, подносится зажженная бумажка, причемъ не слѣдуетъ упускать изъ виду исполненія тѣхъ предосторожностей, которыя указаны въ предыдущемъ опытѣ;

Фиг. 242.



Образованіе
воды.

тогда водородъ загорится и будетъ горѣть слабымъ, синеватымъ пламенемъ. Онъ соединяется съ кислородомъ атмосфернаго воздуха, и это соединеніе сопровождается явленіемъ свѣта.

236. Образованіе воды изъ водорода и кислорода.

Мы видѣли, какимъ-образомъ вода разлагается на водородъ и кислородъ; на оборотъ, можно составить ее изъ этихъ же составныхъ частей.

Опытъ. Надъ пламенемъ водорода держится опрокину-
тый стаканъ или ламповое стекло такъ, чтобы внутри
его происходило соединеніе водорода съ кислородомъ
воздуха. Отъ этого соединенія

Фиг. 243.

образуется вода, которая сначала
является въ видѣ паровъ, но по-
томъ осаждается на внутреннихъ
стѣнкахъ стакана, подобно тому,
какъ это бываетъ при дыханіи, и
наконецъ стекаетъ маленькими
каплями внизъ. Итакъ, вода есть
окисленный или сгорѣвшій водо-
родъ. Можно также взять стеклян-
ный колоколь, и мало-по-малу впускать въ него черезъ
узкія трубочки оба газа, а именно на одну часть кислорода
двѣ части водорода. Соединяя ихъ при достаточно вы-
сокой температурѣ, мы можемъ искусственно приготовить
большое количество воды. Отсюда видно, что вода со-
стоитъ изъ двухъ частей по объему водорода и одной
части кислорода.



Если смѣшать оба газа въ сказанной пропорціи, и
смѣсь нагрѣть, то мгновенно произойдетъ соедине-
ніе всей смѣси: образуется огромное количество во-
дяныхъ паровъ, быстро расширяющихся при высо-
кой температурѣ, причемъ сосудъ разрывается съ
сильнымъ трескомъ. Поэтому, такая смѣсь называется
гремучимъ газомъ. Въ менѣе чистомъ видѣ, онъ обра-
зуется даже изъ водорода и атмосфернаго воздуха,
въ которомъ находится кислородъ; тогда онъ произ-
водитъ подобные же взрывы, но не столь опасные,
и его можно зажечь электрическою искрою, какъ мы

Гремучій
газъ.

видѣли въ опытѣ 189, надъ электрическимъ писто-
летомъ.

Малая плот-
ность водо-
рода.

237. Малый удѣльный вѣсъ водорода. Водородъ обла-
даетъ весьма малою плотностію: онъ въ 14 разъ легче
атмосфернаго воздуха.

Опытъ. Къ стеклянной трубчкѣ, вставленной въ
бутылку съ водородомъ, прикрѣпляется толстая соло-
минка; она расщепляется сверху на четыре равныя
части, которыя загибаются такимъ-образомъ, что обра-
зуютъ горизонтальный крестъ. Этотъ крестъ смачи-
вается мыльной водой. Выходящій изъ бутылки газъ
облекается мыльнымъ пузыремъ, который, по лег-
кости газа, поднимается вверхъ. Это явленіе — слѣд-
ствіе Архимедова закона (§ 87 и 88), который

фиг. 244. прилагается не только къ капельножидкимъ



тѣламъ, но и къ газамъ. На томъ мѣстѣ, гдѣ
находится мыльный пузырь наполненный во-
дородомъ, былъ прежде атмосферный воз-
духъ, который со всѣхъ сторонъ уравновѣши-
вался окружающей атмосферой. Еслибы
пузырь былъ тяжеле, нежели вытѣсненная
имъ масса воздуха, то онъ опустился бы
внизъ, а такъ-какъ пузырь, наполненный
водородомъ, легче воздуха, то онъ и поднимается, взле-
таетъ. Если поднести къ пузырю огонь, то онъ сгара-
етъ съ небольшимъ трескомъ. Когда отдѣленіе газа
начнетъ ослабѣвать, то пробка вынимается, въ бутылку
прибавляется нѣсколько капель крѣпкой сѣрной кис-
лоты, и по прежнему выжидаютъ, чтобы гремучій газъ,
который въ началѣ образуется въ бутылкѣ, вышелъ вонъ.

Водородное
огниво.

238. Водородное огниво. На горючести водорода осно-

ываается устройство водороднаго огня. Приборъ
этотъ очень похожъ на обыкновенную

фиг. 245.

стеклянку для приготовления водорода. Внутри открытаго сверху стекляннаго сосуда виситъ колоколь, открытый сверху и снизу. Верхнимъ своимъ отверстіемъ колоколь примазывается къ металлической трубкѣ. Трубка эта идетъ сначала вверхъ по отвѣсному направленію, сквозь крышку сосуда, потомъ принимаетъ горизонтальное направленіе и оканчивается узкимъ отверстіемъ. Сверху, въ шарообразной части этой трубки, вдѣланъ кранъ, который запирается пружиной и легко открывается посредствомъ рукоятки. Если открыть его, то газъ, находящійся подъ стекляннымъ колоколомъ, выходитъ въ узкое отверстіе трубки. Для добыванія водорода, внутри колокола вѣшается на толстой мѣдной проволоцѣ кусокъ цинка, или свернутый цинковый листокъ. Наружный сосудъ наполняется до половины смѣсью изъ одной части крѣпкой сѣрной кислоты и пяти частей воды. Если снять крышку вмѣстѣ съ придѣланнымъ къ ней колоколомъ, налить въ сосудъ разбавленной кислоты и снова закрыть сосудъ, то въ колоколь войдетъ только небольшое количество жидкости, потому что онъ наполненъ атмосфернымъ воздухомъ, какъ мы это уже видѣли при водолазномъ колоколѣ (опытъ 103). На разстояніи одного пальца отъ узкаго отверстія трубки, держится лоскутокъ бумаги, затѣмъ кранъ открывается; кислота поднимается въ колоколъ до такой



же высоты, какъ во внѣшнемъ сосудѣ, доходить до цинка и производить отдѣленіе водорода. Но такъ-какъ въ верхней части колокола еще есть воздухъ, то сначала образуется гремучій газъ, который выпускается; причемъ на извѣстномъ разстояніи отъ крана держится, какъ сказано выше, кусочекъ бумажки. Бумажка охраняетъ отъ гремучаго газа коробочку съ губчатой платиной, помещенную передъ отверстіемъ трубки, потому что отъ прикосновенія къ ней онъ воспламеняется со взрывомъ. Если затѣмъ выпустить чистый водородъ на губчатую платину, то она раскаляется, водородъ загарается съ небольшимъ трескомъ, и зажигаетъ бумажку. Губчатую платину называютъ мелкій порошокъ этого металла. Какъ жидкости всасываются нѣкоторыми твердыми тѣлами, такъ и газы всасываются тѣлами, въ особенности мелко раздробленными. Такимъ-образомъ измельченная платина притягиваетъ изъ воздуха большое количество кислорода; водородъ, выходящій изъ трубки, соединяется съ этимъ кислородомъ и загарается. Какъ-скоро часть газа выйдетъ изъ колокола, внутри его поднимется сѣрная кислота, дойдетъ до цинка, газъ снова начинаетъ отдѣляться, наполнить весь колоколъ и вытѣснить изъ него кислоту. Колоколъ употребляется здѣсь для того, чтобы отдѣленіе газа происходило только тогда, когда нужно, согласно съ назначеніемъ прибора.

Какъ огниво, описанный приборъ нынѣ не употребляется, но онъ заслуживаетъ вниманія при опытахъ съ водородомъ, для заряжанія электрическаго пистолета, для наполненія небольшихъ аэростатовъ и проч. Для

этихъ цѣлей, коробочка съ губчатой платиной отвинчивается, потому-что она только мѣшается.

Когда нужно разбавить крѣпкую англійскую сѣрную кислоту, то не должно приливать воду къ кислотѣ, а на оборотъ — кислоту къ водѣ. Но и въ этомъ случаѣ происходитъ все-таки значительное повышеніе температуры. Всего лучше производить смѣшиваніе въ глиняномъ сосудѣ; въ него наливается 5 лотовъ воды, и затѣмъ сосудъ ставится въ холодную воду. Потомъ вливается мало-по-малу 1 лоть кислоты, и снова даютъ жидкости охладиться. Смѣсь крѣпкой сѣрной кислоты и воды образуетъ разбавленную сѣрную кислоту.

фиг. 246.



Разбавленная
сѣрная кис-
лота.

239. Первый воздушный шаръ, монгольфьеръ. Когда узнали, что водородъ въ 14 разъ легче атмосфернаго воздуха, то явилась мысль устроить *воздушный шаръ*. Сначала пробовали пускать на воздухъ мыльные пузыри, наполненные водородомъ; эти пузыри дѣйствительно поднимались вверхъ, на основаніи уже извѣстнаго намъ (§ 87 и 88) Архимедова закона. Но другія тѣла, наполненные водородомъ, оказывались для того слишкомъ тяжелыми.

Первый мон-
гольфьеръ.

Въ это время бумажные фабриканты Іосифъ и Степанъ Монгольфьеры въ Аннонѣ, на югѣ Франціи, обратили вниманіе на то, что дымъ и нагрѣтый воздухъ всегда поднимаются вверхъ и попробовали наполнить ими бумажный шаръ. Первый опытъ былъ вполнѣ удаченъ и въ 1783 году изобрѣтатели устроили другой шаръ, больше прежняго. Онъ имѣлъ до 36 футовъ въ поперечникъ и былъ сдѣланъ изъ тонкой парусины, а

внутри оклеенъ бумагой. Въ нижней части шара было оставлено отверстіе въ нѣсколько квадратныхъ футовъ, подъ которымъ висѣла корзинка, наполненная соломой и шерстью. Шаръ этотъ назначено было пустить 5 іюня 1783 года. Когда зажгли горючій матеріалъ, то дымъ и горячій воздухъ поднялись внутрь шара, который при этомъ надулся, и по легкости газовъ, наполнившихъ его, поднялся вверхъ. Судя по кажущейся величинѣ, какую онъ имѣлъ въ высшей точкѣ своего пути, должно думать, что онъ достигалъ высоты около 6000 футовъ. Тихое теченіе воздуха носило его въ продолженіи трехъ четвертей часа, затѣмъ онъ упалъ на землю.

Приготовленіе
небольшаго
воздушнаго
шара.

240. Приготовленіе небольшого монгольфьера. Воздушные шары, наполненные нагрѣтымъ воздухомъ, названы въ честь изобрѣтателей, монгольфьерами.

Опытъ. Весьма не трудно приготовить и пустить на воздухъ монгольфьеръ; только нельзя давать ему менѣе пяти футовъ въ поперечникѣ, если матеріалъ для приготовленія его — обыкновенная бумага. Для этого выбирается тонкая, но плотная писчая бумага и склеивается густымъ клейстеромъ, по восьми листовъ въ одинъ рядъ. Такимъ-образомъ получаются бумажныя полосы, каждая въ листъ шириною и болѣе 8-ми футовъ въ длину. Приготовивъ шестнадцать такихъ полосъ, обрѣзываютъ ихъ такъ, чтобы онѣ съуживались отъ середины къ обоимъ концамъ. Потомъ къ потолку комнаты, или къ какой-нибудь подставкѣ, привѣшиваютъ горизонтально небольшой картонный кружокъ, и къ нему приклеиваютъ конецъ одной изъ бумажныхъ полосъ; рядомъ съ ней приклеиваютъ другую такъ, чтобы края ихъ лежали

Фиг. 247.



одинъ на другомъ, и потомъ склеиваютъ эти края тѣмъ же клеестеромъ. Такъ поступаютъ и съ прочими полосами, пока не составится изъ всѣхъ ихъ сплошной непроницаемый для воздуха шаръ. Снизу оставляется въ немъ круглое отверстіе; для этого нижніе концы бумажныхъ полосъ приклеиваются къ согнутому въ кольцо пруту. Къ нему привѣшивается на тонкихъ проволокахъ (фортепьянныхъ струнахъ) сосудъ изъ тонкой жести. Въ сосудъ этотъ наливается спиртъ, который и зажигается; тогда воздухъ, находящійся внутри бумажной оболочки, нагреется, то шаръ начнетъ подниматься вверхъ. На фигурѣ изображенъ еще не совсѣмъ готовый монгольфьеръ.

24. Первый шарльеръ. Вѣсть объ изобрѣтеніи братьевъ Монгольфьеръ быстро разнеслась по Франціи, а потомъ и по всей Европѣ. Парижскій профессоръ Шарль убѣдился, что для наполненія воздушнаго шара можно употребить водородъ, и возобновилъ прежнія попытки наполнять водородомъ легкія оболочки, чтобы заставить ихъ подниматься вверхъ. Такой шаръ не представлялъ въ то же время той опасности, какая угрожаетъ каждому монгольфьеру, гдѣ пламя спирта легко можетъ достигнуть самой оболочки. Еще въ августѣ того же года, Шарль приготовилъ воздушный шаръ изъ плотной тафты, не болѣе двѣнадцати футовъ въ поперечникѣ; желая сдѣлать оболочку его сколько возможно болѣе непроницаемою для воздуха, онъ пропиталъ тафту резиною.

Первый шарльеръ.

Наполненный водородомъ, шаръ быстро поднялся съ Марсова поля въ Парижъ, достигъ высоты трехъ тысячъ футовъ и скрылся за облаками. Черезъ три четверти часа онъ опустился на землю вблизи одной деревни, въ двухъ миляхъ отъ Парижа. Шары, наполненные водородомъ, называются съ-тѣхъ-поръ шарльерами.

Первые воз-
духоплава-
тели.

242. Первые воздухоплаватели. Аэростатъ, на которомъ въ первый разъ поднялись на воздухъ живыя существа, былъ пущенъ младшимъ Монгольфьеромъ въ Версали, въ присутствіи короля; въ плетѣнную клѣтку, привѣшенную снизу къ этому шару (монгольфьеру), посажены были овца, пѣтухъ и утка. Воздушное путешествіе удалось имъ какъ нельзя лучше, и черезъ часъ они благополучно возвратились на землю.

Первый аэростатъ, на которомъ поднялся на воздухъ человѣкъ, былъ также монгольфьеръ, 76-ти футовъ въ вышину и 49 футовъ въ поперечникъ. Для безопасности онъ придерживался канатами. Воздухоплаватель былъ французскій физикъ де-Розьё. Онъ поднялся только на 80 футовъ; черезъ четыре минуты его притянули назадъ на землю. Такъ какъ эта первая попытка, 15 октября 1783 года, счастливо удалась, то Розьё и маркизь Арландъ рѣшились въ слѣдующемъ мѣсяцѣ на первое большое путешествіе, которое было принято изъ замка Ла-Мюэтъ, близъ Парижа. Они быстро поднялись на значительную высоту; затѣмъ шаръ началъ опускаться; воздушное теченіе несло его прямо по направленію Сены. Чтобы снова подняться, воздухоплаватели набросали въ огонь соломы. Вдругъ послышался трескъ въ верхней части шара, и вслѣдъ затѣмъ клѣтка сильно покачнулась. Порвалось нѣсколько веревокъ, и

шаръ во многихъ мѣстахъ растрескался отъ пламени. Тогда воздухоплаватели затушили пламя и послѣ полу- часоваго путешествія опустили на землю, на разсто- яніи одной мили отъ мѣста поднятія. Только-что Арландъ успѣлъ выйти изъ клѣтки, какъ шаръ обратился въ пламя, придавивъ собою Розье; однакожъ Розье удалось освободиться изъ-подъ аэростата и избѣжать угрожав- шаго ему пламени.

Спустя нѣсколько дней, 1-го декабря того же года, профессоръ Шарль предпринялъ воздушное путешествіе въ сопровожденіи Роберта, который приготовилъ для этого шарльеръ. Путешествіе Шарля, благодаря счастли- вому исходу его и великолѣпной отдѣлкѣ шара, затмило собою попытки его предшественниковъ. Мѣстомъ для спуска шара назначенъ былъ тюльрійскій садъ, одно изъ самыхъ многолюдныхъ мѣстъ въ столицѣ; все народонаселеніе Парижа пришло въ движеніе, всѣ площади были наполнены зрителями. Пущечный вы- стрѣлъ подалъ сигналъ къ поднятію. Было около двухъ часовъ пополудни, когда красивый шаръ изъ узорчатой тафты, освѣщенный лучами солнца, поднялся на воз- духъ, унося съ собою воздухоплавателей въ великолѣп- ной лодочкѣ. Съ удивительною быстротою достигъ онъ высоты 1800 футовъ и, побуждаемый вѣтромъ, прошелъ въ два часа четыре мили. Въ это время открыли въ немъ клапаны для впуска болѣе тяжелаго атмосфернаго воздуха; шаръ опустился, и Робертъ сошелъ на землю. Между-тѣмъ Шарль закрылъ клапаны, и еще разъ под- нялся вверхъ на своемъ облѣгченномъ аэростатѣ; онъ до- стигъ 9000 фут., видѣлъ въ другой разъ захожденіе солн- ца и черезъ полчаса благополучно опустился на землю.

Шарль.

Позднѣйшіе
воздухопла-
ватели.

243. Позднѣйшіе воздухоплаватели. Въ 1785 году, Бланшаръ попытался переправиться изъ Англіи во Францію черезъ проливъ на шарльерѣ, который выдержалъ уже пять путешествій. Онъ поднялся изъ Дувра при безчисленномъ стеченіи народа и гонимый вѣтромъ носился надъ волнами моря. Въ это время часть водорода вышла изъ шара, и онъ началъ опускаться. Воздухоплаватель побросалъ въ море балластъ, мѣшки набитые пескомъ, потомъ всё взятое съ собой инструменты и часть своей одежды; этимъ онъ успѣлъ предотвратить паденіе аэростата, и благополучно достигъ берега Франціи. Но другое такое же путешествіе черезъ про-

Смерть Розье.

ливъ стоило жизни воздухоплавателю *де-Розье*, который хотѣлъ переправиться на аэростатѣ изъ Франціи въ Англію. Чтобы имѣть возможность управлять движеніемъ аэростата, онъ придѣлалъ снизу шарльера монгольфьеръ, а къ послѣднему привѣсилъ спиртовую лампу съ нѣсколькими отверзтіями, которыя можно было по желанію отворять и закрывать. Рано утромъ, въ іюнѣ 1785 года, Розье сѣлъ на аэростатъ въ Калѣ, въ сопровожденіи парламентскаго адвоката Ромена; юго-восточный вѣтеръ погналъ ихъ прямо къ цѣли. Но вѣкорѣ вѣтеръ перешелъ въ восточный, а потомъ въ сѣверо-западный, который понесъ воздухоплавателей назадъ, къ материку. Вѣроятно сильныя порывы вѣтра раскачали горящій спиртъ, и нижній шаръ загорѣлся; водородъ также легко могъ загорѣться. Весь приборъ устремился внизъ съ необычайной быстротой; разбросанные остатки его упали на землю въ нѣсколькихъ стахъ шагахъ отъ моря, и воздухоплаватели были до того изувѣчены, что ихъ нельзя было узнать.

Наибольшей высоты, на которую когда-либо человекъ Гэ-Люссакъ. поднимался въ воздухѣ, достигъ извѣстный физикъ Гэ-Люссакъ во время своего воздушнаго путешествія, въ 1804 году, онъ поднялся на 22000 футовъ, то-есть слишкомъ на шесть веретъ. На этой высотѣ Гэ-Люссакъ чувствовалъ значительный холодъ; термометръ показывалъ 10 градусовъ мороза. Небо представлялось воздухоплавателю темно-синимъ.

Одно изъ самыхъ продолжительныхъ воздушныхъ путешествій было совершено въ 1839 году англійскимъ воздухоплавателемъ *Гриномъ* (Green). Онъ переправился въ 24 часа изъ Лондона въ Кобленцъ. Гринъ наполнилъ свой шарльеръ, по новому способу, не водородомъ, который довольно дорогъ, но *свѣтильнымъ газомъ* (углеродистымъ водородомъ). Этотъ газъ и дешевле обходится, и его легче добыть въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ онъ употребляется для освѣщенія; зато онъ тяжеле, а потому требуетъ большаго аэростата.

Гринъ.

Монгольфьеры употребляются въ настоящее время чрезвычайно рѣдко, по причинѣ ихъ значительнаго объема, а еще болѣе изъ опасенія пожаровъ. Шарльеръ же обыкновенно покрывается сверху сѣткой, а къ ней на веревкахъ привѣшивается лодка. Желая опуститься, воздухоплаватель открываетъ посредствомъ особаго шнура клапанъ, сквозь который врывается въ аэростатъ болѣе тяжелый атмосферный воздухъ. Когда же нужно подняться, то выбрасываютъ балластъ, съ этою цѣлю взятый на аэростатъ, и такимъ-образомъ уменьшаютъ вѣсъ лодки. До-сихъ-поръ еще не нашли возможности управлять по произволу движеніемъ аэростата; воздухоплаватель отдается на волю вѣтра. Такъ какъ

воздушныя теченія на различныхъ высотахъ имѣютъ различныя направленія, то путешественникъ долженъ подниматься или опускаться до-тѣхъ-поръ, пока не попадетъ въ такое воздушное теченіе, которое бы могло вести его къ цѣли. Для безопаснѣйшаго опусканія на землю, еще братья Монгольфьеры придумали парашютъ: онъ состоитъ изъ большой тафтяной или парусинной поверхности; въ развернутомъ видѣ онъ похожъ на большой дождевой зонтикъ. При паденіи такого зонтика, воздухъ оказываетъ большое сопротивленіе на его нижнюю поверхность; поэтому, употребленіе парашюта при опусканіи на землю даетъ возможность уменьшать быстроту паденія.

АЗОТЪ.

Добываніе
азота.

244. Образованіе азота. Азотъ также газообразное тѣло; его можно получить, удаливъ изъ атмосфернаго воздуха, содержащагося въ немъ кислородъ.

Опытъ. Къ проволоки прикрѣпляется кусочекъ хлопчатой бумаги или губки, обмакивается въ спиртъ.

фиг. 248.



Когда онъ достаточно пропитается спиртомъ, то проволока помѣщается въ сосудъ съ водой, такъ чтобы губка находилась выше поверхности воды. Въ-мѣсто-того, чтобы держать проволоку рукою, погруженною въ воду, можно намотать ее нижнимъ концомъ на камушекъ или на какой-

нибудь металлическій предметъ, и выпрямить въ отвѣсномъ направленіи. Спиртъ зажигается и пламя быстро накрывается опрокинутымъ стаканомъ, отверстіе котораго погружается въ воду. Когда весь кислородъ атмосфернаго воздуха, заключающагося внутри стакана, соединится съ составными частями спирта, то пламя погаснетъ. Въ то же время вода, побуждаемая давленіемъ наружнаго воздуха, поднимается въ стаканъ, чтобы занять мѣсто израсходованнаго кислорода, и наполняетъ стаканъ до одной пятой. Слѣдовательно, въ атмосферномъ воздухѣ, которымъ былъ наполненъ стаканъ, находится одна часть кислорода; газъ занимающій остальные 4 части — азотъ.

Атмосферный воздухъ состоитъ изъ смѣси одной части кислорода и пяти частей азота; это не химическое соединеніе, не какое-нибудь новое тѣло, образовавшееся изъ соединенія двухъ названныхъ газовъ; напротивъ, въ немъ находятся частицы каждаго газа порознь, и онѣ только перемѣшаны между собою. Многократные опыты показали, что на всѣхъ мѣстахъ земной поверхности, на высокихъ горахъ, въ различныя времена года, въ театрахъ, наполненныхъ народомъ, вездѣ и всегда оба газа, входящіе въ составъ воздуха, смѣшаны въ одной и той же пропорціи. Кромѣ-того, въ атмосферномъ воздухѣ находится еще въ небольшомъ количествѣ угольная кислота, которая образуется при всякомъ горѣніи изъ угля и кислорода, и болѣе значительное количество водяныхъ паровъ.

Атмосферный
воздухъ.

245. Опытъ надъ азотомъ.

Опытъ. Берется воронка, узкое отверстіе которой заткнуто пробкой, и погружается широкимъ отверстіемъ

въ сосудъ съ водой, падъ пламенемъ горящаго спирта, точно такъ же какъ въ предыдущемъ опытѣ стаканъ. Когда спиртъ погаснетъ, то подъ воронкой останется азотъ. Если послѣ этого вынуть пробку изъ горла воронки и просунуть въ него зажженную восковую свѣчу и медленно надавливать воронкою воду, то оставшійся въ воронкѣ газъ устремится къ пламени, и оно мгновенно погаснетъ такъ, что свѣтильня перестаетъ даже тлѣть.

Такимъ же образомъ получается азотъ въ стлянкѣ съ довольно широкимъ горломъ; она закупоривается подъ водою и потомъ оборачивается; тогда можно погрузить въ газъ горящую лучину, и она мгновенно погаснетъ.

Животныя
задыхаются
въ азотѣ.

Итакъ, азотъ не горитъ и не поддерживаетъ горѣнія. Маленькія животныя задыхаются, если ихъ посадить въ сосудъ, наполненный азотомъ. Однакожъ азотъ не вреденъ и не ядовитъ; онъ, какъ и другіе газы, не можетъ поддерживать горѣнія и дыханія только потому, что и для того, и для другаго нуженъ кислородъ. Въ-стѣ съ кислородомъ мы постоянно вдыхаемъ и выдыхаемъ азотъ и не замѣчаемъ отъ того никакихъ вредныхъ послѣдствій. Распредѣленіе кислорода въ относительно бѣльшемъ количествѣ азота, какъ это существуетъ въ нашей атмосферѣ, даже необходимо для сохраненія существующаго порядка вещей. Еслибы воздухъ состоялъ только изъ чистаго кислорода, то всякое пламя становилось незатушимымъ пожаромъ, и жизненныя силы живыхъ существъ истрачивались бы слишкомъ скоро. Если животное помѣститъ на извѣстное время въ чистый кислородъ, оно сначала повидимому чувству-

еть себя очень хорошо, но потомъ у него дѣлается воспаление въ легкихъ, причемъ кровь принимаетъ необыкновенно красный цвѣтъ.

УГЛЕРОДЪ.

246. Виды углерода. Уголь или углеродъ есть вещество твердое, рѣдко встрѣчающееся въ природѣ въ совершенно чистомъ видѣ. Вообще, въ природѣ одно и то же вещество, часто является въ нѣсколькихъ формахъ, весьма мало сходныхъ между собою. Такимъ же образомъ и углеродъ является намъ въ троякомъ видѣ: въ видѣ алмаза, графита и растительнаго или животнаго угля.

Виды углерода.

Алмазъ есть углеродъ безцвѣтный; по своей твердости, правильной формѣ и удивительному блеску, онъ считается драгоценнымъ камнемъ. Но какъ ни отличается онъ по виду отъ другихъ родовъ угля, сжиганіе его показываетъ, что это чистѣйшій углеродъ. Первый доказалъ это французскій химикъ Лавуазье, который впослѣдствіи, во время первой французской революціи, сдѣлался невинною жертвою гильотины. Онъ помѣстилъ алмазъ въ большой стеклянный сосудъ, наполненный чистымъ кислородомъ. При сильномъ жарѣ, произведенномъ посредствомъ большихъ зажигательныхъ зеркалъ, алмазъ истлѣлъ; оказалось, что онъ соединился съ кислородомъ и при этомъ получилось то же самое вещество, какъ и при горѣніи другихъ видовъ угля (опытъ 233, б.) — угольная кислота.

Углеродъ въ видѣ алмаза.

Довольно чистый углеродъ, въ соединеніи съ небольшимъ количествомъ желѣза, представляетъ намъ гра-

Углеродъ въ видѣ графита.

фитъ; это минераль сѣровато-чернаго цвѣта, изъ котораго дѣлаются карандаши. Самый чистый и плотный графитъ находится въ Англіи; для приготовленія карандашей, онъ распиливается тонкими пилами на четырехгранные брусочки; такой брусочекъ вкладывается въ вымазанный клеемъ жолобокъ деревянной палочки и заклеивается тонкой деревянной пластинкой.

Растительный
и животный
уголь.

Третій видъ, въ которомъ встрѣчается углеродъ еще менѣе чистый, растительный уголь. Всѣ растения и животныя состоятъ частию изъ углерода, химически соединеннаго съ другими веществами.

Приготовление
растительнаго
угля.

247. Приготовление растительнаго угля.

Опытъ. Зажигается полотняная тряпочка и какъ только запылаетъ пламя, она тушится, для чего придавливается другой тряпкой. Отъ полотна, состоящаго изъ растительныхъ веществъ, остается послѣ сгаранія пепель, уголь. Придавливаютъ для того, чтобы плотно не совершенно сгорѣло.

Можно также взять изъ огня щипцами горящій кусокъ дерева и погрузить его въ воду; и здѣсь мы препятствуемъ дальнѣйшему сгаранію. Растительный уголь получается при несовершенномъ сгараніи. Въ большомъ количествѣ древесный уголь получается отъ несовершеннаго сжиганія дровяныхъ костровъ. Вокругъ отвѣсно вбитаго кола, ставятся стоймя большія полѣнья дровъ; на нихъ сверху накладывается слой или два дровъ, и вся эта полушарообразная куча покрывается листьями, дерномъ или землею. Для зажиганія, сбоку оставляется отверстіе, а въ крышкѣ дѣлается нѣсколько меньшихъ отверстій для того, чтобы воздуху былъ

иѣкоторый доступъ. Когда дрова обугляются, огонь гасится: для этого закладываются всеѣ отверзтія.

Такъ называемая жженая кость, уголь, получаемый отъ сожженія костей животныхъ, готовится посредствомъ накаливанія костей въ желѣзныхъ ретортахъ, въ родѣ тѣхъ, какія употребляются при газовомъ освѣщеніи.

Къ растительному углю относится еще каменный уголь; огромные пласты его простираются иногда на иѣсколько квадратныхъ миль и имѣютъ нерѣдко до 80 футовъ въ глубину. Каменный уголь образовался изъ остатковъ деревь и растений, иѣкогда существовавшихъ, но разрушенныхъ во время сильныхъ земныхъ переворотовъ и медленно обуглившихся при гніеніи. На тѣхъ видахъ каменнаго угля, образованіе которыхъ принадлежитъ наиболѣе позднѣйшимъ временамъ, еще ясно замѣтны ежегодныя наслоенія древесины.

Каменный
уголь.

248. Поглощеніе газовъ углемъ.

Опытъ, а. Къ одному плечу проволочныхъ вѣсковъ, употребленныхъ уже при опытахъ 12 а, d. и 86., приѣшивается свѣжій, еще горячій, древесный уголь и на другомъ плечѣ уравнивается гирькою. Потомъ вѣски серединою кладутся на стаканъ такъ, чтобы они не могли двигаться; подлѣ угля ставится сосудъ съ водою, и приборъ оставляется въ такомъ видѣ на цѣлыя сутки. Если по истеченіи этого времени положимъ на стаканъ ось вѣсовъ такъ, чтобы коромысло могло свободно вращаться, то окажется, что уголь сдѣлался тяже-

Поглощеніе
газовъ уг-
лемъ.

фиг. 249.



лѣе. Онъ поглотилъ или всосалъ водяные пары и воздухъ. Газообразныя тѣла сильно всасываются углемъ, входя въ промежутки между его частицами, подобно тому какъ губка жадно вбираетъ въ себя воду.

Опытъ в. Внутренность воронки обкладывается пропускной бумагой и въ нее насыпаютъ свѣжихъ углей, истолченныхъ въ порошокъ. Если облить этотъ порошокъ водою, окрашенною чернилами, то она начинаетъ стекать изъ воронки гораздо свѣтлѣе, чѣмъ была прежде. Слѣдовательно, уголь всасываетъ также красящія вещества; тоже бываетъ съ пахучими веществами. Жженая кость обладаетъ этимъ свойствомъ еще въ бѣльшей степени, и употребляется для отнятія темнаго цвѣта у сахарнаго сока и дурнаго запаха у водки и воды.

249. Углеродистоводородный или свѣтильный газъ.

Углеродистый
водородъ, свѣ-
тильный газъ.

Опытъ. Шестидюймовый стеклянный цилиндръ до половины наполняется истолченнымъ каменнымъ углемъ, или мелкими древесными опилками. Цилиндръ затыкается просверленной пробкой; сквозь нее проходитъ корот-

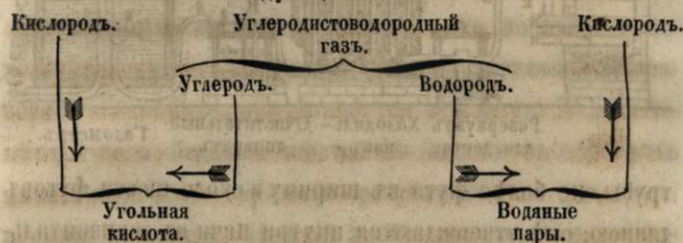
фиг. 250.



кая, стеклянная или глиняная трубочка. Цилиндръ обвертывается послѣ пробки лоскуткомъ бумаги или тряпкой, для того чтобы не обжечь руку, и держится надъ спиртовой лампой. Отъ нагрѣванія, внутри его отдѣляется газъ, который выходитъ изъ трубки наружу и обнаруживается непріятнымъ запахомъ. Если передъ трубкой ци-

линдра поставить зажженную свѣчу, то газъ загорится и будетъ горѣть яркимъ пламенемъ. Это — углероди-

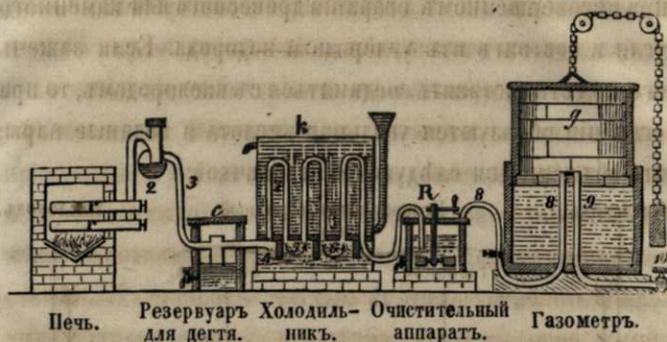
стородородный или свѣтильный газъ; онъ образуется при несовершенномъ сгараніи древеснаго или каменнаго угля и состоитъ изъ углерода и водорода. Если зажечь его, то есть заставить соединиться съ кислородомъ, то при сгараніи образуются угольная кислота и водяные пары; это объясняется слѣдующей табличкой:



250. Газовое освѣщеніе. Въ большомъ количествѣ углеродистый водородъ былъ въ первый разъ полученъ въ Англіи, посредствомъ несовершеннаго сжиганія каменнаго угля. Въ 1802 году, Уаттъ и Болтонъ (Wolton) устроили газовое освѣщеніе на своей фабрикѣ паровыхъ машинъ въ Сого, близъ Бирмингэма. Спустя десять лѣтъ, газовое освѣщеніе было введено въ Лондонъ, а въ 1817 году—въ Парижъ.

Каменный уголь, употребляемый для приготовленія свѣтילהго газа, долженъ содержать возможно меньше сѣры, и послѣ сжиганія оставлять мало золы. Такой уголь бываетъ совершенно чернаго цвѣта, въ жару раздувается и спекается. Въ Англіи лучший уголь для этой цѣли получается изъ Ньюкэстля; въ Пруссіи употребляется уголь саксонскій, силезскій и рейнскій.

Устройство газоваго завода. Накаливаніе, или несовер- Приготовленіе
шенное сжиганіе каменнаго угля, производится въ свѣтילהго
чугунныхъ или глиняныхъ ретортахъ; онъ изображенъ газа на за-
на фигурѣ съ лѣвой стороны и означенъ буквой г. Это водѣ.



трубы, не болѣе фута въ ширину и около шести футовъ длиною; онѣ утверждаются внутри печи въ горизонтальномъ положеніи, такъ что во время топки огонь окружаетъ ихъ со всѣхъ сторонъ. Обыкновенно въ каждой печи устанавливается по десяти ретортъ; такихъ печей въ большихъ заведеніяхъ бываетъ по нѣскольку. Реторты подвергаются краснокальному жару, наполняются каменнымъ углемъ, закрываются крышками и замазываются глиной. Въ печи поддерживается сильный и равномерный жаръ, при дѣйствіи котораго изъ каменнаго угля отдѣляется углеродистоводородный газъ. Спустя около 6 часовъ, пережженный уголь вынимается и замѣняется свѣжимъ. Пережженный или лишенный газа уголь называется коксомъ и употребляется, какъ горючій матеріалъ въ локомотивахъ.

Но полученный такимъ образомъ газъ недостаточно чистъ: въ немъ содержатся въ видѣ примѣси пары каменноугольнаго дегтя, сѣрнистая и угольная кислоты. Пары вообще можно удалять охлажденіемъ, причемъ они переходятъ въ капельно-жидкое состояніе. Для этого изъ ретортъ газъ проводится сначала вверхъ

по металлической трубкѣ № 1, потомъ внизъ по трубкѣ № 3. На пути онъ охлаждается; большая часть паровъ переходитъ въ жидкое состояніе уже въ сосудѣ № 2, и въ видѣ дегтя стекаетъ въ желѣзный резервуаръ *c*, со всѣхъ сторонъ закрытый и снабженный краномъ для выпуска дегтя.

Очищенный такимъ способомъ газъ поступаетъ въ холодильникъ, гдѣ онъ еще болѣе охлаждается свѣжею водою, и окончательно очищается отъ дегтя. Холодильникъ *k* есть большой желѣзный ящикъ съ двойнымъ дномъ и такимъ образомъ раздѣляется на два яруса верхній и нижній. Нижний ярусъ наполненъ до нѣкоторой высоты водою и состоитъ изъ нѣсколькихъ камеръ, раздѣленныхъ отвѣсными перегородками. Эти перегородки начинаются отъ верхняго дна и доходятъ до поверхности воды. Камеры холодильника означены на рисункѣ нумерами 4, 5 и 6. Газъ, войдя близъ верхняго дна въ первую камеру № 4, не можетъ тотчасъ же перейти во вторую, № 5. Такъ-какъ вездѣ ближайшій путь изъ одной камеры запертъ отвѣсными перегородками и водою, то газъ принужденъ идти обходомъ, и въ это время, проходя вверхъ и внизъ по трубкамъ, омываемымъ холодною водою, еще болѣе охлаждается. Сначала онъ идетъ изъ первой камеры по трубкѣ № 7, изогнутой въ видѣ сифона и помѣщенной въ верхней части холодильника; потомъ, уже нѣсколько охлажденный, спускается во 2^{-ю} камеру; изъ нея опять такимъ же путемъ переходитъ въ 3^{-ю}, и т. д. Такимъ-образомъ, онъ долженъ пройти по всѣмъ трубкамъ и камерамъ, причемъ оставляетъ на стѣнкахъ въ видѣ капель пары охлажденнаго дегтя. Холодная вода впускается снизу въ

Холодиль-
никъ.

верхнюю часть холодильника посредствомъ высокой трубки, съ правой стороны; нагрѣвшись, она стекаетъ вверхъ съ противоположной стороны.

Очищеніе
газа.

По выходѣ изъ холодильника, газъ содержитъ, въ видѣ примѣси, преимущественно угольную и сѣрнистую кислоты. Онъ еще разъ очищается, причемъ отнимается та и другая кислоты посредствомъ извести, съ которою онъ соединяются, образуя твердое тѣло. Очистительный аппаратъ *R* состоитъ изъ желѣзнаго, со всѣхъ сторонъ закрытаго цилиндра, наполненнаго известковой водой. Чтобы частицы извести не опускались на дно, жидкость взбалтывается посредствомъ нѣсколькихъ лопаточекъ, которыя утверждаются на одной общей оси, проходящей сквозь верхнее дно цилиндра. Ось эта приводится въ непрерывное вращательное движеніе работниками, помощію рукоятки или зубчатыхъ колесъ. Газъ входитъ съ шумомъ въ известковую воду, теряетъ въ ней постороннія примѣси, и поднимается вверхъ уже совершенно очищенный.

Газометръ.

Черезъ трубку № 8 онъ переходитъ въ резервуаръ, назначенный для храненія, въ газометръ *d*. Это довольно большой цилиндръ, закрытый сверху и открытый снизу; онъ виситъ на цѣпи, которая огибаетъ два блока и удерживается грузомъ, повѣшеннымъ на концѣ цѣпи. Этотъ опрокинутый цилиндръ погружается своимъ отверстіемъ въ водяной бассейнъ нѣсколько большаго размѣра. Газопроводная трубка № 8 оканчивается надъ поверхностью въ бассейнѣ; по ней газъ проходитъ въ газометръ и давленіемъ своимъ поднимаетъ верхній цилиндръ. Подлѣ трубки, ведущей въ газометръ, находится отверстіе большой трубы № 9, снабжденной краномъ. Когда

газъ нуженъ, то во-первыхъ запирается кранъ трубы № 8; иногда, впрочемъ, вмѣсто этого крана устроивается клапанъ, который самъ собою преграждаетъ газу обратный путь. Потомъ на газометръ накладывается грузъ и отворяется кранъ № 10 главной трубы. Своею тяжестью газометръ сжимаетъ газъ и гонитъ его въ большую трубу № 9. Оттуда газъ проводится небольшими трубками, проходящими отчасти подъ землею, къ фонарямъ, или въ комнаты, гдѣ долженъ горѣть. У каждой такой трубки есть особый кранъ, который открывается только тогда, когда газъ зажигается.

251. Пламя.

Пламя.

Опытъ а. Шестидюймовый стеклянный цилиндръ наполняется ламповымъ масломъ, воскомъ или саломъ; цилиндръ этотъ снабжается трубкой, продѣтой сквозъ пробку, какъ въ опытѣ 249, и затѣмъ нагревается. При этомъ въ цилиндрѣ образуется тотъ же углеродистый водородъ или свѣтильный газъ; если его зажечь, то онъ горитъ яркимъ пламенемъ.

Итакъ, всѣ наши обыкновенные горючіе матеріалы при высокой температурѣ отдѣляютъ углеродистый водородъ. Послѣдній, при сильномъ нагреваніи, вступаетъ въ химическое соединеніе съ кислородомъ воздуха и такимъ образомъ происходитъ явленіе огня или пламени.

Опытъ б. Зажигаются двѣ свѣчи, и когда онѣ достаточно разгорятся, одна изъ нихъ задувается; при этомъ изъ свѣтильни поднимается углеродистый водородъ, лишенный теплоты, необходимой для горѣнія; онъ воспламеняется снова при приближеніи горячей свѣчи. При зажиганіи свѣчи или лампы мы сообщаемъ горю-

чему веществу высшую температуру, вслѣдствіе которой изъ него выдѣляется газъ; такимъ-образомъ, каждая свѣча или лампа есть аппаратъ для газоваго освѣщенія. При нагрѣваніи желѣза, ему также сообщается теплота; оно накаливается, но не отдѣляетъ горючихъ газовъ, а потому мы и не видимъ здѣсь пламени. Всѣ тѣла, изъ которыхъ при нагрѣваніи не отдѣляется никакого газа, могутъ только накаливаться; и, слѣдовательно, огонь есть такое химическое явленіе, при которомъ происходитъ образованіе газовъ и соединеніе ихъ съ какимъ-либо другимъ газомъ. Въ общежитіи, пламенемъ обыкновенно называется соединеніе углеродистоводороднаго газа съ кислородомъ воздуха.

Пламя свѣчи.

252. Пламя свѣчи. Въ восковой свѣчкѣ мы зажигаемъ сначала свѣтильню, причемъ изъ нея выдѣляется углеродистый водородъ, который и горитъ пламенемъ. Отъ возбуждаемой имъ теплоты таютъ частички воска, окружающія свѣтильню, и около нея образуется углубленіе, наполненное растопленнымъ воскомъ. Растаявшій воскъ поднимается по промежуткамъ между бумажными нитями, изъ которыхъ скручена свѣтильня, какъ по волоснымъ трубочкамъ (§ 85), достигаетъ пламени и отъ жару разлагается на углеродъ и водородъ. Оба газа соединяются съ кислородомъ воздуха; при этомъ пламя усиливается и превращается въ газъ слѣдующія восковыя частицы.

Въ пламени свѣчи должно различать три части: 1) Внутри пламени темное ядро, содержащее негорящій углеродистый водородъ; 2) это темное ядро облечено яркимъ конусомъ свѣта, къ которому прилегають 3) едва замѣтный виѣшній покровъ пламени. Къ темному

ядру кислородъ воздуха не проникаетъ во-
вее; къ среднему конусу—только въ неболь-
шомъ количествѣ, а къ вѣшнему имѣетъ
вполнѣ свободный доступъ. Поэтому, вну-
треннее ядро пламени вовсе не можетъ
горѣть въ свѣтломъ конусѣ (№ 2); по при-
чинѣ недостаточнаго притока кислорода, го-
рѣніе происходитъ лишь отчасти; этотъ конусъ
образуется изъ пламени водорода, въ которомъ
не сгорающія угольные частицы раскаляются

фиг. 252.



до бѣла. Раскаленіе мелкихъ частицъ угля и произво-
дитъ свѣтъ пламени. Наконецъ въ наружномъ покровѣ
(№ 3), кислородъ воздуха имѣетъ свободный доступъ къ
водороду и углероду; тотъ и другой сгораютъ совершен-
но и производятъ въ этомъ мѣстѣ наибольшій жаръ,
въ чемъ легко убѣдиться, держа въ пламени проволо-
ку; она раскаляется во вѣшнемъ покровѣ, а не внут-
ри пламени. Заостренная форма пламени происходитъ
въ слѣдствіе поднятія вверхъ газовъ и атмосфернаго
воздуха. Отдѣляющійся углеродистый водородъ долженъ
бы распространяться въ видѣ шара, но по легкости
своей онъ поднимается вверхъ; въ то же время окру-
жающій пламя воздухъ нагрѣвается и также подни-
мается вверхъ; на мѣсто его притекаетъ снизу и нѣ-
сколько вкось отъ краевъ свѣчи новый воздухъ, кото-
рый и сообщаетъ пламени его настоящій видъ.

253. Аргантова лампа. Пламя масляной лампы, съ Двойной при-
широкой плоской свѣтильной, мало отличается отъ пла-
мени свѣчи. И здѣсь кислородъ атмосфернаго воздуха
обнимаетъ пламя только снаружи и достигаетъ только
вѣшняго покрова и отчасти средняго свѣтлаго кону-

токъ воздуха.

Фиг. 253.



са, а внутри остается темное ядро. Но если мы какимъ-нибудь образомъ проведемъ воздухъ и къ темному ядру, то оно исчезнетъ, содержащійся въ немъ углеродистоводородный газъ воспламенится и яркость пламени отъ того увеличится.

Это достигается употребленіемъ полукруглой свѣтильни, причѣмъ происходитъ двойной притокъ воздуха.

Въ лампѣ съ двойнымъ притокомъ воздуха, изобрѣтенной Швейцарцомъ Аргантомъ и теперь вошедшей во всеобщее употребленіе, воздухъ притекаетъ къ свѣтильнѣ, сквозь двойной рядъ отверстій.

Зола.

254. Дымъ. При совершенномъ сгараніи, изъ горючаго матеріала отдѣляются газообразныя вещества, которыя, соединяясь съ другими, также газообразными тѣлами, поднимаются вверхъ и получаютъ общее названіе дыма. Растительныя же вещества, сверхъ-того, оставляютъ послѣ сгаранія золу. Зола состоитъ изъ минераловъ, которые были заимствованы растеніемъ изъ почвы во время его прозябанія. Между ними преобладаютъ поташъ и сода, известь, кремнеземъ и фосфорнокислыя соли.

Дымъ.

Опытъ а. Надъ горящей свѣчой держится стеклянка такъ, что въ нее входитъ дымъ, непримѣтно поднимающійся отъ пламени. Вскорѣ внутреннія стѣнки стеклянки покрываются водяными каплями. Итакъ, дымъ содержитъ въ себѣ воду, которая поднимается въ видѣ паровъ и осаждается на холодныхъ стѣнкахъ сосуда. Такъ какъ въ пламени сгараетъ углеродистый

водородъ, то при этомъ водородъ его соединяется съ кислородомъ и образуетъ воду; углеродъ же свѣтлага газа даетъ съ кислородомъ угольную кислоту. Присутствіе ея въ дымѣ дѣйствительно можно обнаружить, если налить въ стеклянку известковой воды (опытъ 233, б). Жидкость становится мутной, и черезъ нѣсколько времени въ ней образуется осадокъ, углекислая известь. Воздухъ, притекающій къ пламени, лишается своего кислорода; въ немъ остается одинъ азотъ. Итакъ, дымъ состоитъ всегда изъ угольной кислоты, водяныхъ паровъ и азота; все равно, происходитъ ли онъ отъ горѣнія дерева или каменнаго угля, или же непримѣтно поднимается отъ свѣчи или лампы.

Опытъ б. Къ пламени масляной лампы или свѣчи приближается металлическая ложка или ножъ; металлъ, какъ хорошій проводникъ, вбираетъ въ себя большое количество теплоты и быстро охлаждаетъ пламя. Теплота пламени становится недостаточною для того, чтобы въ немъ могли сгорать мелкія частички угля: онѣ садятся на металлъ и образуютъ копоть или сажу. Сажу обыкновенно образуется въ томъ случаѣ, когда къ пламени притекаетъ недостаточное количество кислорода, какъ напримѣръ въ нашихъ печахъ, гдѣ всегда часть угля не сгораетъ, а улетаетъ вмѣстѣ съ дымомъ и осаждается въ дымовыхъ трубахъ. Сажа составляетъ наиболѣе употребительную черную краску; изъ нея приготовляются типографическія чернила и тушь.

Сажа.

255. Гашеніе огня. Всякое горѣніе, или соединеніе съ кислородомъ, можетъ происходить только тогда, когда горящее тѣло имѣетъ достаточно высокую температуру и когда кислородъ воздуха имѣетъ къ нему свободный

Гашеніе огня.

доступъ. Поэтому, пламя можно погасить, или понизивъ температуру его, или уменьшивъ притокъ воздуха.

Охлажденіе.

Опытъ а. Надъ пламенемъ свѣчи держится металлическая ложка, какъ въ предыдущемъ опытѣ. Пламя тѣмъ болѣе охлаждается и становится тѣмъ меньше, чѣмъ ближе приближать къ нему ложку; наконецъ оно гаснетъ отъ недостатка теплоты, хотя воздухъ еще притекаетъ къ нему съ боковъ.

Устраненіе
воздуха.

Опытъ б. На столъ ставится огарокъ свѣчи и окру-
фиг. 254.



жается слоемъ песка, шириною пальца на два. Если зажечь огарокъ и надъ нимъ поставятъ въ песокъ ламповое стекло такъ, чтобы воздухъ не имѣлъ доступа къ пламени, то онъ погаснетъ.

Если же между стекломъ и поверхностью стола оставлено свободное пространство, то пламя горитъ съ усиленною яркостью, подобно тому, какъ въ лампѣ, снабженной такимъ же стекломъ и боковыми отверзтіями для воздуха. Воздухъ, притекающій снизу, не разсѣвается въ этомъ случаѣ во все стороны, но идетъ по одному направленію вверхъ; поэтому, онъ сильнѣе нагревается и быстрѣе поднимается кверху. Вслѣдствіе этого, увеличивается притокъ свѣжаго воздуха, доставляющаго кислородъ, необходимый для горѣнія. То же производятъ и дымовыя трубы.

Опытъ с. Горящая сѣрная спичка втыкается зажженнымъ концомъ въ песокъ или въ золу. При этомъ доступъ воздуха къ пламени прекращается, и оно гаснетъ.

Пламя гаснетъ отъ охлажденія и отъ недостатка воздуха.

При тушеніи водою, мы употребляемъ въ одно и тоже время оба эти средства: пламя охлаждается вслѣдствіе низкой температуры воды и вслѣдствіе испаренія ея; сверхъ того обливаніе водою уменьшаетъ доступъ воздуха. При пожарахъ, ломають зданія, стараясь при этомъ залить горящія части его и тѣмъ прекратить притокъ воздуха. Отверстія горящихъ дымовыхъ трубъ и подваловъ заваливаются мокрыми мѣшками или пескомъ; горящее сало или масло тушатъ, накрывая пламя какимъ-либо твердымъ тѣломъ; если же налить на горящее сало воды, то оно по легкости своей поднимается вверхъ и своимъ жаромъ превращаетъ воду въ пары, которые и разбрасываютъ его во всѣ стороны. При гашеніи свѣчи, притокъ воздуха прекращается посредствомъ щипцовъ или маленькаго колокола.

Если горящія уголья не получаютъ достаточнаго количества воздуха, то они не могутъ, за недостаткомъ кислорода, превратиться въ угольную кислоту. При недостаточномъ доступѣ воздуха, уголь соединяется съ мѣньшимъ количествомъ кислорода, нежели сколько нужно для образованія угольной кислоты, и даетъ другое газообразное тѣло—окись углерода. Этотъ газъ, при вдыханіи, дѣйствуетъ чрезвычайно вредно, и даже можетъ причинить смерть. Онъ образуется въ жаровняхъ, гдѣ зола, лежащая сверху угольевъ, затрудняетъ доступъ къ нимъ воздуха, и въ печахъ, если слишкомъ рано закрыть трубу, причемъ ядовитый газъ распространяется по комнатѣ. Окись углерода горитъ слабымъ голубоватымъ пламенемъ.

Ядовитая
окись угле-
рода.

ПРОСТЫЯ ТѢЛА.

Простыя
тѣла.

256. Предыдущіе опыты показали намъ что сложныя тѣла, встрѣчаемыя нами въ природѣ, могутъ быть разложены на простѣйшія. Такимъ-образомъ мы получили кислородъ при разложеніи воды на водородъ и кислородъ, уголь изъ растительныхъ веществъ, наконецъ азотъ легко можно выдѣлить изъ атмосфернаго воздуха. Но эти вещества, кислородъ, водородъ, азотъ и углеродъ, мы до-сихъ-поръ не можемъ разложить никоимъ образомъ; потому-то, эти четыре вещества, главныя составныя части животныхъ и растительныхъ тѣлъ, и называются простыми тѣлами или элементами (стихіями).

Легкіе
Стихи древ-
нихъ.

Всякій разъ, при разложеніи сложнаго тѣла мы получаемъ наконецъ такія тѣла, которыя не могутъ уже быть разложены, и потому считаются за элементы. Но намъ извѣстно уже, что сталося съ такъ называемыми стихіями древнихъ: огонь оказался явленіемъ, воздухъ — смѣсью, вода и земля — сложными тѣлами. Можетъ быть, позднѣйшія изслѣдованія приведутъ къ тому, что будутъ разложены и тѣ вещества, которыя мы теперь считаемъ элементами.

Металлы и
металлоиды.

До-сихъ-поръ извѣстны 63 элемента; изъ нихъ одни имѣютъ металлическій блескъ и называются металлами; другіе же называются неметаллами, или металлоидами. Металлы дѣлятся на легкіе и тяжелые; металлоиды — на газообразные, жидкіе и твердые. Изъ этихъ элементовъ почти половина весьма рѣдко встрѣчается въ природѣ. Вотъ важнѣйшіе элементы:

I. МЕТАЛЛОИДЫ:

II. МЕТАЛЛЫ:

A. ГАЗООБРАЗНЫЕ:

A. ЛЕГКИЕ:

1. Кислородъ.

1. Калій.

2. Водородъ.

2. Натрій.

3. Азотъ.

3. Кальцій.

4. Хлоръ.

4. Аллюминій.

B. ЖИДКІЕ:

B. ТЯЖЕЛЫЕ:

5. Бромъ.

5. Желѣзо.

C. ТВЕРДЫЕ:

6. Олово.

6. Іодъ.

7. Цинкъ.

7. Углеродъ.

8. Свинецъ.

8. Сѣра.

9. Висмутъ.

9. Фосфоръ.

10. Сурьма.

10. Кремній.

11. Мѣдь.

12. Ртуть.

13. Серебро.

14. Золото.

15. Платина.

Число химическихъ явленій такъ велико, что ученіе о нихъ составляетъ особую обширную науку, Химию. Мы позволимъ себѣ еще нѣсколько заняться этими явленіями.

НѢКОТОРЫЕ ИЗЪ УПОМЯНУТЫХЪ МЕТАЛЛОИДОВЪ.

257. Хлоръ. Хлоръ есть желто-зеленый, вредный для дыханія газъ; онъ составляетъ одну изъ главныхъ составныхъ частей поваренной соли. Онъ отличается сильнымъ сродствомъ къ водороду; поэтому онъ быстро разрушаетъ растительныя краски и пахучія вещества, от-

Хлоръ.

нимая отъ нихъ водородъ. Въмѣстѣ съ другими тѣлами, хлоръ входитъ въ составъ хлористой извести, которая извѣстна въ продажѣ въ видѣ бѣлаго порошка.

Бѣленіе хло-
ромъ.

Опытъ а. Одна часть (по вѣсу) хлористой извести обливается двадцатью частями воды; въ эту жидкость погружается бумажка съ пятнами отъ краснаго вина, или лоскутокъ ситца, окрашеннаго растительными красками. Черезъ нѣсколько часовъ окажется, что цвѣта ихъ сдѣлались гораздо блѣднѣе. Еще скорѣе можно произвести это обезцвѣчиваніе, прибавляя къ жидкости нѣсколько капель разведенной сѣрной кислоты. Жидкость эта имѣетъ разъѣдающее свойство и потому не слѣдуетъ оставлять въ ней лоскутокъ слишкомъ долго.

Хлорная известь употребляется въ большомъ количествѣ для бѣленія холста, бумажныхъ тканей и въ-особенности тряпокъ, изъ которыхъ выдѣлывается бумага. Обыкновенно, предварительно подвергаютъ холстъ бѣленію на травѣ; потомъ мочать его въ водѣ, въ которой растворено большее или меньшее количество хлористой извести. Здѣсь онъ лежитъ отъ 12 до 24 часовъ, послѣ чего онъ тщательно промывается и кладется на 24 часа въ разведенную сѣрную кислоту. Затѣмъ холстъ снова промывается, мочится въ щелокъ, и разстилается на нѣсколько дней на травѣ, причемъ его слѣдуетъ поливать отъ времени до времени водою. Потомъ снова слѣдуютъ, въ такомъ же порядкѣ: моченіе въ хлорной и кислой водѣ, выщелачиваніе и разстиланіе на травѣ. Больше двухъ разъ моченіе въ холодной водѣ рѣдко повторяется, потому-что это повредило бы прочности ткани. По той же причинѣ, нужно каждый разъ послѣ этой операціи старательно промывать ткани.

Опытъ в. На чайное блюдечко наливается обыкновенное хлѣбное вино и къ нему на кончикъ ножа прибавляется немного хлористой извести, — вино теряетъ при этомъ свой непріятный запахъ. Вообще хлоръ разрушаетъ пахучія вещества; поэтому для уничтоженія затхлаго запаха въ погребахъ, внутреннія стѣны ихъ бѣлятъ хлорной известью, растворенной въ водѣ; хлорная известь отнимаетъ также запахъ у навоза. Для уничтоженія заразныхъ испареній въ больницахъ, комнаты окуриваются хлоромъ; для этого на хлорную известь наливается нѣсколько капель соляной или сѣрной кислоты; вслѣдствіе этого происходитъ выдѣленіе хлора.

Изъ хлористой извести, воды и спирта готовится хлороформъ, который употребляется при хирургическихъ операціяхъ, какъ средство притупляющее боль. Это безцвѣтная прозрачная жидкость съ пріятнымъ яблочнымъ запахомъ; пары ея, при вдыханіи, приводятъ въ безчувственное состояніе.

238. Бромъ и йодъ. Оба они входятъ въ составъ почти всѣхъ морскихъ растений; бромъ встрѣчается, кромѣ того, въ нѣкоторыхъ минеральныхъ источникахъ, напримеръ въ Шенебекѣ (Schoenebeck), близъ Магдебурга, и получается тамъ посредствомъ выщелачиванія рассоловъ.

Бромъ есть темно-красная жидкость, густая какъ сиропъ; при весьма невысокой температурѣ, она превращается въ оранжевые пары, издающіе непріятный запахъ.

Йодъ представляетъ твердое тѣло, цвѣтомъ похожее на графитъ; при нагрѣваніи въ трубочкѣ, онъ пре-

Бромъ.

Йодъ.

вращается въ пары прекраснаго фіолетоваго цвѣта. Съ спиртомъ образуетъ темный растворъ, называемый іодовой настойкой (тинктурой); она окрашиваетъ крахмалъ въ синій цвѣтъ, и употребляется для открытія его въ какомъ-нибудь тѣлѣ.

Іодъ и бромъ, въ соединеніи другъ съ другомъ и съ серебромъ, употребляются при приготовленіи дагеротипныхъ изображеній. Въ медицинѣ же извѣстны, какъ прекрасное средство противъ золотухи.

Сѣра.

259. Сѣра и фосфоръ. Сѣра встрѣчается самородною въ чистомъ видѣ и въ соединеніи съ желѣзомъ, подъ именемъ сѣрнаго колчедана. Большое количество самородной сѣры добывается въ странахъ вулканическихъ: ею богаты Испанія и Италія; одна Сицилія доставляетъ ежегодно до 65000 пудовъ. Сѣра свѣтло-желтаго цвѣта, горитъ голубымъ пламенемъ и служитъ для приготовленія сѣрныхъ спичекъ, пороха, сѣрной и сѣрнистой кислоты, употребляемой для бѣленія.

Фосфоръ.

Фосфоръ. Фосфоръ готовится изъ костей и по свойствамъ походить на сѣру. Онъ ядовитъ; цвѣта желтоватобѣлаго, легко воспламеняется при невысокой температурѣ, почему сохраняется и разрѣзывается не иначе, какъ подъ водою. Если его измельчить, то онъ испаряется, распространяя при этомъ чесночный запахъ; въ этомъ легко убѣдиться, потеревъ слегка сѣрную спичку. Пары эти, соединяясь съ кислородомъ, при обыкновенной температурѣ, свѣтятся безъ замѣтнаго отдѣленія теплоты. Такое свѣщеніе безъ повышенія температуры происходитъ отъ медленнаго сгаранія. По своей способности легко воспламеняться, фосфоръ употребляется для приготовления спичекъ. Какъ ядъ, онъ употребляется для унич-

тоженія крысъ и мышей; для этого онъ распускается въ 30-ти частяхъ теплой воды и смѣшивается съ равнымъ количествомъ ржаной муки.

260. Кремній. Онъ входитъ, какъ главная часть, въ составъ песка, кварца и всѣхъ почти каменныхъ породъ и вмѣстѣ съ кислородомъ составляетъ большую часть земной коры. Въ чистомъ видѣ въ природѣ никогда не встрѣчается; имѣетъ видъ бураго порошка, который при нагрѣваніи сгараетъ; соединяется съ кислородомъ, образуя кремневую кислоту (кремнеземъ). Довольно чистую кремневую кислоту представляютъ кварцъ и горный хрусталь; вмѣстѣ съ аллюминіемъ, кремнеземъ находится въ различныхъ родахъ глины и изъ почвы переходитъ въ растенія.

МЕТАЛЛЫ.

261. Человѣкъ имѣетъ какое-то удивительное, таинственное влеченіе къ тѣмъ блестящимъ элементамъ, которые называются металлами, и употребляетъ ихъ для весьма разнообразныхъ цѣлей. Отъ неметалловъ они отличаются слѣдующими свойствами: 1, Всѣ металлы непрозрачны; отполированные, они отражаютъ свѣтъ съ особеннымъ характеристическимъ блескомъ. Самые блестящіе металлы суть: платина, сталь (жельзо, содержащее углеродъ), серебро, ртуть и золото. 2, Всѣ они плавятся, хотя при различныхъ температурахъ; такъ ртуть уже при обыкновенной температурѣ жидка и твердѣетъ только при 31 градусѣ холода, по Реомюру. Олово, свинецъ и висмутъ плавятся при небольшомъ огнѣ; между-тѣмъ какъ жельзо и платина только въ

Металлы.

чрезвычайно сильномъ жару. 3, Металлы вообще самыя лучшіе проводники теплоты и электричества; сообщенныя металлу въ одномъ мѣстѣ, тепло и электричество быстро передаются сосѣднимъ частицамъ, и такимъ-образомъ распространяются далѣе-и-далѣе. Неметаллы же болѣею частію худые проводники. 4, Всѣ металлы соединяются съ кислородомъ, сѣрою и хлоромъ.

Въ природѣ металлы встрѣчаются или въ соединеніяхъ или въ чистомъ состояніи, самородками. Естественныя соединенія тяжелыхъ металловъ, преимущественно кислыя, изъ которыхъ чистый металлъ добывается искусственнымъ путемъ, называются рудами. Соединенія легкихъ металловъ—щелочами, когда принадлежать кали, натръ; или землями, куда относятся между прочимъ негашенная известь (окись кальція) и глиноземъ содержащій въ себѣ металлъ алюминій.

Легкіе металлы, вообще, или легче, или только немного тяжелѣе воды. Изъ тяжелыхъ металловъ нѣкоторые на воздухѣ соединяются съ кислородомъ, такъ напримѣръ, поверхность свинца, какъ бы мы ее ни очищали, все-таки потомъ тускнѣетъ: такіе металлы называются неблагородными. Благородные металлы, серебро, золото, платина, не окисляются на воздухѣ; они соединяются съ кислородомъ только при высокой температурѣ, и при нагрѣваніи вновь разлагаются.

СЛОЖНЫЯ НЕОРГАНИЧЕСКІЯ ТѢЛА.

Кислоты.

262. I. Кислоты. Главныя группы, на которыя дѣлятся сложныя тѣла, суть: кислоты, основанія, соли и тѣла безразличныя (индифферентныя).

Кислыя соединенія неметалловъ бѣльшую частію имѣютъ характеръ кислотъ: отличаются кислымъ вкусомъ и окрашиваютъ лакмусовую бумажку и другія синія растительныя краски въ красный цвѣтъ.

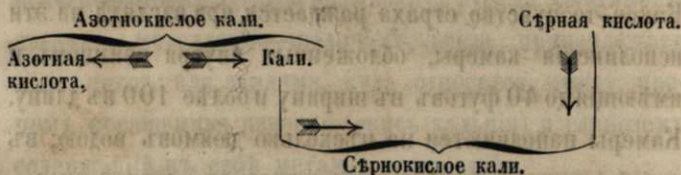
1. Между кислотами наиболѣе замѣчательна англійская сѣрная кислота. Она готовится въ Англіи, сжиганіемъ сѣры при посредствѣ азотной кислоты, при достаточномъ доступѣ атмосфернаго воздуха и водяныхъ паровъ. Сжиганіе производится въ желѣзныхъ печахъ; при этомъ образуются бѣлые пары сѣрнистой кислоты, которые потомъ собираются въ свинцовыхъ камерахъ. Какое-то чувство страха рождается при взглядѣ на эти исполинскія камеры, обложенныя внутри свинцомъ и имѣющія до 40 футовъ въ ширину и болѣе 100 въ длину. Камеры наполняются на нѣсколько дюймовъ водою; въ одной изъ нихъ помѣщаются сосуды съ азотной кислотой. Сѣрнистая кислота имѣетъ стремленіе соединиться съ кислородомъ, чтобы превратиться въ сѣрную, и отнимаетъ его, по праву сильнѣйшаго, у азотной кислоты. Последняя вознаграждаетъ эту потерю изъ воздуха и вновь отдаетъ полученный кислородъ; такимъ-образомъ служить какъ-бы посредникомъ для доставленія сѣрнистой кислотѣ требуемаго кислорода. Горячіе водяные пары, переходя изъ паровика въ камеры, осаждаются тамъ на холодныхъ стѣнкахъ вмѣстѣ съ вновь образовавшейся сѣрной кислотой, и въ видѣ разведенной сѣрной кислоты стекаютъ въ воду. Для полученія крѣпкой или концентрированной сѣрной кислоты, она выпаривается при высокой температурѣ. Вода испаряется легче, нежели кислота, и бѣльшую частію улетаетъ. Выпариваніе производится въ платиновыхъ тигляхъ, которые

Сѣрная кислота.

стоють нѣсколько тысячъ рублей. Обыкновенно изъ одного пуда сѣры получается три пуда кислоты. Она употребляется для приготовленія стеариновыхъ свѣчъ, при добываніи фосфора и хлора, также для очищенія масла. Какимъ-образомъ она разбавляется водою, объяснено при опытахъ съ водородомъ (§ 238).

Азотная ки-
слота.

2. Азотная (селитряная) кислота, или крѣпкая водка, готовится нагрѣваніемъ селитры (азотнокислосое кали) съ сѣрной кислотой, которая вытѣсняетъ азотную и сама соединяется съ кали. Это видно изъ слѣдующей таблички:



Азотная кислота имѣетъ цвѣтъ желтоватый; разлагаетъ органическія вещества, причемъ нѣкоторыя, какъ напримѣръ шерсть, кожу на тѣлѣ и пр., окрашиваетъ въ желтый цвѣтъ. Она растворяетъ все металлы, кромѣ золота и платины, и потому употребляется для отдѣленія золота отъ примѣси другихъ металловъ. Чтобы опредѣлить количество золота въ кускѣ смѣси, дѣлаютъ пробу: проводятъ кускомъ черту на пробирномъ камнѣ (черномъ кремнеземѣ или базальтѣ), и наливаютъ на нее каплю крѣпкой водки. Если золото чисто, то черта остается цѣлою, если же есть примѣси, то онѣ растворяются, и часть черты исчезнетъ.

Угольная ки-
слота.

3. Угольная кислота образуется при сгараніи угля и имѣетъ видъ газа; она входитъ въ составъ известняковъ; известковый шпатъ, мраморъ, мѣль представля-

ють въ разныхъ видахъ углекислую известь, изъ которой легко можно выдѣлать углекислоту.

Опытъ а. Къ бутылкѣ подбирается плотно входящая пробка, просверливается, и въ отверстіе вставляется изогнутая газопроводная трубка, въ родѣ той, какая употреблялась при добываніи кислорода. Послѣ этихъ приготовленій, въ бутылку наливается разведенная сѣрная кислота, составленная изъ одной части по вѣсу крѣпкой кислоты и четырехъ частей воды;

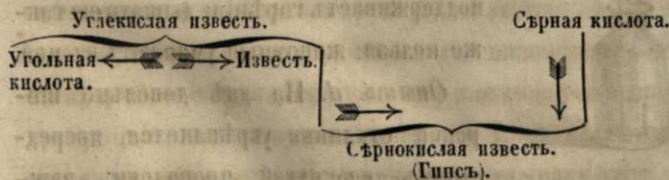
Приготовленіе угольной кислоты.

фиг. 255.

потомъ туда кладется нѣсколько кусковъ мѣла и бутылка закупоривается. Конецъ трубки погружается въ чашку съ водой; газъ, съ шипѣніемъ выдѣляющійся изъ бутылки, собирается, какъ обыкновенно. Такимъ образомъ наполняется угольною кислотою нѣсколько стеклянокъ.



Отдѣленіе угольной кислоты происходитъ здѣсь отъ того, что сѣрная кислота, какъ сильнѣйшая, вытѣсняетъ весьма слабую угольную кислоту изъ ея соединенія съ известью, а сама занимаетъ ея мѣсто. Прилагаемъ объяснительную табличку.



Опытъ б. Поглощеніе газообразныхъ тѣлъ жидкими. Стеклянный цилиндръ, наполненный свѣжею водою, дер-

Поглощеніе газовъ.

жится надъ отверстіемъ газопроводной трубки; угольная кислота наполняетъ его болѣе, чѣмъ до половины, а въ нижней половинѣ остается вода. Потомъ встряхиваютъ цилиндръ, заткнувши отверстіе пальцемъ; при этомъ отъ давленія наружнаго воздуха палецъ всасывается внутрь цилиндра — признакъ того, что въ цилиндрѣ образовалось разрѣженное пространство; оно произошло оттого что вода вбираетъ въ себя, поглощаетъ угольную кислоту (§ 248). Частицы угольной кислоты сильно поглощаются водою; вода отъ этого получаетъ кислый вкусъ и окрашиваетъ лакмусовую бумажку въ красный цвѣтъ. Вода, содержащая много угольной кислоты, шипитъ и пѣнится. На этомъ основаніи приготовляются искусственныя кислыя воды, для чего вода напитывается угольной кислотой. Къ естественнымъ кислымъ водамъ, содержащимъ угольную кислоту, принадлежитъ зельтерская; пиво и шампанское пѣнятся также отъ большого количества угольной кислоты, которая образуется въ нихъ при броженіи.

Потуханіе
пламени въ
угольной
кислотѣ.

Опытъ с. Въ стеклянку съ угольной кислотой опускается зажженная лучинка или огарокъ свѣчи, фиг.

фиг. 256.



Угольная кислота тяжелѣе воздуха.

256, прикрѣпленной къ концу согнутой проволоки. Пламя тотчасъ гаснетъ. Изъ этого видно, что угольная кислота не поддерживаетъ горѣнія; дышать ею также нельзя: животныя умираютъ въ ней.

Опытъ d. На днѣ довольно широкой стеклянки укрѣпляется, посредствомъ изогнутой проволоки, зажженный восковой огарокъ. Горѣніе будетъ продолжаться, если только къ пламени будетъ притекать свѣжій

воздухъ, вдоль по внутреннимъ стѣнкамъ стеклянки. Надъ этой стеклянкой держится косвенно другая, вдвое меньшая противъ первой и наполненная угольной кислотой. Угольная кислота начинаетъ стекать въ нижнюю стеклянку, подобно жидкости, мало-по-малу наполняетъ ее, достигаетъ пламени и гаситъ его. Слѣдовательно, угольная кислота тяжелѣе атмосфернаго воздуха.

Опытъ е. Взаимное проицаніе газообразныхъ тѣлъ. Въ мѣстѣ, куда воздухъ не имѣетъ доступа, ставится открытая стеклянка съ угольной кислотой. Такъ-какъ послѣдняя тяжеле атмосфернаго воздуха, то можно бы ожидать, что она займетъ низшее мѣсто, и не поднимется вверхъ, а воздухъ, какъ болѣе легкій газъ, останется сверху. Такъ, на примѣръ, въ смѣси воды и масла вода никогда не всплываетъ на верхъ, а масло не опускается внизъ. Но черезъ нѣсколько часовъ, опустивъ въ стеклянку, гдѣ была угольная кислота, маленький огарокъ, прилѣпленный къ проволоцѣ, замѣтимъ, что онъ не гаснетъ. Слѣдовательно, угольная кислота удалилась изъ стеклянки; а ей можно было уйти только вверхъ. Еще убѣдительнѣе слѣдующій опытъ. Распространеніе газообразныхъ тѣлъ.

Берутся двѣ стеклянки, съ одинаковыми отверстиями и края ихъ смазываются саломъ; одна стеклянка наполняется угольной кислотой и ставится на столъ, а другая оставляется пустою, ставится вверхъ дномъ надъ нижней стеклянкой, и обѣ стеклянки плотно нажимаются одна на другую смазанными краями отверстій. Такимъ-образомъ въ нижней стеклянкѣ находится болѣе тяжелая угольная кислота, а въ верхней болѣе легкій воздухъ. Если черезъ нѣсколько времени испытать порознь обѣ стекля-



фиг. 257.

ки, наливая въ каждую известковой воды и взбалтывая жидкость, то въ томъ и въ другомъ случаѣ она становится мутной. Слѣдовательно, и въ верхней стклянкѣ находится угольная кислота, которая поднялась туда изъ нижней: произошло взаимное прониканіе двухъ газовъ.

Каждое газообразное тѣло находитъ между частицами другого газа безчисленное множество промежутковъ, въ которые оно можетъ проникнуть. Между-тѣмъ, вслѣдствіе своей упругости (§ 101), оно стремится какъ можно болѣе расшириться, и по этимъ промежуткамъ распространяется внутри другого газа. Распространеніе это совершается такимъ же образомъ, какъ и въ пустомъ пространствѣ, только нѣсколько медленнѣе. Если въ комнатѣ нѣтъ кислорода, то она представляетъ для него безвоздушное пространство, и кислородъ устремляется сюда, откуда только можетъ. Потому-то въ воздухѣ мы вездѣ находимъ одну и ту же пропорцію кислорода и азота. Опыты, произведенные съ большою точностію, привели Дальтона къ слѣдующему закону, названному по его имени *Дальтоновымъ закономъ*.

Законъ Даль-
тона.

Каждое газообразное тѣло распространяется внутри другого газообразнаго тѣла съ тою же упругостью, какъ и въ пустомъ пространствѣ. Исключеніе составляетъ тотъ случай, когда оба газа вступаютъ въ химическое соединеніе. Отсюда слѣдуетъ, что вмѣсто одной атмосферы около земли мы должны считать по-крайней-мѣрѣ три: кислородную, азотную и атмосферу водяныхъ паровъ; къ нимъ присоединяется еще четвертая, весьма разрѣженная атмосфера угольной кислоты. Каждая изъ нихъ распространяется не-

зависимо одна отъ другой, какъ-будто бы другихъ атмосферъ вовсе не было, и, проходя между ихъ частицами, только замедляется нѣсколько въ своемъ движеніи.

Угловая кислота образуется при горѣніи различныхъ родовъ топлива, при всякомъ гніеніи, броженіи, и при дыханіи людей и животныхъ. Кромѣ-того, есть мѣста, гдѣ она выходитъ изъ трещинъ земли. Въ нѣкоторыхъ гротахъ и котловинахъ, напримѣръ въ Собачьей пещерѣ, въ 4-хъ миляхъ отъ Неаполя, въ Пирмонтской пещерѣ, постоянно происходитъ обильное отдѣленіе угольной кислоты; по тяжести своей, она медленно распространяется въ воздухѣ, и стоитъ всего на нѣсколько футовъ надъ почвой. Животное умираетъ въ такихъ мѣстахъ, если голова его не выходитъ изъ слоя угольной кислоты на чистый воздухъ. Причина появленія угольной кислоты изъ-подъ земли заключается, или въ броженіи растительныхъ остатковъ, гніющихъ на большомъ пространствѣ, или въ существованіи глубоко подъ землею лежащихъ массъ известняка; потому-что известъ освобождаетъ угольную кислоту, встрѣчаясь при высокой температурѣ съ кремнеземомъ или какимъ-либо другимъ тѣломъ, съ которымъ она можетъ соединиться.

Образованіе
угольной ки-
слоты.

4. Соляная, или хлористоводородная кислота. Большею частію кислоты образуются отъ соединенія неметалловъ съ кислородомъ, и называются кислородными кислотами; таковы сѣрная, азотная, угольная. Но и водородъ, соединяясь съ неметаллами, даетъ иногда кислоты; къ этимъ водороднымъ кислотамъ относится соляная.

Соляная хлористоводородная кислота.

Для приготовленія ея, поваренная соль (хлористый

натрій) обливається крѣпкою сѣрною кислотою. При этомъ происходитъ слѣдующее:



Вода, смѣшанная съ сѣрною кислотою и солью, разлагается: водородъ ея соединяется съ хлоромъ и получается хлористоводородная или соляная кислота; кислородъ же соединяется съ натріемъ, образуя окись натрія или натръ, который съ сѣрною кислотою даетъ сѣрниокислый натръ или Глауберову соль.

Царская
водка.

Соляная кислота, также какъ и другія кислоты, не растворяетъ золота и платины. Но оба металла растворяются въ смѣси изъ двухъ частей по вѣсу соляной кислоты и одной части азотной. Смѣсь эта называется *царской водкой*, потому что растворяетъ царя металловъ — золото.

Основанія.

263. II. Основанія. Между-тѣмъ, какъ соединенія кислорода съ неметаллами имѣютъ характеръ кислотъ и окрашиваютъ лакмусовую бумагу въ красный цвѣтъ, соединенія кислорода съ металлами образуютъ основанія или, если они растворимы въ водѣ, щелочи; по свойствамъ своимъ они противоположны кислотамъ.

Опытъ. Жженная известь есть соединеніе металла кальція съ кислородомъ и, слѣдовательно, принадлежить къ основаніямъ. При этомъ опытъ можно употребить полоску синей лакмусовой бумаги, окрашенную при одномъ изъ прежнихъ опытовъ въ красный цвѣтъ, или смоченную слабою сѣрною кислотою. Если эту бумажку обмакнуть въ известковую воду, или смочить водой и положить на нее кусочикъ ѣдкой извести, то прежній синій цвѣтъ лакмуса возстановляется.

Итакъ, основанія возстановляютъ синій цвѣтъ красныхъ лакмусовыхъ бумажекъ. Если они растворяются въ водѣ, то имѣютъ очень ѣдкій щелочной вкусъ.

Солн.

264. III. Соли. Мы уже видѣли, что угольная кислота (углекислота) образуетъ съ известью углекислую известь (мѣлъ); подобнымъ образомъ и другія кислоты соединяются съ основаніями. Такъ-какъ дѣйствіе кислотъ противоположно дѣйствію оснований, то въ соединеніи они взаимно уничтожаются, такъ что это соединеніе не имѣетъ ни кислаго, ни щелочнаго, но часто соленый вкусъ. Соединеніе кислоты съ основаніемъ называется солью.



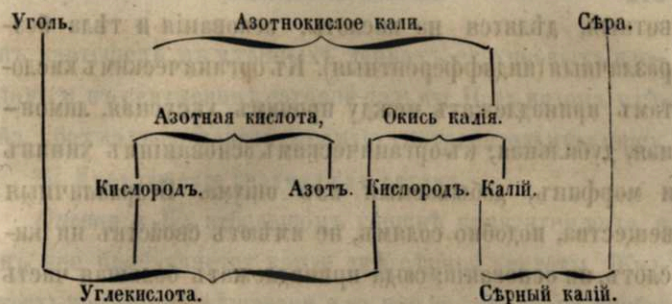
Углекислая известь есть соль нерастворимая въ водѣ; сѣрниокислая окись цинка, получаемая при добываніи водорода (опытъ 234), ядовита и легко растворяется.

Между азотнокислыми солями извѣстны адскій камень или ляписъ (азотнокислая окись серебра), который употребляется для прижиганія бородавокъ и окрашиваетъ кожу въ черный цвѣтъ, и селитра (азотнокислое кали). Селитра употребляется для приготовленія пороха и добывается въ селитряныхъ копяхъ Остѣ-Индіи, въ Америкѣ, Португаліи, Испаніи, Италіи и Венгріи.

Порохъ.

Огнестрѣльный порохъ былъ извѣстенъ Китайцамъ. Въ Германіи, еще до Бертольда Шварца, въ двѣнадцатомъ столѣтіи, горные жители Раммельсберга, близъ Гослара, употребляли его для взрыва скалъ. Пфальцграфъ Генрихъ, сынъ Генриха Льва, въ битвѣ противъ невѣрныхъ, въ 1200 году, употребилъ порохъ для взрыва Тирскаго замка. Матеріалы для приготовленія пороха должны быть какъ можно чище. Кромѣ селитры въ него входятъ сѣра и уголь какого-нибудь легкаго дерева: тополя, черемухи, липы. На 6 частей селитры берется по одной части сѣры и угля; изъ смѣшенія ихъ получается порохъ; для этого онѣ толкутся въ ступахъ, причемъ время отъ времени поливаются водою; такимъ-образомъ получается мокрое тѣсто, которое послѣ прессованія протирается черезъ рѣшето, и сушится на вольномъ воздухѣ или въ тепломъ мѣстѣ. При горѣніи пороха, селитра разлагается; она состоитъ изъ азотной кислоты и кали (окиси калия); азотная кислота въ свою очередь состоитъ изъ азота и кислорода. Кислородъ кислоты и окиси калия образуетъ съ углемъ угольную кислоту — газъ; азотъ тоже остается въ газообразномъ состояніи; калий соединяется съ сѣрою и даетъ сѣрнистый калий, который остается въ стволѣ орудія и составляетъ, такъ называемую пороховую грязь.

Процессъ горѣнія пороха.



Сѣра сообщаетъ всей смѣси способность легко воспламеняться и производить сильное отдѣленіе газовъ, освобождая кислородъ изъ окиси калия, съ которымъ она соединяется. Газы, отдѣляющіеся при горѣніи пороха, — угольная кислота и азотъ, уже при температурѣ тающаго льда стремятся занять пространство въ 480 разъ большее того, которое занимаетъ самый порохъ. Отъ нагрѣванія же упругость ихъ увеличивается въ нѣсколько тысячъ разъ; отъ того происходитъ взрывъ, и пуля съ силою вылетаетъ изъ дула орудія. Въ настоящее время порохъ едва ли можно замѣнить какимъ-нибудь другимъ составомъ; потому-что другія вещества, производящія взрывъ, или слишкомъ быстро превращаются въ газы и разрываютъ орудіе, или портятъ стволъ, какъ это случается напримѣръ при употребленіи хлопчатобумажнаго пороха; этотъ послѣдній готовится вымачиваніемъ хлопчатой бумаги въ смѣси крѣпкой сѣрной и азотной кислотъ; затѣмъ она промывается и высушивается на вольномъ воздухѣ.

ОРГАНИЧЕСКІЯ СОЕДИНЕНІЯ.

265. Подраздѣленіе органическихъ соединеній. Сложныя вещества, изъ которыхъ состоятъ растенія и жи-

Подраздѣленіе органическихъ соединеній.

вотныя, дѣлятся на кислоты, основанія и тѣла безразличныя (индифферентныя). Къ органическимъ кислотамъ принадлежатъ между прочимъ уксусная, лимонная, дубильная; къ органическимъ основаніямъ хининъ и морфинъ, добываемый изъ опиума. Безразличныя вещества, подобно солямъ, не имѣютъ свойствъ ни кислотъ, ни основаній; сюда принадлежатъ большая часть растительныхъ и животныхъ веществъ, какъ напримѣръ крахмалъ, сахаръ, винный спиртъ. Въ настоящее время наука не нашла еще способовъ искусственно готовить органическія соединенія изъ элементовъ; но мы можемъ уже превратить данное соединеніе въ другое. Такъ при вареніи пива, винокуреніи и приготовленіи уксуса совершается превращеніе крахмала въ сахаръ, сахара въ спиртъ и спирта въ уксусъ.

Крахмалъ.

266. Крахмалъ.

Опытъ. Очищенный и вымытый картофель трется въ теркѣ, причемъ смачивается водою, и потомъ выжимается черезъ полотно. Большая часть крахмальныхъ зернышекъ, заключающихся въ картофелѣ, проходитъ вмѣстѣ съ жидкостью. Полученная мутная жидкость оставляется на одинъ часъ въ покоѣ; при этомъ крахмалъ садится на дно; оставшаяся вода сливается. Потомъ наливается свѣжая вода и опять сливается; дѣйствіе это повторяется нѣсколько разъ для того чтобы по возможности очистить крахмалъ; наконецъ онъ раскладывается на холстѣ и сушится.

Крахмалъ, или крахмальная мука, состоитъ изъ блестящихъ бѣлыхъ зернышекъ, хрустящихъ между пальцами; видъ и величина зернышекъ различны у различныхъ растений. Крахмалъ находится преимущественно

въ картофелѣ, въ хлѣбныхъ зернахъ, стручковыхъ плодахъ и въ сердцевинѣ саговой пальмы. Подъ видомъ хлѣба, крахмалъ составляетъ самую употребительную пищу.

267. Превращеніе крахмала въ сахаръ.

Опытъ а. Въ небольшомъ горшкѣ кипятится вода, и въ нее прибавляется капли двѣ сѣрной кислоты. Жидкость постоянно мѣшается, и къ ней по временамъ прибавляется крахмалъ, разведенный сѣрной кислотой на холодной водѣ. Кипяченіе продолжается нѣсколько минутъ; потомъ въ смѣсь насыпается извѣстное количество наскобленного мѣла. Онъ образуетъ съ сѣрной кислотой сѣрнокислую известь или гипсъ; жидкость становится при этомъ прозрачнѣе; ее процѣживаютъ черезъ полотно, и снова варятъ, послѣ чего образуется густая, сладкая масса, это крахмальная патока. Обезцвѣтивъ ее посредствомъ животнаго угля и выпаривъ, получимъ сахаръ. Въ этомъ опытѣ, при содѣйствіи сѣрной кислоты совершается превращеніе крахмала въ сахаръ.

Превращеніе крахмала въ сахаръ посредствомъ сѣрной кислоты.

Опытъ б. Одна часть измельченного ячменнаго солода обливается 8 частями (по вѣсу) теплой воды, и ставится близъ нагрѣтой печи, или на солнцѣ. Для приготовления солода, ячмень мочится въ водѣ, потомъ раскладывается на нѣсколько часовъ (отъ 12-ти до 20-ти) на каменномъ полу. Въ это время ячмень пускаетъ ростки; дальнѣйшій ростъ ихъ останавливается сушкою на воздухѣ, или въ теплѣ. Черезъ нѣсколько часовъ эта смѣсь процѣживается сквозь полотно; полученная жидкость содержитъ въ себѣ діастазъ; вещество, которое образовалось при прорастаніи ячменныхъ зеренъ. Онъ имѣетъ въ нашемъ опытѣ то же назначеніе, какъ въ предыдущемъ сѣрная кислота. Жидкость наливается

Посредствомъ діастаза.

понемногу въ горячій вареный крахмалъ, и смѣсь долго переваривается; потомъ она ставится на нѣсколько часовъ на теплую печьку. При содѣйствіи діастаза, крахмалъ превращается въ сахаръ и масса получаетъ сладкій вкусъ.

Это дѣйствіе діастаза очень важно для пивоваровъ и винокуровъ; дѣйствительно, при приготовленіи изъ картофеля или хлѣбныхъ зеренъ пива или водки, нужно сначала содержащейся въ нихъ крахмалъ превратить въ сахаръ, а потомъ уже произвести броженіе.

268. Спиртовое броженіе.

Броженіе
спирта.

Опытъ. Распускается одинъ лотъ крахмальной патоки или меду въ восьми лотахъ воды, къ этому приба-

фиг. 258, а.



вляется немного пивныхъ дрожжей; смѣсь эта переливается въ бутылку и ставится въ неслишкомъ жаркой печи. Черезъ нѣсколько времени жидкость приходитъ въ движеніе и изъ нея поднимаются газовые пузырьки. Тогда въ бутылку вставляется пробка съ газопроводною трубкою; газъ собирается надъ водою, какъ въ опытѣ 262, а. Въ стеклянку, наполненную газомъ, наливается известковая вода; она тотчасъ становится мутной. Слѣдовательно, полученный газъ есть угольная кислота (опытъ 233, б). Если отдѣленіе газа прекратится слишкомъ рано, то подбавляютъ дрожжей. Наконецъ получится жидкость уже не сладкая, но имѣющая вкусъ пива или вина. При броженіи, сахаръ распадается на уголь-

ную кислоту и винный спиртъ. Только изъ крахмального сахара можно получать чрезъ броженіе спиртъ.

На броженіи спирта основывается приготовленіе вина и водки, пивовареніе и печеніе хлѣба. При куреніи вина стараются разложить весь крахмальный сахаръ; для приготовленія вина и пива большую часть. При печеніи хлѣба, должно придти въ броженіе только небольшое количество сахара: здѣсь требуется не образованіе виннаго спирта, а отдѣленіе угольной кислоты, сообщающее тѣсту рыхлость.

269. Образованіе уксуса.

Образованіе
уксуса.

Опытъ. Смѣшивается одна часть (по объему) виннаго спирта съ восемью частями рѣчной или дождевой воды; смѣсь выливается въ стаканъ, въ которомъ находится кусокъ хлѣба, намоченнаго въ уксусѣ; стаканъ ставится въ умеренно тепломъ мѣстѣ и покрывается доскуткомъ бумаги съ отверстіемъ, черезъ которое можетъ проходить воздухъ. Спустя нѣсколько недѣль, винный спиртъ превращается въ уксусъ. Въ крѣпко закупоренномъ сосудѣ не образуется уксуса, потому что онъ можетъ получиться только при содѣйствіи кислорода воздуха. Подобно тому, какъ сахаръ прибавленіемъ какого-нибудь легко разлагающагося вещества и самъ какъ-бы побуждается къ разложенію, такъ и спиртъ, при содѣйствіи уксуса, соединяющагося съ кислородомъ воздуха, и самъ окисляется. Образованіе уксуса состоитъ въ соединеніи виннаго спирта съ кислородомъ атмосфернаго воздуха.

Поэтому, приготовленіе уксуса ускорится, если увеличимъ доступъ кислорода къ винному спирту. Для этой цѣли берется кадка футовъ пяти въ вышину, и

Ускоренное
образованіе
уксуса.

Фиг. 258, б.



наполняется стружка-
ми буковаго дерева,
смоченнаго крѣпкимъ
уксусомъ. Въ верхней
части кадка имѣеть
дно съ отверстіями въ
родѣ рѣшета; черезъ
каждое отверстіе про-
тянутъ шнурокъ съ
узломъ на верху. На
это дно наливается
спиртъ; онъ стекаетъ
по шнуркамъ на струж-

ки, и образуетъ внизу тонкій слой, прикасающийся
къ воздуху своею поверхностью. Нѣсколько выше
нижняго дна въ кадку вставлены открытыя стеклян-
ныя трубки; черезъ нихъ постоянно входитъ свѣжій
воздухъ, который отдаетъ свой кислородъ жидкости и
уходитъ черезъ верхнее дно. Когда вся жидкость сте-
четъ, ее процѣживаютъ еще разъ, и такимъ-образомъ
въ нѣсколько часовъ изъ нея получается уксусъ.

Дыханіе чело-
вѣка и живот-
ныхъ.

270. Процессъ животной жизни. Кислородъ, водородъ,
азотъ и углеродъ суть основныя начала всего органи-
ческаго міра. Они входятъ, какъ существенныя части,
въ составъ каждаго растенія и животнаго, и вполне
необходимы для поддерживанія ихъ жизни. При дыха-
ніи, мы втягиваемъ въ себя изъ атмосферы смѣсь азота,
водяныхъ паровъ и кислорода; а выдыхаемъ весь азотъ,
большую часть водяныхъ паровъ и углекислоту, соеди-
неніе, содержащее въ себѣ кислородъ. Какое же измѣ-
неніе претерпѣваетъ при этомъ вдыхаемый кислородъ?

Опытъ. Берется въ ротъ стеклянная трубка, а другой конецъ ея опускается въ чистую известковую воду; такимъ-образомъ дышать въ воду нѣсколько времени. При этомъ вода мутится: признакъ того, что выдыхаемый воздухъ содержитъ вмѣсто кислорода угольную кислоту.

Въ легкихъ кислородъ воздуха соприкасается съ кровью, которая, проходя изъ сердца по всѣмъ частямъ тѣла, и напитавъ ихъ, принимаетъ темный цвѣтъ. Отъ соприкосновенія съ воздухомъ, кровь снова дѣлается алою. При этомъ она отдаетъ часть своего водорода и углерода, которые съ кислородомъ даютъ углекислоту и водяные пары; другими словами, кровь сгараетъ, причемъ развивается необходимая для тѣла теплота. Изъ этого понятно, что для поддержанія дыханія и для сообщенія крови нужной теплоты, мы должны вводить въ наше тѣло водородистыя и углеродистыя вещества. Такія вещества, сгорающія въ кислородѣ вдыхаемаго нами воздуха и превращающіяся въ угольную кислоту, которую мы выдыхаемъ, составляютъ согревающую пищу. Сюда принадлежатъ крахмалъ, сахаръ, жиръ, вино, и пиво.

Согревающая
пища.

Съ другой стороны, животный организмъ имѣетъ надобность и въ такихъ питательныхъ веществахъ, которыя бы развивали и поддерживали въ немъ азотъ, другую составную часть животнаго тѣла. Для этого необходима пища, богатая азотомъ, такъ называемая кроветворная или образовательная пища. Самыя питательныя изъ азотистыхъ веществъ суть мясо животныхъ, горохъ, бобы. Обои́мъ условіямъ питанія удовлетворяютъ хлѣбныя зерна, а всего болѣе молоко.

Образователь-
ная пища.

Наконецъ, мы должны замѣтить, что во-первыхъ,

несмотря на постоянный расходъ кислорода вслѣдствіе дыханія животныхъ, онъ находится (§ 244) въ воздухѣ всегда въ одинаковомъ количествѣ; слѣдовательно, должны существовать обстоятельства, которыя вознаграждаютъ потерю атмосфернаго кислорода. Во-вторыхъ, животное само собою непосредственно не можетъ образовать изъ элементовъ сложныя вещества, необходимыя для его организма. Оно не могло бы жить, еслибы не было другихъ органическихъ существъ, которыя бы образовали изъ элементовъ вещества, нужныя для животнаго. Обѣ эти задачи выполняются растеніями.

Растительная
жизнь.

274. Процессъ жизни растительной.

Опытъ. Стеклянная воронка наполняется зелеными листьями какого-нибудь растенія, перевертывается и погружается въ стаканъ, который долженъ быть нѣсколько выше самой воронки. Въ

фиг. 259.



стаканъ наливаютъ свѣжей воды, и когда воронка наполнится доверху, ее затыкаютъ пробкою; послѣ этого можно слить оставшуюся воду. Если выставимъ стаканъ на солнце, то вскорѣ замѣтимъ отдѣленіе газа, который въ видѣ пузырьковъ будетъ собираться на поверхности листьевъ; впоследствии пузырьки эти поднимаются въ верхнюю часть воронки. Когда тамъ соберется довольно много газа, то откупориваютъ воронку, и быстро вносятъ въ нее тлѣющую лучинку. Лучинка тотчасъ вспыхиваетъ яркимъ пламенемъ; изъ этого заключаемъ, что полученный газъ

есть кислородъ. Успѣхъ опыта много зависитъ отъ качества употребленной для того воды; кипяченая вода, лишенная части своей угольной кислоты, даетъ очень мало газа; изъ зельтерской воды, въ которой много угольной кислоты, получается и кислорода гораздо больше. Это доказываетъ, что растенія разлагаютъ угольную кислоту: удерживаютъ въ себѣ углеродъ, а кислородъ освобождаютъ. Итакъ, при дѣйствіи солнечныхъ лучей, растенія поглощаютъ изъ воздуха угольную кислоту и выдѣляютъ кислородъ. Такимъ-образомъ они поглощаютъ то, что выдыхаютъ животныя, и вознаграждаютъ истрачиваемый ими кислородъ.

Различіе растеній основывается на ихъ минеральныхъ составныхъ частяхъ, каковы: поташъ, сода, известь, кремнеземъ и фосфорнокислыя соли, которыя они заимствуютъ изъ почвы, и которыя можно открыть въ пеплѣ; тогда какъ другія вещества, какъ напримѣръ угольная кислота, амміакъ, азотистыя и водородистыя соединенія, образующіяся при гніеніи растеній и животныхъ, и наконецъ вода, составляютъ общую пищу всѣхъ растеній. Послѣднія вещества въ надлежащемъ количествѣ постоянно доставляютъ растеніямъ окружающій ихъ воздушный океанъ.

Такимъ-образомъ, между растительнымъ и животнымъ царствами устанавливается слѣдующій размѣнъ веществъ. При дыханіи и гніеніи животныхъ, воздухъ расходуетъ кислородъ и получаетъ угольную кислоту, воду и амміакъ. Эти вещества поступаютъ въ растенія, которыя, выдѣляя постоянно кислородъ, составляютъ сверхъ того двоякаго рода пищу: одну богатую углеродомъ и водородомъ, другую азотомъ. Первая, поступивъ

Размѣнъ веществъ между царствами природы.

въ животный организмъ, сгарааетъ при дыханіи и сообщаетъ ему надлежащую теплоту. Второй родъ пищи идетъ на образованіе тѣла животного. Такимъ-образомъ растеніе поглощаетъ изъ воздуха вещества, которыя, сгорѣвши, снова въ него возвращаются; животная же жизнь есть медленный процессъ горѣнія, оканчивающійся гніеніемъ или тлѣніемъ животного тѣла.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Второй отдѣлъ: Магнитныя, электрическія и химическія явленія.

Магнетизмъ.

§ 125. Естественные и искусственные магниты.

МАГНИТНОЕ ПРИТЯЖЕНІЕ.

§ 126. Притяженіе магнитомъ желѣза; § 127. Притяженіе желѣзомъ магнита; § 128. Употребленіе магнитнаго притяженія; § 129. Дѣйствіе магнита сквозь другія тѣла; § 130. Полюсы магнита; § 131. Сѣверный и южный полюсы.

ВЗАИМНОЕ ПРИТЯЖЕНІЕ И ОТТАЛКИВАНІЕ ДВУХЪ МАГНИТОВЪ.

§ 132. Взаимное притяженіе двухъ магнитовъ; § 133. Взаимное отталкиваніе двухъ магнитовъ; § 134. Испытаніе присутствія магнетизма и изслѣдованіе магнитныхъ полюсовъ въ кускѣ стали; § 135. Существованіе двухъ магнетизмовъ; § 136. Прекращеніе магнитныхъ явленій, при соединеніи обоихъ магнетизмовъ.

РАЗДѢЛЕНІЕ МАГНЕТИЗМОВЪ.

§ 137. Возбужденіе магнетизма при приближеніи магнита; § 138. Обнаруживаніе обоихъ магнетизмовъ въ желѣзѣ при раздѣленіи ихъ; § 139. Притяженіе между магнитомъ и немагнитическимъ желѣзомъ; § 140. Явленія взаимнаго притяженія и отталкиванія между кусками желѣза, подверженными раздѣленію; § 141. Расположеніе обоихъ магнетизмовъ въ магнитахъ.

НАМАГНИЧИВАНІЕ СТАЛИ И СОХРАНЕНІЕ МАГНИТНОЙ СИЛЫ.

§ 142. Труднѣйшее, но сохраняющееся большее время раздѣленія магнетизмовъ въ стали; § 143. Способы нама-

гничиванія стали; § 144. Сохраненіе и увеличеніе магнитной силы; § 145. Большая сила сложнаго магнита; § 146. Ослабленіе магнитной силы посредствомъ теплоты.

ЗЕМНОЙ МАГНЕТИЗМЪ.

§ 147. Раздѣленіе, производимое земнымъ магнетизмомъ; § 148. Склоненіе магнитной стрѣлки; § 149. Компасъ; § 150. Восточное и западное склоненіе; § 151. Наклоненіе магнитной стрѣлки; § 152. Сѣверное и южное наклоненіе.

Электричество отъ тренія.

ОСНОВНЫЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

§ 153. Притяженіе легкихъ тѣлъ наэлектризованнымъ тѣломъ; § 154. Притяженіе наэлектризованнаго тѣла ненаэлектризованнымъ; § 155. Электрическая искра; § 156. Ощущеніе, подобное прикосновенію паутины вблизи наэлектризованнаго тѣла; § 157. Запахъ, подобный запаху фосфора.

ПРОВЕДЕНІЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА.

§ 158. Пробная пластинка; § 159. Значеніе проводника электричества; § 160. Значеніе непроводника электричества; § 161. Лучшіе непроводники; § 162. Лучшіе проводники; § 163. Изолированіе.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТТАЛКИВАНІЕ.

§ 164. Взаимное отталкиваніе наэлектризованныхъ тѣлъ; § 165. Электрометръ; § 166. Явленія электрическаго притяженія и отталкиванія.

ПРОТИВОПОЛОЖНЫЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА.

§ 167. Два разнородныя электричества и ихъ взаимное притяженіе; § 168. Испытаніе электричества какого-либо даннаго тѣла; § 169. Одновременное возбужденіе обоихъ электричествъ; § 170. Прекращеніе дѣйствія обоихъ электричествъ при соединеніи ихъ.

РАЗДѢЛЕНІЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЪ.

§ 171. Возбужденіе электричества вблизи наэлектризованнаго тѣла; § 172. При раздѣленіи, оба электричества каждаго тѣла становятся открытыми; § 173. Связанное и свободное электричество; § 174. Притяженіе между наэлектризованными и ненаэлектризованными тѣлами, какъ слѣдствіе раздѣленія; § 175. Раздѣленіе предшествуетъ сообщенію электричества; § 176. Приготовленіе электрофора; § 177. Опыты съ электрофоромъ; § 178. Приготовленіе Клейстовой

или Лейденской банки; § 179. Заряжаніе Лейденской банки; § 180. Постепенное разряженіе Лейденской банки; § 181. Электрическое сотрясеніе; § 182. Разрядникъ; § 183. Скорость электричества; § 184. Стеченіе электричества съ острія; § 185. Различіе свѣта острія для обоихъ электричествъ; § 186. Различіе Лихтенберговыхъ фигуръ для обоихъ электричествъ.

ДѢЙСТВІЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ОТЪ ТРЕНІЯ.

§ 187. Механическія дѣйствія; § 188. Электрическія явленія свѣта; § 189. Возбужденіе электричествомъ теплоты; § 190. Физиологическія дѣйствія электричества отъ тренія; § 191. Электрическая машина; § 182. Электрическая баттарей и ея дѣйствіе.

АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.

§ 193. Открытіе электричества въ громовыхъ тучахъ; § 194. Происхожденіе атмосфернаго электричества; § 195. Образованіе громовыхъ тучъ; § 196. Молнія и ея дѣйствія; § 197. Громъ; § 198. Нѣкоторыя предосторожности, соблюдаемыя во время грозы; § 199. Громоотводъ.

Гальваническое электричество.

ВОЗБУЖДЕНІЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКАГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА.

§ 200. Возбужденіе гальваническаго электричества; § 201. Возбужденіе электричества взаимнымъ прикосновеніемъ двухъ металловъ; § 202. Возбужденіе электричества взаимнымъ прикосновеніемъ металла и жидкости; § 203. Гальваническая цѣпь и гальваническій токъ; § 204. Постоянныя гальваническія цѣпи; § 205. Сложная постоянная цѣпь.

ГАЛЬВАНИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ СВѢТА И ТЕПЛОТЫ.

§ 206. Гальваническая искра; § 207. Раскалываніе проволокъ; § 208. Электрическое солнце.

ХИМИЧЕСКІЯ ДѢЙСТВІЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКАГО ТОКА.

§ 209. Разложеніе ярь-мѣдянки; § 210. Разложеніе іодистаго каія; § 211. Разложеніе воды; § 212. Осажденіе мѣди и золота гальваническимъ путемъ; § 213. Гальванопластика.

МАГНИТНЫЯ ДѢЙСТВІЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКАГО ТОКА (Электромагнетизмъ).

§ 214. Открытіе Эрштеда; § 215. Законъ Ампера; § 216. Мультипликаторъ; § 217. Приготовленіе электромагнита; § 218. Превращеніе магнитныхъ явленій въ электромагнитъ; § 219.

Перемена полюсовъ электромагнита; § 220. Оптическія и электромагнитныя температуры; § 221. Электромагнитный телеграфъ съ магнитной стрѣлкой; § 222. Телеграфъ Морзе; § 223. Телеграфъ съ стрѣлкою и циферблатомъ; § 224. Электромагнитныя машины.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКІЯ ДѢЙСТВІЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКАГО ТОКА.

§ 225. Дѣйствіе гальваническаго тока на вкусъ и зрѣніе; § 229. Гальваническое потрясеніе и Вольтовъ столбъ.

МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

§ 227. Возбужденіе магнитоэлектричества; § 228. Магнитоэлектрическая машина; § 229. Сѣверное сіяніе.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

§ 230. Возбужденіе термоэлектричества; § 231. Термоэлектрическій столбъ.

Химическія явленія.

Кислородъ; § 232. Образованіе кислорода; § 233. Опыты съ кислородомъ. *Водородъ*; § 234. Образованіе водорода; § 235. Горючесть водорода; § 236. Образованіе воды изъ водорода и кислорода; § 237. Малый удѣльный вѣсъ водорода; § 238. Водородное огниво; § 239. Первый воздушный шаръ, Монгольфьеръ; § 240. Приготовленіе небольшого монгольфьера; § 241. Первый Шарлиеръ; § 242. Первые воздухоплаватели; § 243. Позднѣйшіе воздухоплаватели. *Азотъ*; § 244. Образованіе азота; § 245. Опыты надъ азотомъ. *Углеродъ*; § 246. Виды угля; § 247. Приготовленіе растительнаго угля; § 248. Поглощеніе газовъ углемъ; § 249. Углеродистоводородный или свѣтильный газъ; § 250. Газовое освѣщеніе; § 251. Пламя; § 252. Пламя свѣчи; § 253. Аргантова лампа; § 254. Дымъ; § 255. Гашеніе огня. *Простыя тѣла*; § 256. Металлы и металлоиды. *Нѣкоторые изъ упомянутыхъ металлоидовъ*; § 257. Хлоръ; § 258. Бромъ и Іодъ; § 259. Сѣра и фосфоръ; § 260. Кремній; § 261. *Металлы. Сложныя неорганическія тѣла*; § 262. Кислоты; § 263. Основанія; § 264. Соли. *Органическія соединенія*; § 265. Подраздѣленіе органическихъ соединеній; § 266. Крахмалъ; § 267. Превращеніе крахмала въ сахаръ; § 268. Броженіе спирта; § 269. Образованіе уксуса; § 270. Процессъ животной жизни; § 271. Процессъ жизни растительной.

ШКОЛА ФИЗИКИ

ИЛИ

УЧЕБНИКЪ КЪ ПЕРВОНАЧАЛЬНОМУ ИЗУЧЕНІЮ ЭТОЙ НАУКИ

ПРИ

ПОМОЩИ САМЫХЪ ПРОСТЫХЪ ОПЫТОВЪ И ДЕШЕВЫХЪ СНАРЯДОВЪ, СЪ ПРИМѢНЕНІЕМЪ
КЪ ОБЫДЕННОЙ ЖИЗНИ.

СОЧИНЕНІЕ

Крюгера.

ПЕР. ПОДЪ РЕД. ПОЛЪНОВА, ИЗДАНО ПОДЪ РЕД. Д. АВЕРКІЕВА.

Со многими политипажами.

ОТДѢЛЪ III.

Цена за все три Отдѣла 3 р., съ пер. 3 р. 50 к. сер.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

Изданіе Товарищества „Общественная Польза“.

1861.

ПЕЧАТАТЬ ПОЗВОЛЯЕТСЯ

съ тѣмъ, чтобы по отпечатаніи представлено было въ Ценсурный Комитетъ
узаконенное число экземпляровъ. С.-Петербургъ, 31-го Іюля, 1861 года.

Ценсоръ *И. Дубровскій*

ЗВУКЪ.

ПРОСТОЙ ЗВУКЪ.

272. Происхожденіе звука.

Опытъ а. Если маленькій прутикъ или карандашъ держать отвѣсно на разстояніи руки отъ поверхности стола и затѣмъ выпустить его изъ рукъ, то онъ упадетъ, ударится о поверхность стола и отскочитъ отъ нея по причинѣ своей упругости, такъ что его можно будетъ снова поймать и удержать рукою. При соприкосновеніи съ поверхностью стола, въ срединѣ своего движенія вверхъ и внизъ, пруть произведетъ звукъ, который и даетъ намъ знать о совершившемся ударѣ.

Происхожде-
ніе звука.
Сотрясеніе
твердыхъ
тѣлъ.

Берутъ рукой за край осьмушку толстой бумаги и удерживаютъ ее въ горизонтальномъ положеніи. Если ударять сверху по свободному краю ея, то онъ опустится внизъ и потомъ снова подыметъ, хотя и не совершенно приметъ первоначальное свое положеніе, по причинѣ малой упругости бумаги; если же слабо щелкнуть по ней пальцемъ, то насыпанный на нее песокъ видимо обнаружитъ сотрясеніе, которое она претерпѣваетъ.

При каждомъ шагѣ по досчатому полу мы слышимъ звукъ, потому-что полъ, сотрясаясь, движется вверхъ и внизъ; при каждомъ ударѣ молотка по гвоздю, при быстромъ закрытіи дверей, при паденіи какой-нибудь

вещи, происходитъ подобное же сотрясеніе, подобное же колебательное движеніе. Итакъ *сотрясеніе или колебаніе твердою тѣла производитъ звукъ.*

Жидкія тѣла. *Опытъ в.* Въ стаканъ, наполненный водой, обмакиваютъ палочку, поднимаютъ ее, и потомъ стряхиваютъ въ стаканъ висящую на ней каплю, съ высоты нѣсколькихъ футовъ. При взаимномъ ударѣ двухъ жидкихъ тѣлъ, также послышится звукъ. Капля въ этомъ случаѣ нѣсколько отскочитъ отъ поверхности воды, которая сама придетъ въ колебательное движеніе.

Газообразныя тѣла. *Опытъ с.* Изъ писчей бумаги свертывается трубочка въ палецъ длиною и одинъ конецъ ея закрывается пробочкой отъ аптечной стеклянки. Если подуть въ другой конецъ, и такимъ-образомъ сгустить находящійся въ трубкѣ воздухъ, то произойдетъ звукъ въ то самое мгновеніе, какъ пробка выскочитъ изъ трубки. Сгущенный воздухъ устремится изъ нея, расширится и ударится о близлежащія частицы воздуха; но чрезъ это воздухъ, находящійся въ трубкѣ, будетъ слишкомъ разрѣженъ, а потому часть вытѣсненнаго воздуха возвратится назадъ. Это колебаніе, происшедшее отъ расширения сгущеннаго воздуха, произведетъ простой звукъ.

Подобнымъ же образомъ происходитъ звукъ, если сжимать края розоваго листа, сдавливать содержащійся въ немъ воздухъ и ударомъ по листу открыть выходъ стремящемуся расшириться воздуху. Оттого же хлопаютъ сдавленный рыбій пузырь, хлопущка, пивная бутылка, когда образующаяся въ ней угольная кислота выбиваетъ пробку; ружье, изъ котораго вылетаетъ зарядъ, гонимый сгущеннымъ газомъ. На обо-

ротъ, разрѣженіе воздуха также можетъ быть причиною сотрясенія газообразныхъ тѣлъ.

Опытъ d. На одинъ конецъ палочки наворачивается полоска бумаги, такъ-чтобы она образовала трубку, открытый конецъ которой сжимается пальцами и черезъ то не дозволяетъ проникнуть въ нее воздуху; тогда трубочка будетъ содержать въ себѣ атмосферный воздухъ обыкновенной плотности. Если потомъ быстро вытащить палочку, то послышится звукъ. Воздухъ въ трубкѣ будетъ при этомъ разрѣженъ, а потому окружающій ее плотнѣйшій воздухъ устремится внутрь, сгустится тамъ отъ взаимнаго давленія, и частию снова долженъ будетъ выйти изъ трубочки.

То же самое происходитъ при быстромъ открытіи плотно закрывающагося футляра для перьевъ или игольника; если бумажку держать противъ губъ и разрѣжать воздухъ во рту, то она разорвется и при этомъ послышится звукъ. При разрывѣ тонкой бумаги мгновенно образуется безвоздушное пространство и разорванные куски ея приходятъ также въ колебательное движеніе. Подобное же явленіе замѣчается при разломѣ дерева или стекла. Если хлопнуть кнутомъ, то сзади его, на оставленномъ имъ мѣстѣ, мгновенно разрѣжается воздухъ, между-тѣмъ какъ впереди онъ въ то же время сгущается, и это также служитъ причиною колебательнаго движенія воздуха.

Итакъ, *звукъ происходитъ отъ сотрясенія или колебанія какого-либо тѣла.*

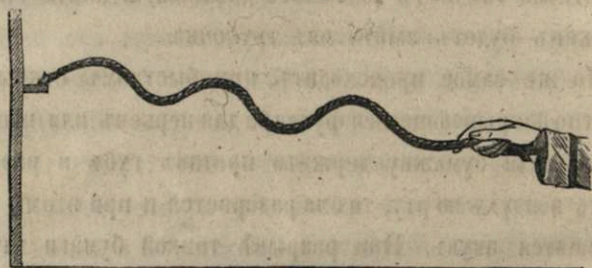
273. Распространеніе колебаній до слуховаго органа. Для сознанія нами звука, недостаточно чтобы звучащее тѣло приведено было въ движеніе, а необходимо

Распростра-
неніе колеба-
ній.

еще, чтобы колебанія его распространялись черезъ какое-либо посредствующее тѣло до нашего уха. Какимъ-образомъ распространяются колебанія отъ мѣста своего происхожденія, можно видѣть изъ слѣдующаго опыта.

Опытъ а. По-возможности длинный шнуръ или гибкая веревка прикрѣпляется однимъ концомъ къ какой-либо подставкѣ, а за другой конецъ слабо натягивается рукой, въ горизонтальномъ положеніи. Если ударить тогда другой рукой по этому концу

фиг. 260, а.



веревки, и привести его такимъ-образомъ въ качательное движеніе, то замѣтимъ, что колебанія пробѣгаютъ по всей длинѣ шнура и достигаютъ другаго конца его. При случаѣ можно замѣтить подобное же явленіе, если дернуть внизъ веревку, протянутую для развѣшиванія бѣлья, близъ одного изъ ея концовъ. Такимъ-образомъ, колебанія распространяются вдоль шнура, растянутого по гладкому полу и потрясаемаго за одинъ изъ концовъ; но въ этомъ случаѣ самый полъ будетъ нѣсколько задерживать эти колебанія.

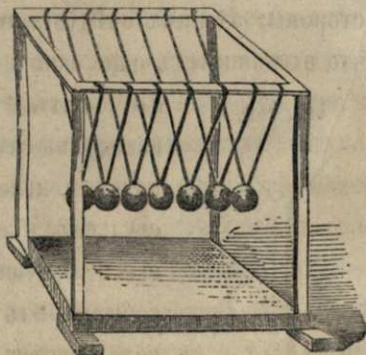
Волнообразное движеніе воды (§ 98—100) также

представляетъ намъ примѣръ распространяющихся колебаній.

Такимъ-образомъ распространяются колебанія звучащаго тѣла въ прикасающемся къ нему воздухѣ. Слѣдующій снарядъ даетъ понятіе о томъ, какимъ-образомъ подобное движеніе происходитъ при ударѣ и какъ скоро оно обнаруживается.

Опытъ b. На подставкѣ вѣшается произвольное число равныхъ шаровъ изъ слоновой кости, каждый на двухъ нитяхъ, такъ чтобы центры ихъ лежали на одной горизонтальной линіи, и шары касались бы между собой, не произво-

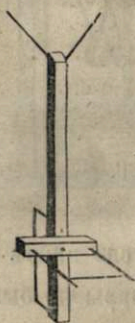
фиг. 260, b.



дя однакожь давленія одинъ на другой. Если повѣсить сначала два такихъ шара и, оставляя нити натянутыми, отвести одинъ изъ нихъ направо, то онъ будетъ находиться выше другаго и, представленный дѣйствию тяжести, опустится внизъ и ударится о покоющійся шаръ. Еслибы шары не были упруги, то они оба послѣ удара подвинулись бы влѣво, на половину той высоты, съ которой былъ спущенъ правый шаръ. Но какъ послѣдній будетъ при этомъ сжатъ и потому будетъ стремиться снова расшириться вправо и влѣво, то это противодѣйствіе воспрепятствуетъ его движенію направо и шаръ останется въ покоѣ. Напротивъ, расширяясь, онъ сообщитъ второму шару столь же сильный толчокъ, такъ-что

послѣдній подымется на такую высоту, на какую былъ поднять правый шаръ. Если теперь въ цѣломъ ряду шаровъ будетъ поднять послѣдній съ правой стороны и предоставленъ самому себѣ, то онъ ударитъ ближайшій къ нему шаръ, который въ свою очередь будетъ сжать и, расширяясь, сообщитъ толчокъ слѣдующему, и т. д. до-тѣхъ-поръ, пока подымется послѣдній шаръ съ лѣвой стороны. Если подняты будутъ два шара съ правой стороны, то съ лѣвой стороны подымется также два шара на одинаковую съ ними высоту; предпослѣдній шаръ справа, ударяясь о слѣдующій за нимъ, гонитъ вверхъ одинъ шаръ съ лѣвой стороны; за нимъ слѣдуетъ второй и дѣйствуетъ такъ, что отекакиваетъ еще одинъ изъ ряда шаровъ. Деше-

Фиг. 260, с.



вле опытъ этотъ можетъ быть произведенъ слѣдующимъ образомъ. На палочку, положенную на спинки двухъ стульевъ, вѣшаютъ рядъ четырехгранныхъ брусочковъ; на нижней части каждаго изъ нихъ вбиваются одинъ подъ другимъ два шпепька, между которыми отвѣсно натягивается тонкая струна. На противоположной сторонѣ, всѣ брусочки имѣютъ поперечныя планочки; между шпепьками, утвержденными на концахъ ихъ, натягивается горизонтально другая струна, причемъ необходимо обращать вниманіе на то, чтобы горизонтально натянутыя струны приходились всѣ на одинаковой высотѣ. Въ этомъ снарядѣ ударъ почти мгновенно распространяется, быстро передаваясь отъ одного тѣла къ другому. Сжатіе и расшире-

ніе здѣсь слѣдуетъ такъ же скоро одно за другимъ, какъ и при распространеніи звука.

* Сгущеніе воздуха происходитъ при столкновеніи жидкихъ и газообразныхъ тѣлъ, равно какъ и при зву-
кѣ, производимомъ твердыми тѣлами, что можно за-
мѣтить, напримѣръ, при закрытіи книги, а въ нѣкото-
рыхъ случаяхъ можно даже почувствовать, происходя-
щее при этомъ, истеченіе воздуха. Сгущенная масса
воздуха расширяется и такимъ-образомъ сгущаетъ
сосѣднія съ ней частицы; эти послѣднія, расширяясь,
также приходятъ въ движеніе и сгущаютъ постепен-
но ближайшія къ нимъ частицы воздуха; такъ распро-
страняется сгущеніе частицъ его все далѣе-и-далѣе.
Но въ то время, какъ первоначально сгущенная масса
воздуха, сильно расширяясь, снова сжимается, около
нея образуется пространство разрѣженного воздуха;
сосѣдняя частичка, двигавшаяся впередъ, возвращает-
ся въ это пространство и тѣмъ производитъ за со-
бой разрѣженіе воздуха: сюда возвращается слѣдую-
щая частичка, оставляя позади себя рѣдчайшую среду;
такимъ-образомъ за сгущеніемъ воздуха слѣдуетъ по-
степенное расширеніе его. Подобно вершинѣ и подо-
швѣ волны, слѣдуютъ здѣсь одно за другимъ сгущеніе
и разрѣженіе воздуха; происходящее такимъ-образомъ
колебаніе или звуковая волна распространяется во все
стороны, какъ изъ центра шара. Все частицы воз-
духа, лежащія на одной прямой линіи, не покидая ее,
двигаются только взадъ и впередъ. Частичка *a* при-
ближается къ *b* и возвращается назадъ, *b* приближает-
ся къ *c* и идетъ назадъ; каждая частица

с.

b.

с. b. a. b. с.

b.

с,

проходить нѣкоторое пространство впередъ и потомъ назадъ. Такимъ-образомъ звуковая волна достигаетъ наконецъ нашего уха и приводитъ въ колебательное движеніе внутреннія его части.

Органъ
слуха.

Устройство слуховаго органа человѣка, представляетъ намъ верхъ совершенства. Наружное ухо столь многообразно изогнуто, что можетъ уловить въ большомъ количествѣ звуковыя волны, идущія въ самыхъ различныхъ направленіяхъ.

Отъ наружнаго уха идетъ нѣсколько наклонно вверхъ, въ голову, слуховой проходъ, замкнутый на концѣ барабанною перепонкою. Сзади нее расположено углубленіе, въ которомъ идетъ цѣпочка изъ четырехъ нѣжныхъ косточекъ, соединяющая барабанную перепонку съ лабиринтомъ. Лабиринтъ есть углубленіе, образующее самую внутреннюю часть уха и содержащее водянистую жидкость, среди которой развѣтвляется слуховой нервъ. Звуковыя волны воздуха достигаютъ черезъ слуховой проходъ барабанной перепонки и приводятъ ее въ колебательное движеніе; движеніе это, посредствомъ четырехъ слуховыхъ косточекъ и воздуха, содержащагося въ углубленіи, сообщается лабиринту и далѣе, черезъ заключающуюся въ немъ жидкость, слуховому нерву, посредствомъ котораго мы и сознаемъ звуковыя колебанія. Барабанная перепонка можетъ быть устранена, и слухъ при этомъ еще не бу-

детъ потерянъ; если же пораженъ будетъ лабиринтъ или слуховой нервъ перестанетъ дѣйствовать, то наступаетъ полная глухота.

274. Распространеніе звука въ газообразныхъ, капельножидкихъ и твердыхъ тѣлахъ. Наиболѣе распространенная среда, черезъ которую звуковыя колебанія достигаютъ отъ мѣста своего происхожденія къ нашему уху, есть атмосферный воздухъ. Онъ проводитъ звукъ тѣмъ лучше, чѣмъ плотнѣе. Въ сжатомъ воздухѣ водолазнаго колокола, опущеннаго на значительную глубину, каждый звукъ невыносимо силенъ, и рабочіе, помѣщенные въ немъ, говорятъ между собой очень тихо; напротивъ, въ менѣе плотной атмосферѣ, напр. на самыхъ высокихъ вершинахъ Альпъ, звукъ пистолетнаго выстрѣла не сильнѣе обыкновеннаго удара руки объ руку; чтобы понимать другъ друга, тамъ необходимо говорить громче обыкновеннаго и какъ вообще каждый звукъ слышенъ слабѣе, то природа тамъ тиха и безмолвна. Съ наступленіемъ зимы температура понижается, причемъ воздухъ становится плотнѣе, и сверхъ-того отсутствіе растительности, которая лѣтомъ препятствуетъ распространенію колебаній, дѣлаетъ воздухъ лучшимъ проводникомъ звука; такъ въ полярныхъ странахъ человѣческій голосъ слышенъ на разстояніи даже $1\frac{1}{2}$ —2 верстъ. Ночью, звукъ становится слышнѣе не только въ обитаемыхъ мѣстахъ, гдѣ кромѣ-того разнообразный шумъ притупляетъ днемъ воспріимчивость уха, но даже и въ необитаемыхъ пустыняхъ, гдѣ теченіе вверхъ болѣе теплаго воздуха препятствуетъ днемъ распространенію звуковыхъ волнъ. Вѣтеръ гонитъ звуковыя волны, заставляя ихъ съ болѣею скоростью

Распростра-
неніе звука
въ газообраз-
ныхъ тѣлахъ.

распространяться по его направленію. При паденіи дождя или снѣга не слышно колокола, звонъ котораго въ ясную погоду безпрепятственно достигаетъ до нашего уха, потому-что капли дождя и клочья снѣга разрываютъ во многихъ направленіяхъ звуковыя волны. Въ воздухѣ, прилегающемъ къ стѣнѣ, находящемся надъ спокойной поверхностью воды, или надъ обширной равниной льда, неровности котораго по незначительности своей не разрываютъ звуковыхъ волнъ, онѣ распространяются гораздо далѣе; движенія ихъ бываютъ тогда правильнѣе и однообразнѣе.

Во время грозы, громъ никогда не бываетъ слышенъ далѣе 4—5 миль, тогда-какъ громъ орудій раздается на значительно большее разстояніе, а между-тѣмъ вблизи ударъ грома производитъ несравненно чувствительнѣйшее сотрясеніе, чѣмъ самый сильный пушечный выстрѣлъ; дѣйствительно, въ непогоду воздухъ дурно проводитъ звукъ; онъ охлаждается мѣстами и тѣмъ нарушается однообразіе плотности его, что препятствуетъ распространенію звука.

Въ капельно-жидкихъ тѣлахъ.

Капельныя жидкости такимъ же образомъ проводятъ звукъ. Рыбы имѣютъ слуховой органъ и подходятъ къ берегу на зовъ колокола, если ихъ приучить къ этому. Водолазы слышатъ пистолетный выстрѣлъ, произведенный надъ поверхностью воды, на глубинѣ около 12 футовъ. Ударъ камней одинъ о другой и звонъ колокола подъ водою слышенъ, какъ внѣ, такъ и внутри самой жидкости.

Въ твердыхъ тѣлахъ.

Наконецъ твердыя тѣла также проводятъ звукъ.

Опытъ а. На одинъ конецъ длиннаго стола или поло-вицы кладутся заведенные часы, и наблюдатель удаляется

отъ нихъ на столько, чтобы въ воздухѣ не слышно было болѣе ихъ стука. Если въ этомъ разстояніи приложить ухо къ поверхности стола (или половицы), то услышимъ стукъ часовъ, распространяющійся черезъ дерево; откуда слѣдуетъ, что дерево лучше проводитъ звукъ, чѣмъ воздухъ.

Опытъ b. Къ одному концу нити привязывается серебряная ложка, а другой ея конецъ удерживается зубами, такъ чтобы ложка свободно висѣла на нити. Если зажать оба уха и движеніемъ верхней части тѣла заставить ложку удариться о столъ, то услышимъ сильный звукъ, подобный звону колокола. При этомъ однакожь звукъ могъ достигнуть лабиринта и слухового нерва, только черезъ твердые тѣла, нить, зубы и кости головы.

Такъ слышать даже глухіе, если только лабиринтъ и слуховой нервъ не потеряли свей дѣятельности; для этого имъ стоитъ только одинъ конецъ палочки прижать къ фортепьянной доскѣ, а другой къ зубамъ или вискамъ. Топотъ при движеніи войскъ, и въ-особенности кавалеріи, можно услышать съ дальнѣйшаго разстоянія, если принасть ухомъ къ землѣ. Въ рудникахъ, рабочіе слышатъ черезъ камень удары работающих въ сосѣдствѣ товарищей. Осажденные въ крѣпости, желая противодѣйствовать непріятельскимъ работамъ контръ-минами, выставляютъ часовыхъ на концахъ минныхъ галлерей; часовые эти выслушиваютъ оттуда работающаго подъ землею непріятеля; звукъ проходитъ такимъ-образомъ черезъ почву и обнаруживается сотрясеніемъ горошинъ, разсыпанныхъ на кожѣ бараба-

на; сотрясеніе сообщается здѣсь только черезъ твердыя тѣла.

Законъ: *Звукъ распространяется въ газообразныхъ, капельножидкихъ и твердыхъ упругихъ тѣлахъ, и каждое тѣло тѣмъ лучше проводитъ звукъ, чѣмъ оно плотнѣе, однообразнѣе и болѣе упруго.*

Опытъ с. Повторяють опытъ *а*, съ тою только разницею, что часы не кладутся непосредственно на столъ, но между ними и столомъ помѣщается толстый слой ваты, кусокъ матеріи или лайковая перчатка. Тогда ухо, помѣщенное на другомъ концѣ стола, не услышитъ болѣе стука часовъ; откуда слѣдуетъ, что неоднобразныя скважистыя тѣла, какъ то: сукно, мѣхъ, шерсть, хлопчатая бумага, перья, опилки, дурно проводятъ звукъ и значительно ослабляютъ его. Дѣйствительно, въ этихъ тѣлахъ звуковая волна, переходя изъ твердаго слоя въ замкнутый слой воздуха, будетъ раздроблена неровностями заключающихся въ немъ твердыхъ частицъ, , значительно ослабѣвъ, пойдетъ ко второму твердому слою; это раздробленіе и ослабленіе звуковой волны повторяется при каждомъ послѣдующемъ переходѣ къ новому слою, и можетъ имѣть слѣдствіемъ совершенное уничтоженіе ея.

Сила звука.

275. Сила звука. Сила доходящаго до насъ звука зависитъ не только отъ качества тѣла, проводящаго звукъ къ нашему уху, и длины пробѣгаемаго имъ пространства, но также и отъ силы колебаній, порождающихъ звукъ.

**Ослабленіе
силы звука съ
увеличеніемъ**

Пистолетный выстрѣлъ, произведенный въ большомъ разстояніи, будетъ слышенъ гораздо слабѣе, чѣмъ

вблизи; слово ясно слышно только на маломъ разсто-
яніи. По этому, сила звука будетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ
мѣньшее пространство проводящаго тѣла долженъ онъ
пробѣжать, или чѣмъ короче проводникъ. Чѣмъ бо-
лѣе расходятся водяныя волны, распространяющіяся
отъ одной точки, тѣмъ незначительнѣе становятся
онѣ, и наконецъ совершенно расплываются, такъ что
мы ихъ болѣе не замѣчаемъ. Шарообразныя волны
воздуха, распространяющіяся отъ мѣста происхожде-
нія звука, производятъ, по мѣрѣ своего удаленія, мѣнь-
шее сгущеніе и разрѣженіе воздуха, пока наконецъ
звуковыя волны совершенно расплывутся, и ближай-
шія частицы воздуха уже не въ состояніи будутъ за-
мѣтнымъ образомъ придти въ движеніе.

Колебанія также могутъ имѣть столь малую силу, Слабый звукъ
что производимый ими звукъ будетъ очень слабъ. Сила при слабыхъ
колебаній возрастаетъ съ увеличеніемъ колеблющейся колебаніяхъ.
массы, равно какъ и съ возрастаніемъ длины качаній
(§ 16). Длинный кнутъ хлопаетъ сильнѣе, чѣмъ ко-
роткій, причемъ колеблется бѣлая масса и приво-
дится въ движеніе бѣлое количество воздуха; бѣлой
колоколь заглушаетъ звукъ малаго; при пушеч-
номъ выстрѣлѣ, бѣлая масса воздуха приходитъ въ
сотрясеніе, нежели при ружейномъ или пистолетномъ.
При сильномъ ударѣ по столу, частицы дерева совер-
шаютъ бѣлыя колебанія, какъ показываетъ сотрясе-
ніе лежащихъ на немъ тѣлъ; капли дождя, падающія
съ бѣлой высоты, производятъ бѣлыя волны на
поверхности воды, и вмѣстѣ съ тѣмъ возбуждаютъ
сильнѣйшій звукъ; такимъ-образомъ тѣло, совершаю-
щее бѣлыя колебанія, распространяетъ отъ себя силь-

нѣйшія звуковыя волны, которыя доносятъ извѣстіе о томъ къ нашему уху.

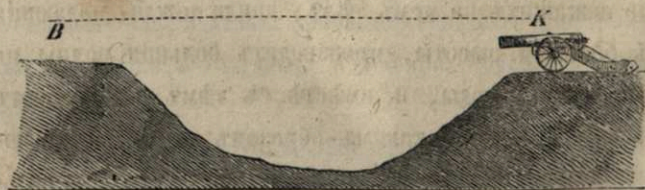
Законъ: Сила звука зависитъ частію отъ свойства и длины проводника, частію отъ силы колебаній, порождающихъ звукъ.

Скорость
звука.

276. Скорость звука. Звуковыя волны употребляютъ нѣкоторое время для того, чтобы отъ мѣста своего происхожденія достигнуть какого-либо другаго мѣста. Если съ возможно большаго удаленія увидать паденіе молота, каменолома или топора плотника, то самый ударъ будетъ слышенъ нѣсколько поздиѣ; свѣтъ мгновенно достигаетъ глаза наблюдателя, тогда-какъ звукъ употребляетъ на это нѣкоторое время. Если съ значительнаго разстоянія замѣтна вспышка пороха въ непріятельскомъ орудіи, то можно избѣжать угрожающей опасности, скрывшись тотчасъ за валъ. Если изъ окна верхняго этажа можно одновременно видѣть весь марширующій полкъ, то замѣтимъ, что послѣднія шеренги опускаютъ ногу поздиѣ, нежели переднія, хотя всѣ онѣ идутъ подъ тактъ одного и того же барабана; къ заднимъ, звукъ достигаетъ поздиѣ, поэтому онѣ совершаютъ движеніе неодновременно съ первыми, и въ цѣломъ представляется волнообразный видъ.

Скорость звука въ воздухѣ измѣрена была многочисленными опытами, причемъ выстрѣлъ производился изъ

фиг. 261.



орудія на большомъ измѣренномъ разстояніи, и съ точностью наблюдался промежутокъ времени, протекшій между воспламененіемъ пороха и послѣдовавшимъ за нимъ ударомъ. Для этого избираются два пункта, *K* и *B*, на разстояніи нѣсколькихъ верстъ одинъ отъ другаго, изъ которыхъ одинъ могъ быть ясно обозрѣваемъ помощію зрительной трубы съ другаго пункта. На одномъ изъ нихъ устанавливается орудіе, а на другомъ находится наблюдатель, съ зрительною трубою и точно вывѣренными секундными часами. Для произведенія опыта избирается ясная и тихая ночь, въ промежуткахъ отъ 5 до 5 минутъ долженъ производиться выстрѣлъ и наблюдатель въ *B* замѣчаетъ сколько времени протекло по его часамъ отъ воспламененія пороха до слѣдующаго за тѣмъ удара. Такъ-какъ явленіе свѣта замѣчается въ тотъ же самый моментъ, то наблюденное время было употреблено звукомъ, чтобы пройти пространство *BK*, заключающееся между двумя избранными пунктами. При одномъ изъ такихъ опытовъ разстояніе между обоими пунктами было 57200 париж. футовъ (60962 англ. или русск. фута), и промежутокъ времени, заключающійся между вспышкою и ударомъ, равнялся 55 секундамъ; отсюда слѣдовало, что звукъ пробѣжалъ въ 55 секундъ 57200 париж. футовъ, (60962 англ. или русск. фута,) а въ одну секунду $\frac{57200}{55} = 1040$ париж. футовъ (1108 англ. или русск. футовъ).

Скорость звука въ воздухѣ достигаетъ 1040 парижскихъ (1108 англійскихъ или русскихъ) футовъ въ одну секунду. Это число получается при средней температурѣ 8° Реомюра; при высшей температурѣ,

скорость звука возрастаетъ двумя футами на каждый градусъ, при нисшей — она уменьшается.

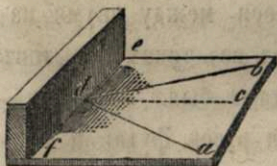
Зная скорость звука, можно по выстрѣлу съ корабля судить объ его разстояніи, для этого стоитъ только замѣтить время появленія звука и свѣта; по промежутку времени между молніей и громомъ можно заключить о разстояніи грозы (§ 197).

Отраженіе
звука.

277. Отраженіе звука. Если звуковыя волны, при распространеніи ихъ въ воздухъ, встрѣтятъ болѣе плотное тѣло, то онѣ отразятся отъ него. Отраженіе звука происходитъ подобнымъ же образомъ, какъ и отраженіе твердыхъ упругихъ тѣлъ и водяныхъ волнъ.

Опытъ а. Столъ придвигается плотно къ стѣнѣ или на него ставится вертикально толстая доска или книга.

Фиг. 262.



мѣститъ на поверхности стола въ точкѣ *a*, и ударить его въ косвенномъ направленіи, такъ чтобы онъ коснулся стѣны въ точкѣ *d*, то шаръ отразится отъ нея и новое его направленіе *db* отклонится отъ стѣны по

другую сторону на столько же, на сколько и прежнее его направленіе *ad*. Уголъ, подъ которымъ шаръ отражается отъ стѣны, равенъ углу, подъ которымъ онъ падаетъ на нее.

Далѣе, если шаръ будетъ двигаться отъ точки *c* и встрѣтитъ стѣну подъ прямымъ угломъ, то онъ отразится въ томъ же направленіи *dc* и возвратится снова на тотъ пунктъ, отъ котораго началъ движеніе.

Подобнымъ же образомъ звуковая волна, идущая

отъ *a* и встрѣчающая твердую поверхность подъ нѣ-
которымъ угломъ въ точкѣ *d*, должна отразиться по
косвенному направленію *db*. Если же звуковая волна
выходитъ изъ точки *c* и встрѣчаетъ стѣну подъ пря-
мымъ угломъ, то она возвратится по тому же направле-
нію къ мѣсту своего происхожденія.

Опытъ b. Наполняютъ водой такой сосудъ, чтобы
поверхность ея представляла приблизительно кругъ.
Пусть въ середину ея падаетъ капля воды, тогда про-
изведенныя ею волны расположатся кругомъ центра и
распространятся до стѣнокъ сосуда; но потомъ, отра-
зившись отъ нихъ, возвратятся со всѣхъ сторонъ на-
задъ, и, соединясь вмѣстѣ, прежде чѣмъ совершенно
расплывутся, произведутъ возвышеніе воды въ середи-
нѣ ея поверхности.

фиг. 263.

Отраженіе звуковыхъ
волнъ производитъ усиле-
ніе звука въ запертомъ
пространствѣ,—отголосокъ
и эхо.



Усиленіе
звука посред-
ствомъ отра-
женія.

1) Въ обыкновенной комнатѣ, по причинѣ малаго уда-
ленія стѣнъ относительно скорости звука, волны дости-
гаютъ къ нашему уху въ одно время съ непосредствен-
но доходящими до насъ колебаніями и производятъ та-
кимъ-образомъ усиленіе звука; по этому-то разговари-
вающіе въ комнатѣ легче понимаютъ другъ друга, не-
жели на воздухѣ.

2) Въ пустыхъ залахъ и церквахъ, стѣны которыхъ
достаточно удалены отъ мѣста происхожденія звука,
не далѣе впрочемъ 61½ фута, отраженные отъ стѣнъ
звуковыя волны достигаютъ къ нашему уху замѣтно

Отголосокъ.

позднѣе, нежели доходящія до насъ непосредственно. Конецъ послѣднихъ совпадаетъ съ началомъ отраженныхъ звуковыхъ волнъ, черезъ что происходитъ частію такое усиленіе звука, которое дѣлаетъ его невнятнымъ, частію удлинненіе его. Отраженные звуковыя волны, совпадающія частію съ непосредственно идущими къ намъ, образуютъ отголосокъ. Въ подобныхъ случаяхъ стараются устранить отголосокъ, препятствующій ясности звука, оклѣвая стѣны неупругими тѣлами, каковы обои и матеріи, которыя отражаютъ звукъ въ весьма маломъ количествѣ, или покрывая ихъ лѣпной работой, которая разрываетъ ударяющіяся о нее звуковыя волны.

Эхо.

3) Эхо произойдетъ тогда, когда звукъ отразится отъ стѣны, удаленной на $61\frac{1}{2}$ и болѣе футовъ. Нетолько каменная стѣна или дерева удаленнаго лѣса производятъ эхо, но также и натянутый парусъ или высокая волна отражаютъ на морѣ звукъ ружейнаго выстрѣла. Ухо наше въ одну секунду можетъ различить не болѣе 9 слоговъ; это данное вмѣстѣ со скоростью звука ведетъ къ заключенію, что эхо можетъ произойти только тогда, когда отражающая стѣна удалена по крайней-мѣрѣ на $61\frac{1}{2}$ футъ; если между первымъ и слѣдующимъ за нимъ вторымъ звукомъ проходитъ менѣе $\frac{1}{9}$ секунды, то оба они сливаются въ одинъ сложный звукъ. Между-тѣмъ эхо должно совершенно ясно различаться отъ первоначальнаго звука, а потому между ними должна протекать по крайней-мѣрѣ $\frac{1}{9}$ секунды. Такимъ-образомъ удаленіе отражающей стѣны должно быть по меньшей мѣрѣ такъ велико, чтобы звуковыя волны употребляли не менѣе $\frac{1}{9}$ секунды на свое движеніе къ ней и обратно.

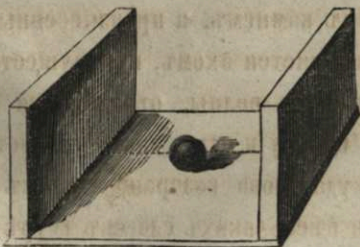
Но для своего движенія до стѣны звукъ долженъ употребить $\frac{1}{18}$ секунды; въ это время онъ пробѣгаетъ $\frac{1108}{18} = 61\frac{1}{2}$ футовъ. Слѣдовательно стѣна, находящаяся ближе $61\frac{1}{2}$ фута, можетъ произвести только отголосокъ, но не эхо.

Когда отражающая стѣна удалена на $61\frac{1}{2}$ фута, то эхо нѣсколь-
эхо повторяетъ одинъ разъ только одинъ слогъ, если ко слоговъ.
же произнести одинъ за другимъ нѣсколько слоговъ, то эхо перваго совпадетъ со вторымъ слогомъ и не будетъ слышно. Чтобы эхо повторяло одинъ разъ, два или три слога, стѣна должна быть удалена на двойное или тройное разстоянiе. Въ паркѣ англійскаго замка Вудстокъ, эхо ясно повторяетъ одинъ за другимъ 17 слоговъ; развалины Деренбурга, близъ Гальберштата, были нѣкогда извѣстны своимъ эхомъ, которое повторяло 17 слоговъ, и прекратилось съ тѣхъ поръ, какъ стѣна крѣпости разрушилась.

Эхо повторяетъ звукъ болѣе нежели одинъ разъ, когда онъ отражается отъ нѣсколькихъ стѣнъ, противоположныхъ или примыкающихъ одна къ другой. Въ слѣдующемъ опытѣ можно видѣть повторяемыя нѣсколько разъ отраженія отъ двухъ противоположныхъ стѣнъ. Многократное эхо.

Опытъ с. Упругій шаръ изъ слоновой кости, или еще лучше резиновый мячикъ, кладется или вѣшается надъ столомъ, между двумя досками или толстыми книгами, перпендикулярно поставленными

фиг. 264.



другъ противъ друга. Если шаръ ударится съ достаточною силою объ одну изъ досокъ, то, отразясь отъ нея, онъ ударится о другую, отъ которой снова отразится, и такое отраженіе можетъ повториться нѣсколько разъ.

Такъ, если двѣ противоположныя стѣны находятся въ достаточномъ удаленіи одна отъ другой, и между ними произойдетъ звукъ, то звуковыя волны отразятся отъ лѣвой стѣны, донесутъ до насъ первое эхо, и, пройдя мимо уха, ударятся о правую стѣну; возвращаясь отъ нея, онѣ производятъ эхо во второй разъ и продолжаютъ двигаться взадъ и впередъ между противоположными стѣнами до-тѣхъ-поръ, пока будутъ ослаблены до такой степени, что ухо не въ состояніи будетъ болѣе воспринимать звука. Въ обширномъ и мрачномъ замкѣ Симонетта, въ двухъ часахъ отъ Милана, есть двѣ равныя боковыя постройки, въ которыхъ почти нѣтъ оконъ на дворъ, и между ними эхо 40 разъ повторяетъ слогъ, произнесенный изъ окна главнаго строенія. Близъ Обервезеля на Рейнѣ односложное слово отражается яснымъ образомъ 17 разъ двумя противоположными скалами. На круглой королевской площади Касселя, окружающіе ее дома образуютъ отражающую стѣну; центръ круга обозначается звѣздой, вымощенной бѣлымъ камнемъ, и произнесенный отсюда слогъ 9 разъ повторяется эхомъ, преимущественно въ тишинѣ ночи; звуковыя волны, отраженные домами, возвращаются къ центру и идутъ далѣе къ противоположнымъ домамъ, откуда снова возвращаются къ центру. Многократное эхо нѣсколькихъ слоговъ встрѣчается очень рѣдко. Въ

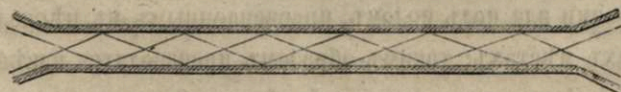
Богеміи, при Адербасхѣ, возвышается группа скалъ, числомъ до тысячи; растрескавшійся камень обозначаетъ на лугу, при входѣ въ такъ-называемое море скалъ, то мѣсто, откуда 7 слоговъ или 7 тоновъ охотничьяго рога повторяются 3 раза, сначала весьма сильно, потомъ слабѣе и слабѣе, но все-еще совершенно ясно.

278. Инструменты, устройство которыхъ основано на отраженіи звука. На отраженіи звука основывается устройство звуковой трубы, говорной трубы, слуховой трубы и звуковаго свода.

а. *Звуковая труба*, имѣющая цѣлью передавать звукъ на значительное разстояніе, имѣетъ одинаковую ширину по всей своей длинѣ, открыта съ обѣихъ концовъ и снабжена воронкообразными мундштуками. Она дѣлаетъ

Звуковая
труба.

фиг. 265.



ся изъ жести, или гутта-перчи, толщиною въ палецъ. Въ одинъ конецъ ея произносятся слова, а близъ другаго слушаютъ. Звуковыя волны удерживаются въ совокупности стѣнками трубы, причемъ вмѣстѣ съ тѣмъ многократное отраженіе пренятствуетъ имъ распространяются въ стороны; по этому слова, произнесенныя на одномъ концѣ, достигнуть другаго почти безъ всякаго уменьшенія силы звука. Въ Парижѣ, при устройствѣ водопровода, длиною около версты, найдено было, что въ ночное время слово, произнесенное даже весьма тихо, могло быть ясно разслышано на другомъ концѣ водопровода. Такая труба преимущественно употреб-

водопроводъ
и др.

ляется на корабляхъ и въ длинныхъ фабричныхъ строеніяхъ. На корабляхъ проводятъ ее изъ каюты капитана къ марсеу, чтобы получать извѣстія отъ находящагося тамъ часового и передавать ему приказанія. Въ обширныхъ фабричныхъ строеніяхъ подобною же трубою нерѣдко соединяются значительно удаленныя мастерскія рабочихъ съ мѣстомъ нахождения главнаго мастера, тѣмъ избѣгается излишняя потеря времени, необходимаго для перехода отъ одного мѣста къ другому. Для устройства предсказывающихъ куколъ, фигляры пользуются трубою, которая ведетъ отъ рта куклы черезъ ея внутренность и ножки стула подъ полъ, откуда скрытно выходитъ въ сосѣднюю комнату, гдѣ товарищъ фокусника слышитъ предлагаемые вопросы и отвѣчаетъ на нихъ; кукла эта можетъ быть совершенно устраниена, а отверстіе трубы скрыто за обоями или подъ поломъ, просверленнымъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ; такимъ-образомъ производится извѣстный фокусъ съ невидимой дѣвушкой, голосъ которой между тѣмъ ясно слышенъ.

Говорная
труба.

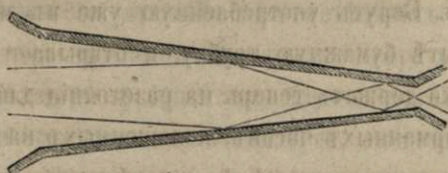
в. Говорная труба.

Опытъ. На подоконникъ кладутся одинъ на другой три или четыре листочка бумаги и на нихъ карманные часы и испытываютъ, на какое разстояніе нужно удалиться отъ часовъ на одной высотѣ съ ними, чтобы стукъ ихъ былъ еще слышенъ. Потомъ свертываютъ изъ листа писчей бумаги трубку, узкій конецъ которой плотно зажимается, а другой болѣе широкій конецъ оставляется открытымъ. Въ эту трубку опускаются часы, такъ чтобы они лежали въ узкомъ концѣ ея, который снова кладется на подоконникъ. Открытый ко-

нецъ трубки направляется внутрь комнаты, тогда въ направленіи ея, стукъ часовъ будетъ слышенъ гораздо далѣе. Звуковыя волны отражаются въ этомъ случаѣ стѣнками трубки такимъ-образомъ, что все онѣ пойдутъ внутри ея въ одномъ и томъ же направленіи.

Говорная труба имѣетъ по концамъ 2 неровныя отверстія, болѣе узкое изъ нихъ снабжено мундштукомъ, и назначается для принятія волнъ, идущихъ изо рта.

Фиг. 266.



Длина говорной трубы обыкновенно бываетъ 6 футовъ; поперечникъ узкаго конца 2 дюйма, широкаго 6—10 дюймовъ; она готовится изъ жести или покрытой лакомъ папки. Говорная труба имѣетъ цѣлью удерживать въ совокупности звуковыя волны во время ихъ движенія въ свободномъ воздухѣ, чтобы произнесенное слово слышно было на нѣкоторомъ удаленіи. По причинѣ ея особенной формы, представляющей усѣченный конусъ, все звуковыя волны, падающія на внутреннія стѣнки трубы, отразившись нѣсколько разъ, принимаютъ почти одно и то же направленіе; пройдя почти одинаковое разстояніе, онѣ вступаютъ въ свободный воздухъ и вмѣстѣ продолжаютъ свой путь, подобно рѣкѣ изливающейся въ море. Говорная труба употребляется на кораблѣ, когда нужно передать какое нибудь извѣстіе экипажу другаго корабля, находящагося въ нѣкоторомъ разстояніи; сильный человѣческій голосъ она

Слуховая
труба.

доносить еще чувствительно на $\frac{1}{2}$ мили. Говорная труба изобрѣтена Мореландомъ, въ Англіи, въ 1670 году.

с. *Слуховая труба*, обороченная маленькая говорная труба, состоитъ изъ воронки, въ которую произносятся слова, и прикрѣпленной къ ней гибкой трубки. Звукъ усиливается ею, потому-что воронка принимаетъ большее количество звуковыхъ волнъ, которыя сгущаются въ узкой трубкѣ и производятъ болѣе сильное давленіе на ухо.

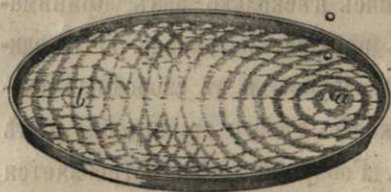
Опытъ. Берутъ употребленную уже въ предъидущемъ опытѣ бумажную трубку, и открываютъ оба ея конца. Ухо держатъ теперь на разстояніи длины трубки отъ карманныхъ часовъ, положенныхъ на ватъ или другомъ скважистомъ тѣлѣ, и замѣчаютъ силу стука ихъ на этомъ разстояніи, не прибѣгая къ помощи трубы. Потомъ прикладываютъ широкій конецъ ея непосредственно къ часамъ, а узкій къ уху. Стукъ тогда окажется сильнѣе, чѣмъ былъ прежде.

Звуковой
сводъ.

д. *Звуковой сводъ.*

Опытъ. Наполняютъ водою тазъ овальной формы. Въ большей части случаевъ верхнее основаніе такого таза имѣетъ форму эллипса. Въ эллипсѣ находятся двѣ

фиг. 267.



замѣчательныя точки *a* и *b*, которыя называются фокусами. Если въ одинъ фокусъ опустить съ палочки каплю воды, то происшедшія отъ нея волны

распространятся во все стороны и достигнутъ стѣнокъ таза и отразившись отъ нихъ, произведутъ возвыше-

ніе воды въ другомъ фокусѣ. При нѣкоторомъ вниманіи, легко найти фокусы, опуская капли въ разныхъ точкахъ. Волны, произведенныя въ данномъ фокусѣ эллипса, отражаются къ другому его фокусу.

Такимъ-образомъ, если устроенъ будетъ сводъ, имѣющій форму эллипса, и найдены будутъ два его фокуса, то звуковыя волны, происшедшія въ одномъ изъ нихъ, по отраженіи соберутся и тамъ могутъ быть услышаны, тогда какъ въ промежуточныхъ точкахъ нельзя замѣтить никакого звука. Къ знаменитѣйшимъ сводамъ подобнаго рода принадлежатъ куполы Петра въ Римѣ, Павла въ Лондонѣ и одной изъ церквей въ Глочестерѣ, внутри куполовъ идутъ галлерей, въ которыхъ и находятся фокусы, удаленные болѣе ста футовъ одинъ отъ другаго; стукъ карманныхъ часовъ въ одномъ фокусѣ ясно слышенъ въ другомъ. Въ Гиргентскомъ соборѣ, на островѣ Сициліи, ясно слышно позади престола все то, что говорится въ западномъ порталѣ, близъ исповѣднаго стула; впоследствии это было обнаружено и исповѣдный стулъ перенесенъ на другое мѣсто. Въ Парижской консерваторіи искусствъ находится залъ съ эллиптическимъ сводомъ, въ одномъ углу котораго можно ясно различать слова, произносимыя въ другомъ углу, тогда какъ въ серединѣ зала они едва слышны.

Въ древности существовалъ знаменитѣйшій сводъ подобнаго рода въ сиракузскихъ каменоломняхъ, такъ называемое «Ухо Діонисія», который въ настоящее время уже разрушился; сюда приводили плѣнныхъ и такимъ образомъ разговоръ ихъ могъ быть слышенъ въ значительно удаленной комнатѣ.

СЛОЖНЫЙ ЗВУКЪ.

Неправильно
по сложный
звукъ.

279. Неправильно сложный звукъ, или шумъ. Простой звукъ производится однимъ колебаніемъ и распространяется до уха однимъ рядомъ волнъ. Но часто нѣсколько звуковъ столь быстро слѣдуютъ одинъ за другимъ, что ухо не можетъ раздѣлить ихъ, но воспринимаетъ ихъ все вмѣстѣ, какъ нѣчто цѣлое.

Опытъ а. Одна песчинка, падая на бумагу, производитъ простой звукъ, но если большое количество песчинокъ будетъ падать одна за другой, то произойдетъ шумъ. Вторая падающая песчинка производитъ второй, третья—третій простой звукъ, но эти звуки слѣдуютъ такъ быстро одинъ за другимъ, что сливаются въ одинъ сложный звукъ. Какъ при этомъ отдѣльныя песчинки неравной величины падаютъ на различныя точки бумаги, то и происходящія отъ того колебанія неравны одно другому. Сверхъ-того, при безпорядочномъ паденіи песка, протекаетъ не одинаковое время между происхожденіемъ слѣдующихъ одинъ за другимъ простыхъ звуковъ; а потому рядъ этихъ звуковъ будетъ вполне неправиленъ, относительно качества и продолжительности отдѣльныхъ колебаній. Такой неправильный сложный звукъ обыкновенно называется шумомъ.

Опытъ б. Если опустить на столъ съ нѣкоторой высоты палочку (карандашъ) или шаръ, то услышимъ простой звукъ въ то самое мгновеніе, когда тѣло коснется поверхности стола. Но если сдѣлать нѣсколько ударовъ по поверхности стола, такъ, чтобы разныя части

ея быстро приведены были въ сотрясеніе одна за другой, то произойдетъ неправильный рядъ простыхъ звуковъ и ухо услышитъ шумъ, который называется стукомъ.

Соприкосновеніе острія иглы съ какимъ-нибудь твердымъ предметомъ производитъ простой звукъ, при движеніи же по немъ остріе *царапаетъ*; острое перо, быстро сотрясающее одна за другой различныя части бумаги, *скрипитъ*. Скрипъ колесъ, звонъ разбитаго стекла, причемъ то та, то другая часть его приходитъ въ сотрясеніе; стукъ экипажа, ѣдущаго по мостовой; шипѣніе быстро расширяющагося пара, который образуется при погруженіи въ воду накаленного желѣза и ударяетъ при этомъ о частицы воды; свистъ и завываніе вѣтра при встрѣчѣ имъ твердыхъ тѣлъ; шелестъ неправильно движимыхъ листьевъ; журчаніе ручейка; раскаты грома или отдаленныхъ ружейныхъ залповъ; вотъ нѣсколько примѣровъ шума, или неправильно сложнаго звука.

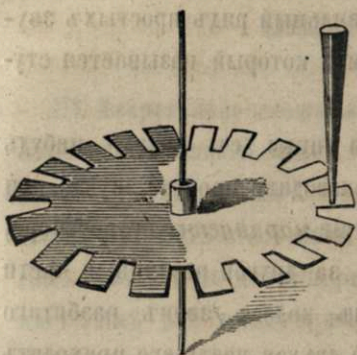
200. Правильный сложный звукъ, или тонъ.

Правильной
сложный
звукъ.

Опытъ. Изъ тонкаго гладкаго картона вырѣзывается кругъ, отъ 6 до 12 дюймовъ въ діаметрѣ. Окружность круга дѣлится на 24 равныя части, и каждая изъ нихъ дѣлится въ свою очередь на 2 неравныя части, мѣншая вырѣзывается, а бѣлая остается. Такимъ-образомъ произойдетъ зубчатое колесо, зубцы котораго шире промежутковъ между ними. Они равно удалены одинъ отъ другаго и въ направленіи радіуса круга имѣютъ одинаковую длину, нѣсколько болѣе полудюйма. Такимъ-образомъ приготовленное зубчатое колесо насаживается на нижнюю часть вязальной спицы и укрѣп-

Фиг. 268.

Сирена.



ляется посредством пробокъ, надѣтыхъ на нее сверху и снизу. Спица ставится на столъ вертикально, пожалуй обезпечивается еще отъ движеній въ стороны, какъ въ § 323, и приводится въ вращательное движеніе.

Далѣе, берется маленькая трубка, нижнее отверстіе которой нѣсколько менѣе, нежели промежутки между зубцами; такую трубку можно свернуть изъ писчей бумаги. Аппаратъ этотъ есть простѣйшій видъ сирены.

Далѣе, кругъ приводится въ равномерное вращательное движеніе, и въ трубочку вдвухается воздухъ, причемъ она держится вертикально надъ кругомъ, близь его края. Какъ-скоро промежутокъ между зубцами будетъ находиться подъ трубочкой, то стремящійся черезъ нее потокъ сгуститъ воздухъ ниже колеса. Потомъ зубецъ круга подходит подъ отверстіе трубочки, потокъ воздуха будетъ прерванъ, и сгущенный воздухъ подъ зубцомъ разрѣжается. Поэтому, сколько разъ промежутки между зубцами проходятъ подъ трубочкой, столько же разъ происходитъ сгущеніе и разрѣженіе воздуха, движеніе его взадъ и впередъ. Такое движеніе взадъ и впередъ вмѣстѣ называется въ ученіи о звукѣ—двойнымъ колебаніемъ (или просто колебаніемъ), тогда-какъ въ маятникѣ подобное движеніе, по § 63, считается за два качанія. Если кругъ будетъ вращаться достаточно быстро, то мы услышимъ тонъ, который при извѣстной

скорости вращенія имѣеть опредѣленную высоту. Опытъ показываетъ, что тонъ есть сложный звукъ, производимый не однимъ колебаніемъ, но нѣкоторымъ числомъ колебаній, быстро слѣдующихъ одно за другимъ; эти колебанія происходятъ на одномъ и томъ же мѣстѣ, продолжаются одинаковое время, потому-что промежутки между зубцами сирены равны между собой, и слѣдуютъ одно за другимъ въ одинаковыхъ промежуткахъ, потому-что зубцы имѣютъ равную ширину.

Тонъ есть правильный сложный звукъ, и происходитъ вслѣдствіе быстраго правильного повторенія простыхъ звуковъ, которые ухо воспринимаетъ, какъ нѣчто цѣлое.

281. Высота тона и музыкальная азбука.

Высота тона.

Опытъ. Если обращать съ большею скоростью приготовленную для предъидущаго опыта сирену, такъ чтобы въ то же самое время происходило большее число колебаній, то услышимъ высшій тонъ. При увеличеніи скорости вращенія, тонъ будетъ еще болѣе повышаться. Одно и то же число колебаній, въ одинаковое время, производитъ всегда одинаковый тонъ.

Законъ: Тонъ будетъ тѣмъ выше, чѣмъ больше число его колебаній.

Чтобы найти число колебаній для различныхъ тоновъ, прикрѣпляютъ зубчатый кругъ къ меньшему колесу безконечнаго шнура (§ 49), тогда какъ большое его колесо вращаютъ посредствомъ рукоятки. На общую ось меньшаго колеса и сирены насаживается еще новое колесо съ малымъ числомъ зубцовъ, которое сцепляется съ другимъ большимъ колесомъ; ось послѣдняго имѣеть стрѣлку (цейгеръ) движущуюся надъ раздѣ-

леннымъ кругомъ. Такимъ-образомъ стрѣлка будетъ двигаться медленнѣе нежели самая сирена, а потому можно легко счесть число ея оборотовъ и отсюда уже, по числу зубцовъ, найти число оборотовъ, которое дѣлаетъ сирена въ извѣстное время. Но при каждомъ обращеніи сирены, воздухъ совершаетъ столько же двойныхъ колебаній, сколько она имѣетъ зубцовъ. Вотъ важнѣйшія данныя, извлеченныя изъ опытовъ съ сиреною.

a. Самый низкій тонъ, употребляемый въ музыкѣ, Subcontra-C, который лежитъ двумя октавами ниже большаго, самого низкаго C фортепьянъ, имѣетъ 16 двойныхъ колебаній въ секунду. Рѣдко употребляются высшіе тоны, нежели C съ пятью чертами наверху, которому соотвѣтствуетъ 4096 колебаній. Между этими тонами находится 8 октавъ.

b. Октава какого либо тона производится двойнымъ числомъ колебаній. Каждый тонъ носитъ свое названіе, которое, для каждаго тона, согласуется съ древнимъ знакомъ его. Дѣйствительно, прежде нежели былъ изобрѣтенъ нынѣшній способъ писать ноты, ихъ изображали безъ линеекъ, большими и малыми латинскими буквами съ штрихами вверху и внизу. Самый низкій тонъ органа Subcontra-C, C, имѣетъ для высшей октавы Contra-C съ 32 двойными колебаніями. Далѣе слѣдуетъ большое C съ 64, малое c съ 128, малое c съ однимъ штрихомъ вверху $\bar{c}$, съ 256, малое c съ двумя штрихами наверху, $\bar{\bar{c}}$, съ 512 и c съ пятью штрихами наверху $\bar{\bar{\bar{\bar{\bar{c}}}}}$, съ 4096 двойными колебаніями въ одну секунду.

C c $\overline{c}$ $\overline{\overline{c}}$ $\overline{\overline{\overline{c}}}$ $\overline{\overline{\overline{\overline{c}}}}$
 октава.....

Большое С.	Малое с.	с съ однимъ штрихомъ наверху.	с съ двумя штрихами наверху.	с съ тремя штрихами наверху.	с съ четырьмя штрихами наверху.
64.	128.	256.	512.	1024.	2048.

Двойныхъ колебаній въ секунду.

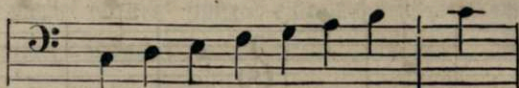
с. Тоны, лежащіе внутри октавы, образуютъ музыкальную азбуку. Въ то время, какъ с совершаетъ одно двойное колебаніе, ближайшій къ нему высшій тонъ, секунда *D*, дѣлаетъ $\frac{9}{8}$, терція *E* — $\frac{5}{4}$, какъ показываетъ слѣдующая таблица: Музыкальная азбука.

Основ- ной тонъ.	Секун- да.	Терція.	Кварта.	Квинта.	Секста.	Септима.	Октава.
------------------------	---------------	---------	---------	---------	---------	----------	---------

<i>C.</i>	<i>D.</i>	<i>E.</i>	<i>F.</i>	<i>G.</i>	<i>A.</i>	<i>H.</i>	<i>c.</i>
1.	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2.

Отсюда легко можно счесть число колебаній для каждого тона. *D* дѣлаетъ $\frac{9}{8}$ раза столько колебаній, сколько ихъ дѣлаетъ *C*; но какъ большое *C* происходитъ при 64 двойныхъ колебаніяхъ въ секунду, то для *D* находимъ $\frac{9}{8} \times 64 = 72$ двойныхъ колебаній. Октава отъ *D* должна совершать $2 \times 72 = 144$ двойныхъ колебаній. Вотъ число колебаній для малой октавы или азбука, которая начинается съ малаго *c*, какъ самаго низкаго своего тона.

<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>a</i>	<i>h</i>	<i>c</i>
128.	144.	160.	170 $\frac{2}{3}$	192.	213 $\frac{1}{3}$	240.	256.



Эти числа колебаній даютъ совершенно чистые тоны въ музыкальномъ тонѣ *c*. Но такъ-какъ желательно, чтобы можно было играть и въ другихъ музыкальных тонахъ, то тоны внутри октавы должны всѣ вмѣстѣ претерпѣвать уклоненіе отъ ихъ первоначальныхъ чиселъ колебаній, которыя впрочемъ столь малы, что ухо не можетъ уловить ихъ. Такимъ-образомъ, такъ-какъ *g* есть квинта для *c*, то и *a* должно быть квинтою для основнаго тона *d* и совершать $\frac{3}{2}$ колебанія въ то время, какъ *d* дѣлаетъ одно колебаніе; *d* соотвѣтствуетъ числу колебаній 144, поэтому *a*, какъ квинта *d*, должно имѣть $\frac{3}{2} \times 144 = 216$ колебаній, между-тѣмъ какъ оно, будучи секстой *c*, совершаетъ только $213\frac{1}{3}$ колебаній. Эта разность при настраиваніи инструмента должна быть равномернo распредѣлена по отдѣльнымъ тонамъ, такъ чтобы всѣ октавы были по возможности чисты.

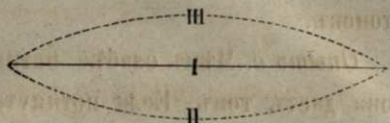
Колебанія ихъ
суть попереч-
ныя колеба-
нія.

282. Струны.

Опытъ а. Чтобы дать отвѣтъ на вопросъ, какимъ образомъ колеблется звучащая струна, можно воспользо-ваться нитью, которая качается подобнымъ же образомъ. Для этого берется льняная нить, длиною около 8 фут.; одинъ конецъ ея привязывается къ ручкѣ двери, а другой навивается на сложенный лоскутокъ бумаги такъ, чтобы удобнѣе было держать ее въ рукѣ и натягивать.

Конецъ нити, близъ руки, нажимается на спинку стула. Если другой рукой отвести середину нити внизъ и дать ей свободу, то она, сжимаясь, возвращается изъ своего согнутаго положенія,

Фиг. 269.



II, въ первоначальное положеніе покоя, I. Но по силѣ инерціи (§ 36) она не останется въ этомъ положеніи, и почти на столько же отклоняется отъ него съ уменьшающеюся скоростью, принимая положеніе III. Отсюда она снова возвращается, но не достигаетъ точно втораго положенія, по причинѣ сопротивленія воздуха. Стремясь далѣе къ ея третьему, верхнему положенію, натянутая нить начинаетъ свое второе двойное колебаніе и производитъ второй простой звукъ. Подобно качаніямъ маятника, двойныя колебанія струны слѣдуютъ одно за другимъ, въ равныхъ промежуткахъ времени, и тѣмъ причиняютъ правильное повтореніе однихъ и тѣхъ же звуковъ, которые сливаются въ одинъ тонъ. Такимъ-образомъ, колеблется струна, двигаясь правильно въ поперечномъ направленіи относительно своего первоначальнаго положенія, ея колебанія суть поперечныя колебанія.

Послѣ свойствъ колебаній струны постараемся изслѣдовать, отчего зависить высота тона, производимаго струной.

Опытъ b. Тонкая бичевка и нить, употребленная уже въ предъидущемъ опытѣ, прикрѣпляются въ маломъ разстояніи одна отъ другой; другіе концы ихъ привязываются къ палочкѣ, которая берется за середину такъ, чтобы можно было натягивать обѣ нити съ оди-

Толщина
струны.

наковой силой. Болѣе тонкая нить дастъ болѣе высокій тонъ. Тонъ натянутой нити или струны тѣмъ выше, чѣмъ она тоньше. По этому, въ инструментахъ употребляются болѣе толстыя струны для болѣе низкихъ тоновъ.

Натяженіе
струны.

Опытъ с. Чѣмъ слабѣе натянута нить, тѣмъ ниже она даетъ тонъ. Если потянуть ее сильнѣе, то тонъ будетъ выше; сильнѣйшее натягиваніе увеличиваетъ упругость, и черезъ то увеличивается число колебаній, и возвышается тонъ. Тонъ струны тѣмъ выше, чѣмъ она сильнѣе натянута. При настраиваніи инструмента, помощью колка струна натягивается сильнѣе, если тонъ ея слишкомъ низокъ.

Длина струны.

Опытъ d. При одномъ и томъ же натяженіи, нить даетъ одинаковый тонъ. Если же поставить стулъ подъ серединою нити, нажать ее на спинку, не измѣняя натяженія, и привести въ колебательное движеніе часть нити между точкою прикрѣпленія и стуломъ, то тонъ будетъ значительно выше. При этомъ нить сдѣлалась короче, откуда заключаемъ, что тонъ тѣмъ выше, чѣмъ короче струна.

Законъ: *Тонъ струны будетъ тѣмъ выше, чѣмъ она тоньше, сильнѣе натянута и короче.*

Резонансъ.

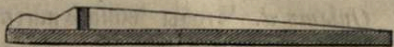
283. Распространеніе тоновъ.

Опытъ a. Карманные часы держатъ сначала въ рукахъ, а потомъ кладутъ на столъ. При этомъ они будутъ находиться въ соприкосновеніи съ деревомъ, и стукъ ихъ будетъ сильнѣе съ одинаковаго разстоянія.

Опытъ b. Натягиваютъ нить, длиной около двухъ футовъ, держа въ рукахъ концы ея, навитые на лоскутки бумаги и потомъ приводятъ нить въ колебательное

движеніе, ударяя по ней пальцемъ. Тонъ будетъ при этомъ очень слабъ. Напротивъ, если

Фиг. 270, а.



одинъ конецъ нити прижать къ краю стола, а за другою натянуть ее, нажимая этотъ конецъ также къ поверхности стола и позади лежащаго на немъ брусочка, то тонъ будетъ тогда значительно сильнѣй.

Опытъ с. Настроиваютъ двѣ сосѣднія струны скрипки такъ, чтобы онѣ издавали одинаковый тонъ и проводятъ по одной изъ нихъ смычкомъ. Другая струна будетъ издавать тотъ же самый тонъ, и колебаніе ея легко можно замѣтить, положивъ на нее сверху узкую согнутую полоску бумаги. Подобно тому, какъ здѣсь колебанія одинаково настроенныхъ струнъ сообщаются отъ одной къ другой, такимъ же образомъ сообщаются они и тѣмъ древеснымъ волокнамъ, которыя могутъ произвести одинаковый тонъ, и тѣмъ больше число послѣднихъ, тѣмъ будетъ значительнѣе усиленіе тона. Одна струна даетъ только слабый тонъ, тогда-какъ деревянная досечка, заключающая въ себѣ большое число волоконъ, много усиливаетъ его. Колебаніе вмѣстѣ съ струной значительной поверхности какого-либо тѣла, усиливающее тонъ непосредственныхъ ея колебаній, называется резонансомъ.

На этомъ основывается введеніе резонансъ-декъ во всѣ струнные музыкальные инструменты; доска эта должна быть приготовлена изъ сухаго, упругаго дерева, съ волокнами различной длины; короткія волокна помещаются большею частію подъ короткими струнами,

болѣе длинныя подѣ толстыми и болѣе длинными струнами.

Опытъ d. Чтобы обнаружить колебанія волоконъ резонансъ-деки, берутъ три щетины, которыя можно вытащить изъ щетки, и привязываютъ ихъ къ маленькой пробочкѣ, обматывая ее ниткой такъ, чтобы щетины выставились съ одной стороны ея, на равную длину, около дюйма, и образовали ножки, на которыхъ пробочка стояла бы подобно маленькому столику. Такой маленькiй снарядъ ставится на резонансъ-деку фортепьянъ; ударяя по различнымъ клавишамъ, скоро найдутъ тѣ изъ нихъ, струны которыхъ производятъ колебаніе резонансъ-деки въ томъ мѣстѣ, гдѣ находятся щетины, что и будетъ обнаружено прыганіемъ пробочки.

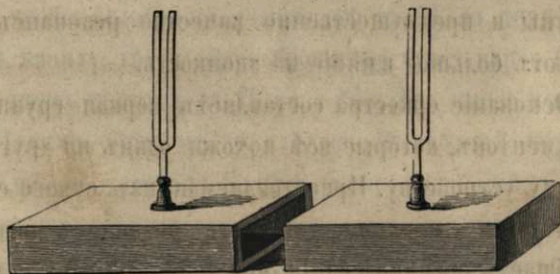
Опытъ e. Твердые тѣла, приведенныя въ колебательное движеніе, также сообщаютъ тонъ столбамъ воздуха и обратно. Сотрясеніе камертона усиливается резонансомъ дерева, если ручку его прижать къ столу; но также свернувъ изъ картона закрытую съ одного конца трубку, въ $1\frac{1}{2}$ дюйма толщиной и около 7 дюймовъ длиной, и приставивъ къ открытому концу ея ударенный камертонъ, услышатъ тотъ же самый тонъ, издаваемый столбомъ воздуха внутри трубки. Тонъ этотъ будетъ еще слышнѣе, если ручку камертона прижать къ срединѣ трубки.

Опытъ f. Два сигарные ящика, около 7 дюймовъ длиною, открываютъ съ одного изъ малыхъ боковъ ихъ. Но прежде чѣмъ они будутъ совсѣмъ сколочены, приставляютъ камертонъ къ открытому концу ящика, держа его въ рукѣ, и точно опредѣляютъ длину каж-

даго изъ нихъ, которая необходима для того, чтобы столбъ воздуха внутри ихъ издавалъ тонъ. Обѣ резонансъ-деки должны быть равной длины. Одинъ изъ ящичковъ ставится на столъ, а другой держится въ рукѣ такимъ-образомъ, чтобы открытые концы были обращены одинъ къ другому, и потомъ прижимаютъ къ послѣднему ручку удареннаго камертона. Заключенный въ немъ воздухъ колеблется вмѣстѣ съ камертономъ и сообщаетъ тонъ другому ящику, что можно замѣтить по усилению тона; при этомъ оба ящика должны находиться въ близкомъ разстояніи другъ отъ друга.

Чтобы удобнѣе произвести этотъ опытъ, приклеиваютъ къ верхней сторонѣ ящичковъ выдолбленные куски дерева, и утверждаютъ въ каждомъ изъ нихъ камертонъ. Оба они съ точностью должны издавать оди-

Фиг. 260, б.



наковый тонъ. Удержимъ одинъ изъ нихъ или лучше проведемъ по камертону смычкомъ, тогда тонъ сообщится находящемуся подъ нимъ столбу воздуха, который въ свою очередь производитъ колебанія въ воздухѣ, достаточно близкаго къ нему другаго ящика, и отсюда уже наконецъ сообщится тонъ второму камертону. Если тогда сжать рукою рожки первого камертона, то второй продолжаетъ еще ясно издавать тонъ. При

этомъ достаточно поставить ящики на толстый слой бумаги, чтобы можно было, не укрѣпляя ручекъ камертоновъ, только прижать ихъ къ верхней сторонѣ ящиковъ.

Струнные музыкальные инструменты.

284. Струнные музыкальные инструменты можно раздѣлить на три группы, смотря потому, извлекается ли звукъ смычкомъ, или пальцами, или ударомъ по клавишамъ.

Первую группу составляютъ: скрипка, віолончель, контръ-басъ, гудокъ;

вторую группу—арфа, гитара, лира;

третью группу—клавикорды, фортепьяно и флигель.

Самый способъ извлеченія тона изъ струнъ уже измѣняетъ звонкость, или тотъ особый оттѣнокъ, которыми различаются между собой равно высокіе тоны; сверхъ-того матеріалъ, изъ котораго приготовлены струны и преимущественно качество резонансъ-деки имѣютъ большое вліяніе на звонкость.

Основаніе оркестра составляетъ первая группа инструментовъ, которые все похожи одинъ на другой по своему устройству. Приготавливаемая изъ сухаго соснового дерева верхняя дека есть резонансъ-дека, она сообщаетъ свои колебанія нижней декѣ посредствомъ планочки, помѣщенной между ними. Обѣ деки имѣютъ въ серединѣ ихъ боковъ дугообразные вырѣзы, какъ для того, чтобы доставить болѣе свободы движеніямъ смычка, такъ и для того, чтобы получить волокна различной длины для различныхъ тоновъ. Это условіе опредѣляетъ также видъ отверстій резонансъ-деки, которыя необходимы, чтобы упругость спертаго воздуха не препятствовала колебаніямъ ея. При игрѣ, смычокъ

натертый канифолью, увлекаетъ струну по своему направлению, но она слѣдуетъ за нимъ только до извѣстнаго предѣла, вскорѣ она возвращается назадъ по причинѣ своей упругости, потомъ снова увлекается смычкомъ и снова возвращается въ свое первоначальное положеніе. Какъ каждый изъ инструментовъ первой группы имѣетъ только 4 струны, то остальные тоны доставляются уже хваткою; колеблющаяся струна оканчивается всегда тамъ, гдѣ палецъ прижимаетъ ее къ грифу. Если въ скрипкѣ нажать струну точно на срединѣ, такъ чтобы колебалась только половина ея, то услышимъ октаву. По § 281 октава имѣетъ двойное число колебаній; слѣдовательно и половина струны совершаетъ точно удвоенное число колебаній, соответствующее тону цѣлой струны. Пусть струна будетъ укорочена подобнымъ же образомъ на треть своей длины, такъ чтобы колебались только двѣ трети ея, тогда она дастъ квинту; трети струны соответствуетъ втрое большее, двумъ третямъ въ $\frac{3}{2}$ раза большее число колебаній. Такимъ-образомъ въ слѣдующей таблицѣ верхній рядъ чиселъ даетъ по § 281 числа колебаній, а нижній длины колеблющихся струнъ, которыя выражаются обратными дробями, представляющими число колебаній.

	C.	D.	E.	F.	G.	A.	H.	c.
Число колебаній.	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{55}{8}$	2.
Длины струнъ	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$.

285. Въ струнныхъ инструментахъ тоны производятся колеблющимися линиями, во второмъ же родѣ музыкальныхъ инструментовъ пользуются для той же цѣли поверхностями, которыя ударомъ приводятся въ колебательное движеніе. Къ такого рода инструментамъ

принадлежать: барабанъ и литавры, тарелки и колокольчики.

Издающія
тонъ пере-
понки.

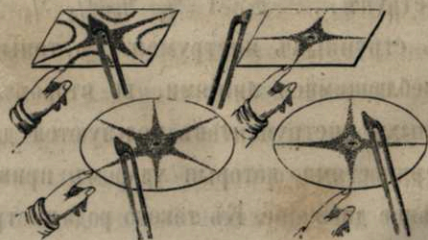
Перепонка изъ кожи какого-либо животнаго, натянутая на барабанъ, совершаетъ поперечныя колебанія, какъ нераздѣльное цѣлое. Меньшая изъ двухъ литавръ, подобно короткой струнѣ, даетъ болѣе высокій тонъ и именно *c*, тогда когда большая издаетъ тонъ *G*; настраиваніе производится здѣсь болѣшимъ или мѣньшимъ натягиваніемъ кожи. Барабанъ состоитъ изъ двухъ пергаментныхъ поверхностей, которыя натягиваются на открытый съ обѣихъ сторонъ мѣдный цилиндръ; если верхняя изъ нихъ приведена будетъ въ колебательное движеніе, то тонъ будетъ тотчасъ усиленъ нижнею перепонкою и толстою струною, которая натянута поперегъ послѣдней. Для того, чтобъ ослабить звукъ барабана, обвертываютъ струну сукномъ, что и препятствуетъ ея колебаніямъ, также какъ и колебаніямъ нижней перепонки.

Иначе колеблются пластинки и колокольчики.

Пластинки
и колоколь-
чики.

Опытъ а. Берется стеклянная пластинка, въ 4 дюйма длины и такой же ширины, и на края ея наводится мата. Пластинку удерживаютъ горизонтально, взявъ середину ея между большимъ и указательнымъ пальцемъ лѣвой руки, насыпаютъ на нее сухаго песка, и проводятъ смычкомъ сначала въ какой-нибудь точкѣ, близъ

Фиг. 271.



одного изъ угловъ. Смычокъ долженъ быть при этомъ сильно натертъ канифолью, и пластинка будетъ тогда издавать чистый тонъ. Песокъ будетъ отброшенъ колеблющимися точками, и соберется на тѣхъ мѣстахъ, которыя остаются въ покоѣ; влѣдствіе этого онъ расположится въ видѣ прямоугольнаго креста. Отсюда заключаемъ, что пластинка не колеблется, какъ нѣчто цѣлое, но раздѣляется на части, сотрясающіяся отдѣльно одна отъ другой. Если провести смычкомъ въ срединѣ одной изъ ея сторонъ, то пластинка издастъ другой тонъ и песокъ представитъ новую фигуру. Остальныя фигуры получатся смотря потому, какая точка пластинки удерживается и по какой проводится смычкомъ; онѣ называются по имени своего изобрѣтателя — Хладніевыми звуковыми фигурами.

Опытъ в. Колокольчики колеблются также по частямъ. Чтобы убѣдиться въ этомъ, берутъ обыкновенную рюмку, наполняютъ ее до половины водой, и проводятъ по краю сильно намоленнымъ смычкомъ. Рюмка, при правильномъ движеніи смычка, должна издавать полный чистый тонъ. При этомъ замѣчаютъ въ водѣ болѣею частию четыре неподвижныя части ея поверхности, а между ними слабое волненіе, которое еще легче можно обнаружить, насыпавъ въ рюмку плавающего сѣмени (§ 186). Раздѣленіе волнующейся поверхности воды на части, колеблющіяся отдѣльно одна отъ другой, служить несомнѣннымъ признакомъ подобнаго же раздѣленія самаго стекла, имѣющаго форму колокольчика.

Фиг. 272.



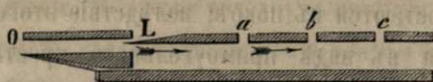
Духовые ин-
струменты.

286. Духовые инструменты.

Колебания
воздуха, какъ
причина тона.

Опытъ а. Маленькая деревянная дудочка, обыкновенно служащая игрушкой дѣтямъ, имѣетъ близъ одного

фиг. 273



конца своего большой прорѣзъ и кромѣ-того нѣсколько малыхъ отверстій, которыя при игрѣ постоянно зажимаются пальцами. Эту дудочку перепиливаютъ у перваго изъ малыхъ отверстій *a*, и употребляютъ для слѣдующихъ опытовъ ту часть ея *Oa*, которая берется въ ротъ. Конецъ *a*, обернутый влажной бумажкой, вгоняютъ въ стеклянную трубочку. Въ другой же конецъ *O* дуютъ ртомъ не слишкомъ сильно, и тогда получаютъ въ большей части случаевъ полный тонъ.

Если прикоснуться рукою къ стеклянной трубочкѣ въ то время, когда слышенъ тонъ, то она перестаетъ быть колеблющимся тѣломъ; этимъ мы не только не прерываемъ тона, какъ бы это должно было быть, еслибы онъ происходилъ отъ колебаній трубочки, но даже и вовсе не замѣчаемъ ихъ, какъ при сотрясеніи струны или поверхности. Далѣе, можно сдѣлать дудочку изъ менѣе упругаго вещества, напр. олова, которое не способно къ быстрымъ колебаніямъ, и такимъ-образомъ мы заключимъ, что только звонкость, а не высота тона зависитъ отъ матеріала, изъ котораго приготовлена дудочка; еслибы издавали тонъ самыя стѣнки ея, то толстыя стѣнки должны были бы дать болѣе низкій тонъ, подобно толстымъ струнамъ. Этого однакожъ нѣтъ въ настоящемъ случаѣ, какъ показываетъ слѣдующій опытъ.

Опытъ b. Листъ гладкой бумаги свертывается въ трубку и связывается ниткой; пусть эта трубочка имѣть длину только-что употребленной стеклянной трубочки, и деревянная дудочка такимъ же образомъ плотно вгоняется въ нее; тогда мы получимъ тотъ же самый тонъ, какъ и прежде.

Но въ дудочкѣ нѣтъ ничего кромѣ воздуха, и при вдуваніи въ нее входитъ также только одинъ воздухъ.

Въ каждомъ духовомъ инструментѣ колеблющееся тѣло есть столбъ воздуха.

Опытъ c. Въмѣсто листа берется четвертка бумаги, Длина трубки. свертывается въ трубочку и въ нее плотно вгоняется деревянная дудка, употреблявшаяся уже въ предъидущихъ опытахъ. Тогда получимъ болѣе короткую дудочку и тонъ, издаваемый ею, будетъ выше. Итакъ, высота тона болѣе всего зависитъ отъ длины дудки, тогда-какъ толщина ея имѣетъ вліяніе только на звонкость, оттѣнокъ тона.

Опытъ d. Берутъ снова стеклянную трубочку и дуютъ въ нее сначала слабо, потомъ сильнѣе-и-сильнѣе. Тогда столбъ воздуха движется быстрѣе и совершаетъ большее число колебаній. Кромѣ обыкновеннаго тона произойдутъ въ настоящемъ случаѣ еще два тона, которые будутъ тѣмъ выше, чѣмъ сильнѣе дуть. Поэтому высота тона дудки зависитъ еще отъ силы вдуванія; при одной и той же силѣ вдуванія, она даетъ одинаковый тонъ.

Сила вдуванія
воздуха.

Опытъ e. Во время вдуванія воздуха, закрываютъ пальцемъ часть свободнаго отверстія трубочки, тогда тонъ будетъ ниже. Между органами трубки есть такія, верхній конецъ которымъ совершенно закрыть;

Закрываютъ
трубки.

онѣ издають тонъ октавою ниже того, который даетъ равной длины открытая трубка.

Какимъ же образомъ приводится въ колебательное движеніе столбъ воздуха, заключенный въ обыкновенной дудкѣ, которая употребляется только какъ сигнальная дудочка, и въ губныхъ трубкахъ органа (фиг. 274)?

фиг. 274.



Струя воздуха вдвигается ртомъ въ одинъ конецъ *O* сигнальной дудочки (фиг. 273), и встрѣчаетъ при большомъ отверстіи заостренное тѣло *L*, которое называется верхней губой, а противоположный ему край отверстія—нижней губой. Потокъ воздуха разрѣзывается на-двое верхней губой, и только тонкая струя его продолжаетъ двигаться вдоль верхней стѣнки, въ постоянномъ соприкосновеніи съ нею. То же самое происходитъ въ органной трубкѣ, гдѣ воздухъ входитъ при *O*, раздвояется верхней губой *L*, и движется потомъ близъ передней стѣнки трубки. Насильно вдутая тонкая струя воздуха, трется о столбъ воздуха въ трубкѣ, подобно смычку, проводимому по струнѣ, только въ направленіи длины столба; она гонитъ воздухъ кверху (фиг. 274 I) и сгущаетъ его подъ верхней крышкой; этимъ сгущеніемъ возбуждается упругость въ воздухѣ, онъ расширяется, опускаясь внизъ, и разрѣжается; при дальнѣйшемъ вдваніи, она снова сгущается и колеблется

такимъ-образомъ вверхъ и внизъ по направленію длины трубки. Тогда-какъ въ закрытой трубкѣ весь столбъ воздуха приходитъ въ движеніе, въ открытой онъ раздѣляется на двѣ части, верхнюю и нижнюю, между которыми воздухъ остается неподвижнымъ.

Сгущеніе и разрѣженіе воздуха, быстро слѣдующія одно за другимъ, бываютъ причиною тона, какъ и въ сиренѣ (§ 280), и могутъ быть произведены посредствомъ губнаго отверстія съ помощью мундштука, или упругаго язычка. По этому духовые инструменты раздѣляются на три группы.

Различные
духовые ин-
струменты.

Первая группа, духовые инструменты съ губнымъ отверстіемъ: флейта, сигнальная дудочка и губныя трубки органа.

Вторая группа, духовые инструменты съ мундштукомъ: охотничій рогъ, большія и малыя трубы.

Третья группа, духовые инструменты съ упругимъ язычкомъ: кларнетъ, гобой, фаготъ и язычныя трубки органа.

Первая группа. Флейта не имѣетъ губъ, а только отверстіе съ острыми краями, которые разрѣзываютъ воздухъ, идущій изъ рта играющаго; она даетъ самый низкій тонъ, когда все малыя отверстія ея закрыты и самый высокій, когда открыто малое отверстіе, ближайшее къ большому; каждый разъ колеблющейся столбъ воздуха простирается до перваго открытаго малаго отверстія. Чтобы настроить инструментъ ниже, вставляется болѣе длинная средняя часть.

Инструменты *второй группы* имѣютъ мундштукъ, представляющій полусферу, обращенную выпуклостью внутрь; къ нему приставляетъ музыкантъ свои губы и

приводить ихъ съ возможно большимъ напряженіемъ въ колебательное движеніе, при чемъ происходитъ сгущеніе и разрѣженіе воздуха въ инструментѣ. Расширеніе на другомъ концѣ трубы, такъ-называемый раструбъ, усиливаетъ звонкость; изгибы же имѣютъ цѣлю увеличить длину воздушнаго столба, не увеличивая длины самаго инструмента, что было бы крайне неудобно. Различные тоны могутъ быть производимы двоякимъ образомъ: для этого надобно или измѣнять силу вдуванія и закрывать рукой часть раструба, что преимущественно дѣлается въ охотничьемъ рогѣ, или удлинять и укорачивать столбъ воздуха посредствомъ вдвиганія и выдвиганія маленькихъ стержней, какъ въ большой трубѣ.

Инструменты *третьей группы* имѣютъ упругую металлическую пластинку или трубочку, *язычокъ*, который при вдуваніи производитъ тонъ. Въ язычныхъ трубкахъ органа, равно какъ и въ органчикахъ, имѣющихъ подобное же устройство и служащихъ игрушкой дѣтямъ, металлическій язычокъ при вдуваніи приходитъ въ колебательное движеніе и при этомъ попеременно открываетъ и закрываетъ отверстіе; такимъ-образомъ производится попеременно сгущеніе и разрѣженіе столба воздуха. Въ кларнетѣ, язычокъ имѣетъ форму трубочки, которая прикрѣпляется однимъ своимъ концомъ къ клинообразному мундштуку; въ гобоѣ и фাগотѣ есть два язычка, имѣющіе форму разрѣзанной вдоль кегли съ выдолбленными боками; при игрѣ ихъ берутъ въ ротъ. Въ послѣднихъ инструментахъ язычки укрѣпляются слабѣе, нежели въ язычныхъ трубкахъ органа, и потому не имѣютъ опредѣленнаго тона. Чѣмъ сильнѣе давятъ губы музыканта на язычокъ, тѣмъ короче ста-

новится свободно движущаяся часть язычка, и вмѣстѣ съ тѣмъ стѣсняется пространство, черезъ которое входитъ струя воздуха; поэтому онъ будетъ двигаться съ болѣею скоростью и произведетъ высшій тонъ.

287. Органъ голоса у человека. Человѣческій органъ Человѣческій
голосъ. голоса имѣетъ большое сходство съ язычною трубкой; важнѣйшія части его суть дыхательное горло, кадыкъ и звуковыя струны. Кадыкъ (адамово яблоко) есть верхняя подвижная часть горла, въ немъ находятся одна противъ другой двѣ упругія струны, которыя при дыханіи удаляются одна отъ другой на столько, чтобы воздухъ могъ безпрепятственно пройти. Если струны будутъ натянуты сильнѣй и сблизятся между собою, то проходящій между ними воздухъ приведетъ ихъ въ колебательное движеніе, которое сообщается воздуху, заключенному въ кадыкъ и въ полости рта. Высота тона зависитъ отъ натяженія и величины струнъ; для произнесенія же словъ тоны производятся многоразличнымъ движеніемъ языка, зубовъ и губъ.

С В Ъ Т Ь.

Самосвѣ-
щія тѣла.

288. Самосвѣщія тѣла. Большая часть тѣлъ принад-
лежитъ къ числу темныхъ, т.-е. неимѣющихъ способ-
ности освѣщать окружающее пространство. Въ природѣ
немного такихъ тѣлъ, которыя свѣтятся сами собою

Солнечный
свѣтъ.

служатъ первоначальными источниками свѣта. Къ
этимъ источникамъ свѣта, или самосвѣщящимъ тѣламъ,
принадлежатъ: 1) *Солнце и неподвижныя звѣзды.*

Солнце вѣроятно состоитъ изъ темнаго твердаго ядра,
подобнаго нашей планетѣ, и изъ самосвѣщящей газо-
образной оболочки (фотосферы); эта послѣдняя распро-
страняетъ яркій бѣлый свѣтъ, который мы называемъ
солнечнымъ. Большая часть неподвижныхъ звѣздъ

(вѣтъ пла-
мени.

мѣетъ также бѣлый свѣтъ. 2) *Раскаленные и горя-
щія тѣла;* сюда относится пламя нашихъ свѣчей и
лампъ, § 252.

Опытъ а. Обыкновенное пламя спиртовой лампы
даетъ такъ мало свѣта, что днемъ, при солнечномъ
освѣщеніи, оно едва замѣтно. Но если

фиг. 275.



въ этомъ пламени накаливать тонкую
проволоку, напр. фортепьянную струну,
то оно становится гораздо свѣтлѣе. Для
этого опыта проволока наматывается
винтообразно на карандашъ, и потомъ
карандашъ вынимается. Итакъ, яркость пламени зави-
ситъ отъ присутствія въ немъ раскаленныхъ тѣлъ.

Въ пламени нашихъ свѣчей и лампъ, свѣтъ происходитъ отъ раскаленныхъ частичекъ угля (§ 252 и § 254 б). Если онѣ при этомъ накаливаются только до-красна, то пламя бываетъ тускло, красновато; если же до-бѣла, то и пламя получаетъ яркій бѣлый цвѣтъ.

Самое яркое пламя, называемое по имени изобрѣтателя *Друммондовымъ свѣтомъ*, получается отъ раскаленной извести. Для этого, изъ двухъ отдѣльныхъ резервуаровъ проводятся въ одно мѣсто водородъ и кислородъ; смѣсь эта зажигается и въ полученное такимъ образомъ сильное пламя, помѣщается кусочикъ извести. Известь накаливается до-бѣла, причемъ распространяетъ ослѣпительно-яркій свѣтъ. Друммондовъ свѣтъ употребляется для сигналовъ и на маякахъ. 3) *Наэлектризованныя тѣла*. Мы уже знаемъ, что изъ наэлектризованнаго тѣла можно извлекать искры. Два угля, черезъ которые проходитъ гальваническій токъ, даютъ сильнѣйшій электрическій свѣтъ, такъ называемое электрическое солнце; оно превосходитъ всѣ прочія искусственныя освѣщенія, не исключая и Друммондова свѣта. 4) Наконецъ четвертый классъ источниковъ свѣта составляютъ *тѣла, издающія фосфорическій свѣтъ*.

Опытъ в. Если въ темной комнатѣ потереть рукою сѣрную спичку, то и спичка и потертое мѣсто на рукѣ начинаютъ свѣтиться, съ отдѣленіемъ бѣлаго дыма. Причина этого свѣта—особаго рода горѣніе. Конецъ сѣрной спички намазанъ горючимъ веществомъ, въ составъ котораго входитъ фосфоръ; отъ тренія, часть этого фосфора сгораетъ, но чрезвычайно медленно и не сообщая рукѣ ощутительной теплоты.

Тѣла, которыя распространяютъ, подобно фосфору,

Электрическій свѣтъ.

Фосфоричность при медленномъ сгораніи.

въ темнотѣ слабое сіяніе, безъ замѣтнаго повышенія температуры, называются фосфорическими. Явленія фосфоричности обнаруживаются при медленномъ горѣніи, при треніи, накаливаніи, отъ дѣйствія солнечныхъ лучей, и наконецъ у свѣтящихся животныхъ. Гніеніе животныхъ и растительныхъ веществъ есть тоже родъ медленнаго сгоранія; по этому, гніющія тѣла (наприм. древесныя гнилушки) распространяютъ ночью фосфорическій свѣтъ. Мореплаватели часто наблюдаютъ такъ-называемое фосфорическое свѣченіе моря. Иногда часть морской поверхности внезапно, какъ-бы вспыхиваетъ, а между-тѣмъ въ водѣ не видно никакихъ животныхъ. Въ этомъ случаѣ причиною фосфорического свѣта служитъ гніеніе остатковъ морскихъ животныхъ, а также безчисленное множество свѣтящихся инфузорій, населяющихъ воду. Обыкновенно такое сіяніе обнаруживается при колебаніи воды, происходящемъ отъ движенія корабля, отъ ударовъ весель и отъ дождя. Но иногда сіяніе происходитъ разомъ во многихъ пунктахъ. Вотъ какъ описываетъ это явленіе Зальбергъ, въ своемъ путешествіи на островъ Яву, въ 1846 году. «Впродолженіи нѣсколькихъ секундъ или минутъ», говоритъ онъ, «замѣтны были чрезвычайно малыя свѣтящіяся тѣла: они распространяли отъ себя родъ молніи, имѣвшей около двухъ футовъ въ діаметрѣ. Сіяніе быстро исчезало, оставляя послѣ себя довольно тусклую звѣздочку. Эти молніи свѣтили на далекое разстояніе, обдавая чуднымъ свѣтомъ всю поверхность моря, на сколько озиралъ глазъ. Часто онѣ были до того сильны, что освѣщали внутренность каютъ, и ослѣпительно дѣйствовали на зрѣніе. Это великолѣпное зрѣ-

лице продолжалось нѣсколько часовъ; потомъ небо покрылось тучами, начался дождь, и море пришло въ сильное движеніе. По временамъ еще показывалась прежняя молнія, но свѣтъ ея былъ далеко не такъ силенъ. Огненная звѣздочка, которая издавала такое сіяніе, казалось, теперь опустилась глубже, между тѣмъ какъ прежде плавала на самой поверхности моря. Тоже явленіе наблюдалъ я и на слѣдующій вечеръ; какъ и прежде, оно становилось рѣже и слабѣ всякій разъ, какъ погода дѣлалась хуже. Я старался чѣмъ-нибудь поймать одну изъ этихъ огненныхъ звѣздъ, но это ни разу не удалось мнѣ; онѣ или были слишкомъ далеко, или избѣгали моихъ снарядовъ, или наконецъ случайно не попадали въ нихъ. Здѣсь очевидно, сіяніе происходило отъ *свѣтящихся животныхъ*. И на сушѣ встрѣчаются животныя, которыя по ночамъ распространяютъ фосфорическое сіяніе. Такъ называемый свѣтлякъ, или Ивановъ червячекъ, издаетъ желтый свѣтъ. Онъ свѣтитъ на нашихъ лугахъ въ первые теплые мѣсяцы года, обыкновенно въ началѣ мая; въ это время не трудно поймать его днемъ и сохранить въ бумажкѣ или въ коробочкѣ до наступленія темноты, и тогда можно наблюдать его свѣченіе. Кукухо, свѣтящійся жукъ, живущій въ Востъ-Индіи и Южной Америкѣ, бываетъ около дюйма длиною, цвѣта темно-бураго. У него по обѣимъ сторонамъ отъ груднаго щитка лежатъ выпуклыя желтыя пятна; въ ночное время эти пятна свѣтятъ такъ сильно, что, если такого жука положить на бумагу, то можно читать какую угодно мелкую печать. Въ путешествіяхъ насѣкомое это употребляется иногда вмѣсто фонаря.

Свѣтящіяся
животныя.

Фосфорич-
ность отъ
требія, кале-
нія и дѣйствія
солнечныхъ
лучей.

Опытъ с. Два кусочка сахару, если ихъ тереть въ темнотѣ одинъ о другой, издають яркій желтоватый свѣтъ. Подобныя же явленія обнаруживаютъ въ кремнистые камни.

Опытъ d. Нѣсколько кусковъ безводнаго хлористаго кальція кладутся въ стеклянку; она закупоривается и выставляется на нѣсколько времени на сильный солнечный свѣтъ. Потомъ стеклянка обвертывается нѣсколько разъ бумагой, и сохраняется въ какомъ-нибудь темномъ ящикѣ. Если потомъ снять эту бумажную обертку вечеромъ, въ темнотѣ, то увидимъ, что хлористый кальцій издаетъ слабое фосфорическое сіяніе. Въ этомъ случаѣ, фосфоричность сообщилась минералу отъ дѣйствія солнечныхъ лучей. Алмазы, известковые минералы, яичная скорлупа — тоже слегка свѣтятся, лежавши нѣсколько времени на солнцѣ. Болонскій камень (сѣрниокислый баритъ, тяжелый шпатъ) можетъ фосфоризоваться, или отъ солнечнаго освѣщенія (инсоляціи), или при каленіи. Довольно интересное обстоятельство послужило къ открытію этого свойства болонскаго камня. Одинъ башмачникъ нашелъ не въ далекомъ отъ города Болоньи камень пепельнаго цвѣта, который показался ему необыкновенно тяжелымъ. Башмачнику пришло въ голову, нельзя ли изъ этого камня получить золото; онъ принесъ свою находку домой и сталъ калить въ печи, на угляхъ. Надежды оказались тщетными; но къ немалому изумленію алхимика, минералъ долго свѣтился, какъ-будто раскаленный, хотя уже совсѣмъ остылъ, и уголья давно погасли.

Темныя тѣла.

289. Темныя тѣла. Темныя тѣла бываютъ, или прозрачныя, или только просвѣчивающія, или вовсе не прозрач-

ныя. Прозрачныя тѣ, которыя свободно пропускаютъ свѣтъ; сквозь нихъ можно ясно различать видъ и цвѣтъ предметовъ. Наибольшею прозрачностью обладаютъ тонкіе слои воздуха, стекла и воды. Непрозрачныя тѣла, каковы металлы, дерево, камни, въ достаточно толстыхъ слояхъ совсѣмъ не пропускаютъ свѣта. Тѣла просвѣчивающія пропускаютъ свѣтъ только отчасти, въ видѣ просвѣта; сквозь нихъ нельзя ясно рассмотреть форму и цвѣтъ предмета. Изъ такихъ тѣлъ самыя употребительныя — бумага и матовое стекло. Обыкновенная бумага просвѣчиваетъ, если ее напитать масломъ; въ этомъ видѣ она употребляется для транспарантовъ или прозрачныхъ картинъ, которыя пишутся на ней просвѣчивающими красками. Весьма тонкая бумага, извѣстная въ продажѣ подъ именемъ шелковой, соломенной и прозрачной, просвѣчиваетъ и безъ масла.

Опытъ. Чтобы приготовить небольшое матовое стекло, положимъ хоть для камеръ-обскуры (§ 332), нужно взять изъ аптеки на нѣсколько копѣекъ мелко-истолченного наждака. Подъ стекло, назначенное для шлифовки, подкладывается другое стекло, усыпанное наждакомъ и смоченное водою. Потомъ верхнее стекло шлифуется объ нижнее, постоянно въ одномъ и томъ же направленіи; при этомъ стекла слегка сдавливаются. Отъ этого, верхнее стекло теряетъ свою прозрачность, и тогда въ него можно разсматривать только тѣ предметы, которые находятся вплоть за самымъ стекломъ. Это общее свойство всѣхъ просвѣчивающихъ тѣлъ; потому то въ камеръ-обскурѣ, чтобы яснѣе рассмотреть изображение предмета, изображающееся въ воздухѣ, помѣ-

Приготовле-
ніе матовыхъ
стеколъ.

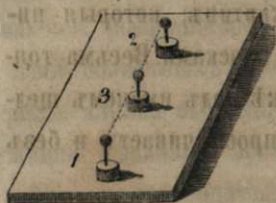
щаютъ на томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ оно должно получиться, матовое стекло или прозрачную бумагу. Можно для этого употреблять и простое стекло, только нужно покрыть его слоемъ густаго молока и высушить на воздухѣ.

ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВѢТА.

Прямолиней-
ный путь
свѣта.

290. Прямолинейное распространение свѣта. Обыкновенная пробка разрѣзывается на три кружка, и въ центрѣ

Фиг. 276,



каждаго отвѣсно втыкается булавка. Потомъ, закрывши одинъ глазъ и помѣстивъ другой надъ головкою одной изъ булавокъ, смотреть на вторую булавку, установленную на другомъ концѣ стола. Оче-

видно, что въ глазъ наблюдателя доходитъ свѣтъ изъ отдаленной булавки, иначе она не была бы видима. Если теперь между двумя этими булавками, поставить третью, то легко найти для нея такое мѣсто, гдѣ она преградитъ путь свѣту, идущему отъ отдаленной булавки въ глазъ наблюдателя, и закроетъ собою послѣднюю. Легко убѣдиться посредствомъ натянутой нити, что въ этомъ случаѣ всѣ три булавки будутъ на одной прямой линіи. Далѣе, мы можемъ помѣщать среднюю булавку то ближе къ глазу, то дальше отъ него, но такъ, что она все-таки будетъ заслонять отдаленную; и при этомъ мы найдемъ, что постоянно средняя булавка будетъ въ одной изъ точекъ той же самой прямой линіи. Отсюда

мы заключаемъ, что свѣтъ, для того чтобы достигнуть глаза, долженъ пройти черезъ всѣ точки прямой линіи, и слѣдовательно путь свѣта — прямая линія.

Вообще свѣтящееся тѣло бываетъ закрыто или заслонено, какъ скоро на прямой линіи между нимъ и глазомъ находится какой нибудь непрозрачный предметъ. Когда солнечный свѣтъ падаетъ сквозь маленькое отверстіе въ пыльную или темную комнату, то прямолинейный путь, по которому идетъ свѣтъ, становится замѣтнымъ. Этотъ прямолинейный путь свѣта называется лучемъ свѣта. Сквозь изогнутую, кривую трубку нельзя ничего видѣть, потому что свѣтъ не проходитъ чрезъ нее въ нашъ глазъ. Мы всегда уже по привычкѣ, безотчетно, ищемъ свѣтящійся предметъ по направленію прямой линіи. Такъ какъ кромѣ того свѣтящееся тѣло распространяетъ свѣтъ по всѣмъ направленіямъ и бываетъ видимо со всѣхъ сторонъ, то мы можемъ вывести отсюда слѣдующій

Законъ: Свѣтъ распространяется отъ свѣтящагося тѣла во всѣ стороны, по прямымъ линіямъ.

На этомъ важномъ законѣ основано такъ называемое визированіе, къ которому очень часто должны прибѣгать землеѣры. Оно производится посредствомъ линейки съ діоптрами. Это такая линейка, къ обѣимъ концамъ которой придѣланы въ видѣ отвѣсныхъ выступовъ, двѣ маленькія линейки. Въ одномъ изъ выступовъ сдѣланъ узкій отвѣсный прорѣзъ; въ другомъ — болѣе широкій прорѣзъ, по срединѣ котораго натягивается отвѣсно конскій волосъ. Наблюдатель представляетъ узкій прорѣзъ къ своему глазу, и наводитъ

линейку на какой-нибудь отдаленный предметъ такимъ образомъ, чтобы послѣдній закрывался волоскомъ широкаго прорѣза. Тогда, основываясь на предъидущемъ законѣ, можно быть увѣреннымъ, что предметъ находится на одной прямой линіи съ волоскомъ и узкимъ прорѣзомъ. На этомъ же законѣ основано проведеніе прямыхъ линій въ полѣ, посредствомъ вѣхъ (т. е. кольевъ), или такъ называемое вѣшаніе линій. Для этого втыкается въ землю двѣ вѣхи, неподалеку одну отъ другой. Одинъ изъ съемщиковъ становится у первой вѣхи и смотритъ на вторую. Другой уходитъ впередъ съ третьей вѣхой, и старается дать ей, по указаніямъ своего товарища, такое положеніе, чтобы тотъ совершенно пересталъ видѣть ее за второй. Когда новая вѣха будетъ такимъ образомъ установлена, то всѣ три вѣхи будутъ на одной прямой линіи. Послѣ этого первый съемщикъ переходитъ ко второй вѣхѣ и смотритъ отсюда на третью, а второй устанавливаетъ слѣдующую и т. д. Всѣ эти вѣхи обозначаютъ одну прямую линію.

Оптическая
камера.

291. Оптическая камера. Для доказательства того, что видимые предметы распространяютъ свѣтъ по прямымъ линіямъ, можно произвести еще слѣдующій опытъ. Закрываютъ всѣ окна въ комнатѣ ставнями и оставляютъ ее въ совершенной темнотѣ. Только въ одномъ ставнѣ продѣлывается маленькое отверстіе. Предметы, находящіеся внѣ комнаты, и освѣщенные солнцемъ, посылаютъ сквозь это отверстіе лучи свѣта, и изображаются на стѣнѣ комнаты въ обратномъ видѣ.

Опытъ. Этотъ самый опытъ очень легко произве-

сти въ маломъ размѣрѣ.

Фиг. 277.

Для этого нужно сдѣлать изъ картона двѣ цилиндрическія или четырехугольныя



трубочки, одну пошире, другую поуже, такъ чтобы одна изъ нихъ входила въ другую, какъ въ зрительной трубѣ. Наружная широкая трубка закрывается на концѣ тонкимъ картоннымъ кружкомъ, посреди котораго прокалывается иглой маленькое отверстіе. Внутренняя, болѣе узкая трубка на концѣ, обращенномъ къ этому отверстію, закрыта прозрачной бумагой; другой ея конецъ остается открытымъ и отворачивается при опытѣ отъ дневнаго свѣта. Передъ маленькимъ отверстіемъ прибора ставится зажженная свѣча и затѣмъ смотрятъ въ открытый конецъ. Лучи свѣта, идущіе отъ пламени, пересекаются въ отверстіи прибора; лучъ, идущій отъ вершины пламени, упадетъ на нижнюю часть прозрачной бумаги, и на оборотъ, лучъ отъ нижней части пламени упадетъ на верхнюю часть бумаги. Такъ-какъ изъ каждой точки пламени выходятъ лучи свѣта и падаютъ на бумагу, то на послѣдней составитъ изображеніе пламени, но обратное, т. е. вершина пламени представится внизу, а основаніе вверху. Кромѣ того, такъ какъ лучи выходящіе изъ правыхъ и лѣвыхъ точекъ предмета тоже пересекаются въ отверстіи, то правая сторона предмета изобразится на бумагѣ слѣва, а лѣвая—справа. Если предметъ движется, то изображеніе его будетъ двигаться въ противоположную сторону. Чтобы изображеніе было какъ можно ярче и яснѣе, можно, смотря по надобности, сдвигать или раздвигать трубки прибора. Наконецъ, еще проще можно сдѣлать

тотъ же самый опытъ слѣдующимъ образомъ: взять листъ толстой бумаги, проколотъ въ немъ отверстіе и держать передъ свѣчей, а передъ нимъ держать другой листъ, для принятія изображенія; только здѣсь изображеніе будетъ еще не совершеннѣе.

Тѣнь.

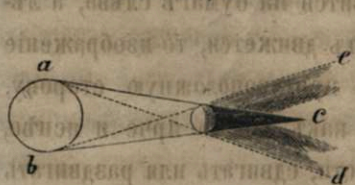
292. Происхожденіе тѣни. Представимъ себѣ, что на поверхность, освѣщенную солнцемъ, поставлено какое нибудь непрозрачное тѣло, напримѣръ деревянный ящикъ. Лучъ солнца, встрѣчая на своемъ прямолинейномъ пути эту преграду, не будутъ проникать въ пространство, лежащее за ящикомъ и слѣдовательно это пространство, останется неосвѣщеннымъ за непрозрачнымъ тѣломъ; оно называется тѣнью.

Полная тѣнь
и полутѣнь.

Опытъ. Возьмемъ какой нибудь шарикъ и будемъ держать его на солнечномъ свѣтѣ, а сзади поставимъ листокъ бумаги для принятія тѣни. Разсматривая эту тѣнь, мы найдемъ, что средину ея занимаетъ совершенно темный кружокъ — полная тѣнь или ядро тѣни; въ него вовсе не проходитъ солнечный свѣтъ. Вокругъ этого кружка лежитъ менѣе темное кольцо — полутѣнь; сюда еще проходятъ лучи отъ нѣкоторыхъ точекъ свѣтящагося тѣла.

Представимъ себѣ, что изъ большого свѣтящагося шара падаютъ лучи свѣта на маленькій, непрозрачный шарикъ. Лучи, выходящіе изъ крайнихъ точекъ боль-

фиг. 278, а.



шого шара и касающіеся маленькаго, какковы наприм. *ас* и *сб*, составятъ все вмѣстѣ конусъ; ясно, что въ ту часть конуса, кото-

рая лежитъ позади непрозрачнаго шара, не пройдетъ ни одинъ лучъ свѣта, и слѣдовательно это пространство представить полную тѣнь. Далѣе, разсмотримъ лучи *ad* и *be*; первый выходитъ изъ верхней точки свѣтящагося шара и касается нижней части маленькаго шарика; другой лучъ, *be*, идетъ изъ нижней точки перваго шара и касается верхней части втораго. Очевидно, что такіе лучи опредѣляютъ собою границы полутѣни. Въ самомъ дѣлѣ, тѣ лучи, которые идутъ вѣ конусовъ *cad* и *cbe*, уже не падаютъ на малый шаръ, и слѣдовательно вовсе не производятъ тѣни. Полутѣнь будетъ свѣтлѣе, нежели полная тѣнь, потому что верхняя часть ея получаетъ лучи свѣта отъ нижнихъ точекъ свѣтящагося тѣла, а нижняя отъ верхнихъ.

293. Положеніе тѣни. Мы видѣли, что свѣтъ движется по прямой линіи; когда онъ встрѣчаетъ на пути какое нибудь темное тѣло, мѣшающее ему доходить до слѣдующихъ точекъ этой линіи, то эти послѣднія точки остаются въ тѣни. Изъ этого ясно, что тѣнь всегда лежитъ на одной прямой линіи съ свѣтящимся и освѣщеннымъ тѣломъ, и притомъ на противоположной сторонѣ отъ свѣтящагося тѣла. Когда одно изъ этихъ двухъ тѣлъ станетъ двигаться, то и тѣнь движется. Движеніе тѣни происходитъ или въ томъ же направленіи, или въ противоположномъ, смотря потому, которое изъ двухъ тѣлъ движется: освѣщенное или освѣщающее. Если принять на бумагу тѣнь карандаша и передвигать его въ различныя стороны, то тѣнь будетъ слѣдовать за нимъ, въ томъ же направленіи. Такимъ же образомъ, когда идущее облако пересѣкаетъ направленіе солнечныхъ

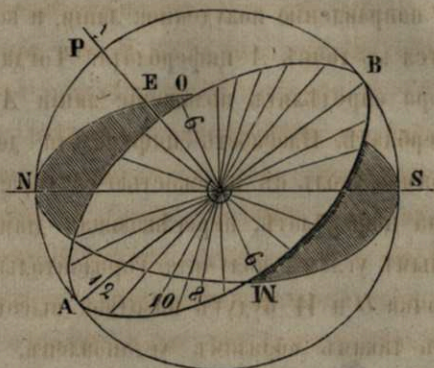
Положеніе
тѣни.

лучей, то тѣнь его на землѣ движется въ томъ же направленіи. Чтобы видѣть, какъ перемѣщается тѣнь при движеніи свѣтящагося тѣла, стоитъ освѣтить карандашъ свѣчемъ, принять тѣнь на бумагу или на стѣну, и передвигать свѣчу; при этомъ тѣнь двигается въ противоположную сторону. Солнце втеченіи сутокъ описываетъ на небесномъ сводѣ извѣстную дугу, по направленіи отъ востока къ западу. По этому тѣнь отвѣснаго предмета, наприм. дерева, до полудня падаетъ на западъ, а послѣ полудня на востокъ.

Солнечные
часы.

Солнечные часы. Представимъ себѣ, что въ центрѣ горизонтальнаго кружка укрѣпленъ отвѣсный шпинецъ, и что вокругъ него, въ самой плоскости кружка, движется, съ равномерною скоростью, пламя свѣчи. Ясно, что тѣнь, отбрасываемая шпинецкомъ, будетъ передвигаться по кружку, проходя, въ равныя промежутки времени, одинаковыя пространства. Если пламя свѣчи будетъ двигаться не вровень съ кружкомъ, а нѣсколько выше, то произойдетъ то же самое, лишь бы только путь, описываемый свѣтящимся тѣломъ, былъ параллеленъ плоскости кружка. Наконецъ, если дадимъ послѣднему косвенное положеніе, и опять станемъ двигать пламя свѣчи параллельно съ нимъ, то и здѣсь повторится то же, что и прежде. Положимъ теперь, что кругъ *NOSW*, на фиг. 278 *b*, изображаетъ горизонтъ даннаго мѣста; въ срединной точкѣ *C* находится наблюдатель, *N* точка сѣвера, *S* точка юга, слѣдовательно *NS* полуденная линія. *CPBSA* пусть будетъ меридіанъ мѣста *C*. Кругъ *OBWA*, описываемый солнцемъ впродолженіи сутокъ, имѣетъ вообще наклонное положеніе къ горизонту. Для С. Петербурга напр. дуга *NP*,

Фиг. 278, б.



такъ называемая высота полюса или географическая широта, содержитъ $60\frac{3}{4}$ градусовъ, а уголъ BCS или дуга BS $29\frac{1}{4}$ градусовъ. Для всякаго другаго мѣста величина дуги BS въ градусахъ найдется, если вычесть географическую широту мѣста изъ 90 градусовъ. Всѣ суточные круги, описываемые солнцемъ въ различные дни года параллельны $OBWA$. Если параллельно кругу $OBWA$ поставить циферблатъ, раздѣленный на 24 равныя части, и въ центрѣ его утвердить перпендикулярно шпинецъ EC ; то тѣнь отъ шпинька будетъ перемѣщаться въ каждый часъ на $\frac{1}{24}$ долю циферблата, и по ея перемѣщенію можно будетъ узнавать время. Для устройства такихъ простыхъ солнечныхъ часовъ проводятъ полуденную линію NS , что дѣлается по § 148, или съ помощью магнитной стрѣлки и къ сѣверному концу ея N прикладываютъ точку A циферблата, въ которой обозначаютъ 12 часовъ. Потомъ съ помощію транспортира вырѣзываютъ изъ дерева или изъ толстаго картона секторъ (вырѣзокъ круга) BCS , въ которомъ уголъ при точкѣ C содержитъ въ

себѣ $29\frac{1}{4}$ градусовъ. Этотъ секторъ ставится вертикально, по направленію полуденной линіи, и концомъ *С* придвигается къ точкѣ *А* циферблата. Тогда радіусъ *СВ* сектора опредѣлитъ положеніе линіи *АВ* на нашемъ циферблатѣ. Плоскость циферблата должна составить прямой уголъ съ плоскостью сектора; тогда линія *ОW* на циферблатѣ, пересѣкающая діаметръ *АВ* подъ прямымъ угломъ, получитъ горизонтальное положеніе, и точки *О* и *W* будутъ на одной высотѣ. Когда циферблатъ такимъ образомъ установленъ, шпинецъ *ЕС* направляется къ полярной звѣздѣ *Р*. Въ то время, когда солнце проходитъ свой видимый путь отъ *О* къ *В*, тѣнь отъ шпинецка, передвигается отъ *W* къ *А*. Въ полдень солнце находится на меридіанѣ въ *В*, и тѣнь шпинецка падаетъ по линіи *СА*; впродолженіи каждаго часа она отходитъ далѣе на $\frac{1}{24}$ часть круга. Такимъ образомъ, можно отмѣтить на циферблатѣ точки, черезъ которыя проходитъ тѣнь въ различные часы, до и послѣ полудня, и по положенію ея въ данное мгновеніе узнавать время.

Видъ тѣни.

294. Видъ тѣни. Форма тѣни зависитъ не только отъ вида темнаго предмета, но также отъ его положенія и отъ величины освѣщающаго тѣла.

Опытъ. Для доказательства бумажный кружокъ помѣщается на солнечномъ свѣтѣ, или передъ свѣчей. Когда лучи свѣта падаютъ на поверхность кружка подъ прямымъ угломъ, то тѣнь его, принятая на листъ бумаги, имѣетъ также форму круга. Но если станемъ поворачивать кружокъ и давать ему различныя положенія, то форма тѣни при этомъ измѣнится. Наконецъ, когда кружокъ придетъ въ по-

ложенеіе параллельное лучамъ свѣта, то тѣнь его представится въ видѣ прямой линіи. Только тѣнь отъ шара, принятая на плоскость перпендикулярную къ лучамъ свѣта, имѣетъ постоянно форму круга.

Когда освѣщающее тѣло больше, нежели освѣщаемое, то тѣнь бываетъ тѣмъ меньше, чѣмъ она дальше отъ темнаго тѣла. Напротивъ, если свѣтящееся тѣло меньше темнаго, то тѣнь послѣдняго по мѣрѣ отдаленія становится все болѣе и болѣе. И она увеличилась бы бесконечно, если бы съ удаленіемъ отъ источника свѣта, освѣщеніе не ослабѣвало до такой степени, что наконецъ невозможно отличить освѣщеннаго мѣста отъ тѣни.

295. Длина тѣни. Ежедневныя наблюденія показыва-
ютъ, что тѣнь отвѣснаго предмета, напр. башни, дере-
ва и т. п., бываетъ очень длинна при восхожденіи
солнца. Потомъ, съ восхода до полудня, по мѣрѣ того,
какъ солнце возвышается надъ горизонтомъ, тѣнь эта
становится короче и короче, а послѣ полудня опять
начинаетъ расти, по мѣрѣ пониженія солнца. Слѣдо-
вательно, длина тѣни зависитъ отъ положенія солнца.

Зная длину тѣни, отбрасываемой отвѣснымъ пред-
метомъ, наприм. башней, на ровную мѣстность, легко
найти высоту самаго предмета. Для этого, гдѣ нибудь
возлѣ тѣни этого предмета вты-
кается въ землю отвѣсный шестъ,
вышиною въ 10 футовъ. Потомъ
измѣряется въ футахъ длина пол-
ной тѣни башни, отъ конца до той
точки, которая лежитъ прямо подъ
верхушкой башни. Пусть эта дли-



на будетъ 50 футовъ. Тотчасъ послѣ этого измѣряется тѣнь отвѣснаго шеста; положимъ, что длина ея будетъ $2\frac{1}{2}$ фута. И такъ, при этомъ положеніи солнца предметъ въ 10 футовъ вышиной бросаетъ тѣнь въ $2\frac{1}{2}$ фута. Для какого нибудь другаго предмета, въ это же самое время, длина тѣни будетъ очевидно во столько разъ меньше высоты предмета, во сколько $2\frac{1}{2}$ меньше 10 футовъ, т. е. вчетверо. Слѣдовательно, самый предметъ въ данное время вчетверо длиннѣе своей тѣни. Для нашей башни длина тѣни = 50 футамъ, слѣдовательно высота самой башни $4 \times 50 = 200$ футамъ. Впрочемъ такое измѣреніе вѣрно только приблизительно, потому что невозможно совершенно точно отличить полную тѣнь отъ полутѣни.

Вотъ еще примѣръ такого вычисленія. Стразбургскій соборъ 21 Юня даетъ на горизонтальной поверхности тѣнь длиною въ 150 фут.; въ то же самое время тѣнь отвѣснаго шеста въ $2\frac{3}{4}$ фута вышины имѣетъ длину $10\frac{1}{3}$ дюйма. Найти вышину зданія.

Сила свѣта.

296. Сила свѣта. По вечерамъ мы обыкновенно садимся съ работою поближе къ свѣчкѣ или къ лампѣ, потому что съ удаленіемъ отъ источника свѣта, освѣщеніе становится слабѣе.

Опытъ а. Возьмемъ какую нибудь книгу, напечатанную мелкимъ шрифтомъ и поставимъ ее въ вертикальномъ положеніи. Затѣмъ (опытъ дѣлается вечеромъ, при одной свѣчѣ) свѣча относится на такое разстояніе, чтобы только что можно было разбирать печать. Это разстояніе между свѣчей и книгой измѣряется. Потомъ свѣча отодвигается на двойное разстояніе; читать, конечно, уже будетъ невозможно. Мало того, если къ

прежней свѣчѣ приставимъ еще другую такую же, все-таки мы не въ состояніи будемъ разбирать шрифтъ за слабостью освѣщенія. Только отъ четырехъ такихъ свѣчей получимъ на этомъ разстояніи достаточное освѣщеніе. Итакъ, на данномъ разстояніи одна свѣча освѣщаетъ съ такою же силою, какъ четыре свѣчи на разстояніи вдвое большемъ. На тройномъ разстояніи понадобится для такого же освѣщенія девять свѣчей, на четверномъ шестнадцать.

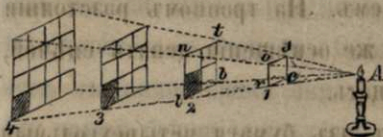
Опытъ 6. Вырѣжемъ изъ бѣлаги четырехугольный лоскутокъ въ 1 дюймъ длиною и такой же ширины, и прилѣпивъ его воскомъ къ проволоцѣ, станемъ держать отвѣсно на 1 дюймъ отъ пламени свѣчи. Сзади этого лоскутка, на двойномъ разстояніи, помѣстимъ, также въ отвѣсномъ положеніи, большой листъ бѣлаги; его можно прислонить къ книгѣ, и т. п. На этомъ листѣ получится тѣнь бѣлаго квадратика, и эта тѣнь будетъ больше самого предмета. Очевидно, что еслибы не было послѣдняго, то поверхность, занимаемая теперь тѣнью, была бы освѣщена тѣми самыми лучами свѣта, которые теперь падаютъ на квадратикъ. Слѣдовательно свѣтъ, освѣщающій на разстояніи 1 дюйма поверхность въ 1 квадратный дюймъ, освѣтитъ бы на двойномъ разстояніи большую поверхность. Измѣривши тѣнь, мы найдемъ, что она составляетъ четырехугольникъ въ 2 дюйма длины и 2 дюйма ширины, слѣдовательно занимаетъ поверхность въ четыре квадратныхъ дюйма. Итакъ, то же самое количество свѣта, которое на данномъ разстояніи падаетъ на 1 квадратный дюймъ, на двойномъ разстояніи распространится по площади вчетверо

Яркость освѣщенія уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ источника свѣта.

большей, причемъ на каждый квадратный дюймъ придется только четверть прежняго освѣщенія.

Лучи, идущіе изъ источника свѣта *A*, расходятся такимъ-образомъ, что, освѣщая на извѣстномъ разстояніи

Фиг. 280.



1 квадратный дюймъ, могутъ на разстояніи вдвое большемъ освѣтить $2 \times 2 = 4$ квадратныхъ дюйма, на тройномъ $3 \times 3 = 9$.

Сила же освѣщенія будетъ на двойномъ разстояніи $= \frac{1}{4}$, на тройномъ $\frac{1}{9}$.

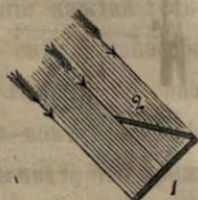
Законъ I: *Съ увеличеніемъ разстоянія отъ источника свѣта, сила или яркость освѣщенія уменьшается, и именно во столько разъ, во сколько увеличивается квадратъ разстоянія.*

Яркость освѣщенія зависитъ отъ направленія лучей свѣта.

Опытъ с. Сила свѣта зависитъ не только отъ разстоянія источника свѣта, но и отъ направленія лучей. Для доказательства этого берутся снова два лоскутка бумаги, одинъ поменьше, другой побольше. Сначала держать ихъ перпендикулярно къ солнечнымъ лучамъ; маленькій лоскутокъ помѣщается впереди, и бросаетъ тѣнь свою на большой. Потомъ мало-по-малу наклоняютъ маленькій лоскутокъ такъ, чтобы лучи свѣта падали на него всё болѣе-и-болѣе косвенно. Мы увидимъ, что при этомъ тѣнь его уменьшается, слѣдовательно самъ онъ освѣщается всё меньше-и-меньше; многіе лучи, которыхъ онъ прежде не пропускалъ, теперь не попадаютъ на него и проходятъ свободно на задній лоскутокъ. Значитъ, чѣмъ косвеннѣе падаютъ лучи

свѣта на какую-нибудь поверхность, тѣмъ меньшимъ количествомъ лучей она освѣщается; наибольшее же освѣщеніе происходитъ тогда, ко-

фиг. 281.



гда лучи падаютъ на нее подъ прямымъ угломъ. На чертежѣ изображена одна и та же плоскость, освѣщенная въ двухъ различныхъ положеніяхъ. Въ положеніи (1), когда направленіе лучей перпендикулярно къ ней, всѣ начерченные лучи падаютъ на поверхность; при наклонномъ же положеніи (2) часть лучей проходитъ мимо плоскости, не участвуя въ освѣщеніи ея.

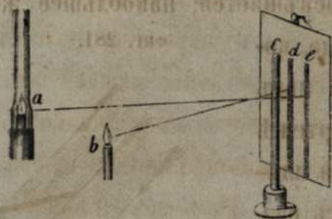
Законъ II: *Освѣщеніе бываетъ тѣмъ слабѣе, чѣмъ косвеннѣе падаютъ лучи свѣта.*

Когда два тѣла освѣщаются различными источниками свѣта, то освѣщеніе будетъ тамъ меньше, гдѣ источникъ свѣта слабѣе; въ этомъ случаѣ, сила освѣщенія зависитъ, между прочимъ, и отъ силы свѣта освѣщающаго тѣла.

297. **Фотометръ** Приборы, служащіе для измѣренія силы свѣта и для сравненія различныхъ источниковъ свѣта, называются фотометрами. Фотометръ Румфорда состоитъ изъ палочки, которая ставится вертикально, въ нѣкоторомъ удаленіи, передъ бѣлымъ экраномъ. Вмѣсто палочки можетъ служить карандашъ, вставленный въ просверленную пробку, вмѣсто экрана — листъ бѣлой бумаги. Передъ экраномъ, на равныхъ отъ него разстояніяхъ (около 3 футовъ), ставятся двѣ одинаковыя свѣчи. Карандашъ помѣщается на разстояніи 1 фута отъ экрана и бросаетъ на него двѣ тѣни отъ двухъ

Фотометръ.

Фиг. 282.



источниковъ свѣта. Чѣмъ сильнѣе источникъ свѣта, тѣмъ очевидно темнѣе будетъ тѣнь; въ нашемъ опытѣ обѣ тѣни одинаково темны. Чтобы удобнѣе сравнивать ихъ, сближаютъ меж-

ду собою обѣ свѣчи, не измѣняя ихъ разстоянія отъ экрана, до-тѣхъ-поръ пока тѣни не прикоснутся одна къ другой.

Опытъ а. Положимъ, что требуется узнать, во сколько разъ лампа, съ круглой свѣтильной и двойной тягой воздуха, свѣтитъ сильнѣе сальной свѣчи. Для этого послѣдняя ставится на 1 аршинъ отъ экрана, а лампа удаляется на такое разстояніе, чтобы обѣ тѣни палочки фотометра сдѣлались одинаково темными. Положимъ, что пришлось для этого отодвинуть лампу на 3 аршина отъ экрана. Значитъ лампа на тройномъ разстояніи освѣщаетъ тѣнь, происходящую отъ свѣчи, съ такою же яркостью, съ какою свѣча на единичномъ разстояніи, освѣщаетъ тѣнь, производимую лампой. Но на тройномъ разстояніи, по предъидущему §, каждая точка экрана получаетъ только $\frac{1}{9}$ часть прежняго количества свѣта. Слѣдовательно, одна девятая часть свѣта лампы также сильна, какъ полный свѣтъ свѣчи, а полный свѣтъ отъ лампы будетъ очевидно въ девять разъ больше, нежели свѣтъ свѣчи.

Опытъ б. Двѣ одинаковыя сальныя свѣчи ставятся передъ экраномъ на разстояніи 5 футовъ; одна изъ нихъ зажигается прежде, а потомъ черезъ минуту

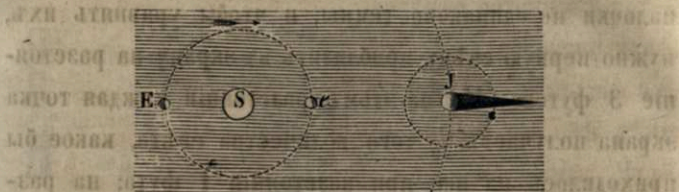
зажигается и другая. При этомъ замѣтимъ, что тѣни палочки не одинаково темны, и чтобы уравнять ихъ, нужно первую свѣчу приблизить къ экрану на разстояние 3 футовъ. Но на этомъ разстояніи каждая точка экрана получаетъ $\frac{1}{9}$ того количества свѣта, какое бы приходилось на нее при разстояніи 1 фута; на разстояніи же 5 футовъ только $\frac{1}{25}$. Такъ-какъ тѣни сдѣлались теперь одинаковыми, то это значитъ, что прежде зажженная свѣча свѣтитъ $\frac{1}{9}$ долею своего свѣта такъ же, какъ вторая $\frac{1}{25}$; полное же освѣщеніе первой свѣчи, будучи въ девять разъ больше настоящаго, составитъ $\frac{9}{25}$ полного освѣщенія второй. Слѣдовательно, освѣщеніе отъ сальной свѣчи уменьшается такъ быстро, что уже черезъ минуту становится слишкомъ вдвое слабѣе, чѣмъ тотчасъ послѣ заженія, или послѣ снятія щипцами.

298. Скорость свѣта. Свѣтъ распространяется съ необыкновенной быстротой; десятки и сотни тысячъ верстъ пробѣгаетъ онъ почти мгновенно. Если представимъ себѣ, что изъ двухъ различныхъ точекъ на земной поверхности, пеходятъ въ одно и то же время два свѣтовые луча, то оба они достигнутъ нашего глаза въ одно и то же время; промежутокъ времени, который отдѣляетъ два впечатлѣнія свѣта, получаемыя нами съ различныхъ разстояній, такъ ничтоженъ, что ускользаетъ отъ нашего сознанія. Скорость свѣта такъ велика, что не можетъ быть опредѣлена изъ наблюдений надъ земными предметами.

Датскій астрономъ Олафъ Ремеръ первый опредѣлилъ, въ 1675 году, скорость свѣта изъ наблюдений надъ спутниками планеты Юпитера. По причинѣ зна-

Скорость
свѣта.

Фиг. 283.



чительной величины Юпитера, трое изъ его спутниковъ, ближайшіе къ нему, при всякомъ оборотѣ около своей планеты, проходятъ черезъ тѣнь ея и претерпѣваютъ затмѣнія. Такъ-какъ затмѣнія эти происходятъ по опредѣленнымъ законамъ, то мы должны ожидать ихъ черезъ равныя промежутки времени, и можемъ напередъ назначить время каждого затмѣнія. Но Ремеръ нашель, что эти назначенныя времена не вполнѣ согласуются съ наблюденіями; что на самомъ дѣлѣ затмѣнія случаются или замѣчаются, тѣмъ позже противъ ожидаемаго, чѣмъ дальше находится Юпитеръ отъ Земли въ разсматриваемый моментъ. Ремеръ объяснилъ эти неправильности тѣмъ, что свѣтъ, единственный вѣстникъ, сообщающій намъ о началѣ и концѣ затмѣнія, тѣмъ дольше не доходитъ до нашего глаза, чѣмъ болѣе путь онъ долженъ при этомъ совершить. Когда Земля находится въ *E*, то затмѣніе замѣчается 16-ю минутами позже, нежели когда она въ *e*, т. е. ближе къ Юпитеру на цѣлый діаметръ своей орбиты; въ первомъ случаѣ свѣтъ употребляетъ эти лишнія 16 минутъ на прохожденіе линіи *Ee*, т. е. діаметра земной орбиты. Такъ-какъ послѣдній содержитъ 42 милліона географическихъ миль, то свѣтъ проходитъ 42 милліона миль въ 16 минутъ. По этому солнечный свѣтъ, со-

вершая ровно половину этого пути, достигаетъ до Земли въ 8 минутъ. Свѣтъ ближайшихъ неподвижныхъ звѣздъ доходить до насъ въ три года, а отъ самыхъ отдаленныхъ черезъ цѣлыя столѣтія. Такимъ-образомъ, лучи свѣта, которые въ звѣздную ночь изливаютъ на насъ свѣтила небеснаго свода, можно уподобить курьерамъ, отправившимся въ путь въ весьма различныя времена и несущимъ съ собою вѣсти о болѣе или менѣе отдаленныхъ по времени событіяхъ. Такъ свѣтъ Луны говоритъ намъ почти о настоящемъ, свѣтъ звѣздъ о временахъ болѣе или менѣе отдаленныхъ. Въ одно и то же время мы читаемъ въ небѣ и современное, и рядомъ съ нимъ давно прошедшее.

Такъ-какъ секунда составляетъ $\frac{1}{60}$ часть минуты, то скорость свѣта въ 1 секунду равняется 42 милямъ; она около милліона разъ больше скорости звука.

ОТРАЖЕНІЕ СВѢТА.

299. Отраженіе свѣта отъ зеркалъ. Покуда свѣтъ движется внутри воздушнаго слоя, имѣющаго повсюду одинаковую плотность, до-тѣхъ-поръ путь его есть прямая линія. Но какъ скоро онъ встрѣчаетъ какое-нибудь непрозрачное тѣло, которое не позволить ему продолжать движеніе по прямой линіи, то лучи свѣта отражаются отъ этого тѣла и принимаютъ новое направленіе. Это отраженіе лучей свѣта отъ непрозрачной поверхности имѣетъ большое сходство съ тѣми явленіями, какія мы замѣчаемъ при ударѣ упругаго мячика о стѣну,

Отраженіе.
отъ зеркалъ

при ударѣ волнъ о берегъ рѣки и, наконецъ, при отраженіи звука (§ 277).

Опытъ. Возьмемъ небольшое зеркало и положимъ его горизонтально въ такомъ мѣстѣ, гдѣ бы на него падали лучи солнца, или зажженной свѣчи. Тогда мы увидимъ на стѣнѣ или на потолкѣ комнаты ярко освѣщенное пространство такого же вида, какъ зеркало. Если закрыть часть зеркала, то форма свѣтлаго пространства измѣнится. Если на прямой линіи между зеркаломъ и освѣщеннымъ пространствомъ помѣстить глазъ, то получимъ сильное ощущеніе свѣта. Ясно, что лучи, упавшіе на зеркало, перемѣнили направленіе, отразились и потому-то освѣтили такое пространство, куда безъ этого они не могли бы проникнуть. При передвиженіи зеркала, отраженные лучи измѣняютъ направленіе, и свѣтлое пространство перемѣщается.

Такое отраженіе свѣта производятъ всѣ тѣла, имѣющія гладкую поверхность. Вмѣсто зеркала можно бы взять отполированную пластинку изъ дерева или металла, также поверхность воды или ртути въ сосудѣ. Можно бы наконецъ употребить обыкновенное прозрачное стекло, держа его такимъ-образомъ, чтобы лучи свѣта падали на него весьма косвенно.

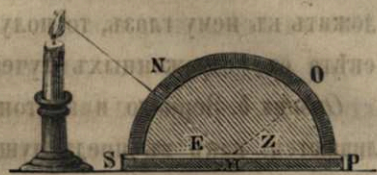
Всякая гладкая поверхность, отражающая свѣтъ, называется зеркаломъ.

300. Законы отраженія свѣта.

Опытъ а. Вырѣжемъ изъ картона полукругъ *SNOP* и поставимъ его отвѣсно на зеркало *SP*, имѣющее горизонтальное положеніе. Для опыта нужно только, чтобы подъ самымъ центромъ полукруга была отражающая поверхность; поэтому достаточно маленького

Главные за-
коны отра-
женія.

Фиг. 284.

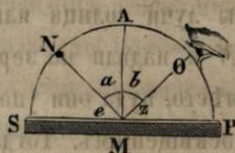


кусочка зеркала. По окружности полукруга $SNOP$ приклеивается сургучомъ или клеемъ полоска изъ толстой бумаги, въ руку шириной. Въ какой-нибудь точкѣ N , вплоть у самого полукруга, въ полоскѣ прокалывается отверстіе. Приготовивши этотъ снарядъ, даютъ ему такое положеніе, чтобы лучи солнца или свѣчи проходили сквозь отверстіе N и падали на зеркало SP , близъ центра полукруга; мѣсто, куда они упадутъ, обнаружится болѣе яркимъ освѣщеніемъ. Тогда на внутренней сторонѣ бумажной полосы, обтягивающей полукругъ, появится свѣтлая точка O ; она исчезнетъ, какъ-скоро закроемъ пальцемъ средину M зеркала. Слѣдовательно, лучъ свѣта, идущій сквозь отверстіе N въ точку M , перемѣнилъ здѣсь свое направленіе, отразился, и пошелъ изъ M въ O . При этомъ не трудно замѣтить слѣдующее. Во-первыхъ, точка O лежитъ у самой поверхности полукруга, слѣдовательно лучъ NMO и до и послѣ отраженія движется въ плоскости отвѣснаго полукруга. Отраженный лучъ съ падающимъ находится въ одной и той же плоскости, перпендикулярной къ зеркалу. Во-вторыхъ, если измѣрить въ градусахъ или посредствомъ циркуля дугу SN , то окажется, что точка O , куда падаетъ отраженный лучъ MO , лежитъ на такомъ же разстояніи отъ P , какъ N отъ S . Дуги NS и OP равны; но онѣ служатъ мѣрою для угловъ E и Z , слѣдовательно и эти углы равны между собою. Отраженный лучъ MO составляетъ

съ поверхностью зеркала такой же уголъ, какъ и падающій лучъ NM . Если въ O сдѣлать отверстіе и приложить къ нему глазъ, то получится сильное ощущеніе свѣта отъ отраженныхъ лучей.

Опытъ в. Зеркало и картонный полукругъ устанавливаются, какъ въ предыдущемъ опытѣ. На окружности полукруга, въ какой-нибудь точкѣ N , укрѣпляется блестящій шарикъ; всего проще взять булаву

фиг. 285.



ку и воткнуть ее въ картонъ, оставивъ головку снаружи. Потомъ на полукругѣ назначается циркулемъ точка O , лежащая на такой же высотѣ надъ P , какъ булавоочная головка N надъ S ; въ этой точкѣ O помѣщается глазъ наблюдателя. Если отсюда смотрѣть на M , то увидимъ въ зеркалѣ изображеніе булавоочной головки; оно исчезнетъ, если закроемъ пальцемъ средину M зеркала или какую-нибудь точку на линіи NM . Лучи свѣта, падающіе изъ N въ M , отражаются по направленію MO , не выходя изъ плоскости полукруга и составляя съ поверхностью зеркала уголъ Z , равный углу E падающихъ лучей. Изъ этихъ двухъ опытовъ мы выводимъ слѣдующіе

главные законы отраженія: I. *Отраженный лучъ остается съ падающимъ въ одной плоскости, перпендикулярной къ зеркалу.*

II. *Уголъ, образуемый отраженнымъ лучемъ съ плоскостью зеркала, равенъ углу падающаго луча съ тою же плоскостью.*

Это общіе законы для всякихъ зеркалъ вообще. Второй законъ отраженія часто выражается иначе. Вооб-

разимъ черезъ точку M лучъ AM , падающій на зеркало подъ прямымъ угломъ. Уголъ между перпендикуляромъ и поверхностью зеркала заключаетъ въ себѣ 90 градусовъ. Если положимъ, что углы лучей, падающаго и отраженнаго съ той же поверхностью, будутъ каждый по 20 градусовъ; тогда мы будемъ имѣть между лучемъ OM и перпендикуляромъ AM уголъ b въ 70 градусовъ, между NM и AM уголъ a также въ 70 градусовъ. Слѣдовательно, отраженный лучъ дѣлаетъ съ перпендикуляромъ такой же уголъ, какъ падающій лучъ. Уголъ b между отраженнымъ лучемъ и перпендикуляромъ называется угломъ отраженія, а уголъ a падающаго луча съ той же линіей AM — угломъ паденія. Итакъ отраженіе происходитъ всегда такимъ-образомъ, что уголъ отраженія равенъ углу паденія.

301. Изображенія въ плоскомъ зеркалѣ. Обыкновенное плоское зеркало состоитъ изъ стекла, обложеннаго оловомъ и ртутью. При приготовленіи, листъ олова разстилается на горизонтальной плоскости, и покрывается ровнымъ и тонкимъ слоемъ ртути. Потомъ сверху накладывается стекло, приготовленное для зеркала и тщательно вытертое, и придавливается гирями. Впродолженіи сутокъ смѣсь двухъ металловъ съ силою всосется въ стекло (§ 84 B) и обкладка плотно пристанетъ къ нему. Эта-то металлическая обкладка (амальгама) представляетъ отражающую поверхность. Но и передняя поверхность стекла производитъ слабое отраженіе свѣта, особенно если смотрѣть на нее вкось. Поэтому, всѣ стеклянные зеркала имѣютъ тотъ недостатокъ, что отъ нихъ получаются двойственные изображенія. Впрочемъ это имѣетъ

Изображенія
въ плоскомъ
зеркалѣ.

вліяніе только при строгихъ изслѣдованіяхъ. Самыя совершенныя и вмѣстѣ съ тѣмъ самыя дорогія зеркала — металлическія.

Опытъ а. Если передъ обыкновеннымъ плоскимъ зеркаломъ помѣститъ какой-нибудь предметъ, то въ зеркалѣ получится изображеніе этого предмета. Такимъ предметомъ можетъ служить крестъ, сдѣланный изъ лучинки и двухъ булавокъ. Положимъ сначала, что зеркало имѣетъ отвѣсное положеніе и предметъ стоитъ

фиг. 286.



передъ нимъ также отвѣсно, тогда и изображеніе получится отвѣсное. Оно будетъ точно такого же вида и величины, какъ самый предметъ, и представится на такомъ разстояніи позади зеркала, на какомъ въ дѣйствительности находится впереди. Если положить крестъ горизонтально, основаніемъ (т.е.

длинымъ концомъ) къ зеркалу, то изображеніе получится горизонтальное, и обращенное основаніемъ къ зеркалу. Когда крестъ имѣетъ наклонное положеніе, то изображеніе будетъ также наклонное, и подъ такимъ же угломъ къ задней сторонѣ зеркала, какъ самый предметъ къ передней. Если при этомъ основаніе креста ближе къ зеркалу, чѣмъ поперечная спица, то и въ изображеніи получится тоже самое, и т. д.

Опытъ в. Далѣе, зеркало кладется на столъ, и предметъ ставится отвѣсно. Получится изображеніе предмета отвѣсное и обращенное. Это легко объяснить, основываясь на предъидущемъ. Въ-самомъ-дѣлѣ, самая нижняя точка предмета наименѣе удалена отъ зеркала,

поэтому и въ изображеніяхъ она представится всѣхъ ближе къ нему, т. е. въ самомъ верху.

Напротивъ, вершина предмета, какъ точка наиболѣе удаленная отъ зеркала, представится дальше всѣхъ, т. е. въ самомъ

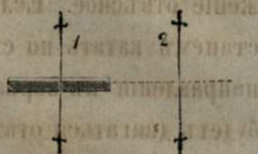
низу. Чтобы видѣть отраженное изображеніе, нѣтъ надобности ставить предметъ надъ самымъ зеркаломъ, онъ можетъ быть и сбоку отъ зеркала (см. 2). Если поставить крестъ по правую сторону отъ зеркала, и тутъ же помѣстить глазъ, то изображенія не получится; но если посмотрѣть съ противоположной стороны, т. е. съ лѣвой, то оно сдѣлается видимо, совершенно также, какъ-будто бы предметъ стоялъ надъ самымъ зеркаломъ, или какъ-будто бы послѣднее было продолжено въ правую сторону. Подобный случай замѣчается при отраженіи береговъ въ рѣкѣ.

Опытъ с. Наконецъ зеркалу дается косвенное положеніе: именно оно отклоняется отъ горизонтальнаго направленія на половину прямого угла, т. е. на 45 гра-

дусовъ. Если теперь поставить предметъ вертикально, то онъ будетъ наклоненъ къ зеркалу подъ угломъ въ 45 градусовъ; подъ такимъ же угломъ должно получиться и изображеніе его за зеркаломъ. Отсюда ясно, что при настоящемъ положеніи зеркала, отвѣсно стоящій предметъ представится въ горизонтальномъ положеніи.

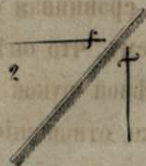
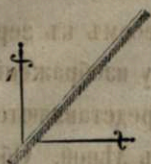
На оборотъ, если (см. 2) дадимъ

Фиг. 287.



Наклонное
положеніе
зеркала.

Фиг. 288.



предмету горизонтальное положеніе, то получимъ изображеніе отвѣсное. Если передъ наклоннымъ зеркаломъ станемъ катать по столу шарикъ или карандашъ въ направленіи къ зеркалу или отъ него, то изображеніе будетъ двигаться отвѣсно вверхъ и внизъ.

Изображеніе предмета въ плоскомъ зеркалѣ представляется на такомъ же разстояніи позади зеркала, на какомъ самый предметъ лежитъ передъ нимъ, и имѣетъ одинаковые очертаніе и величину съ предметомъ.

Симметрич-
ность между
предметомъ и
его изобра-
женіемъ.

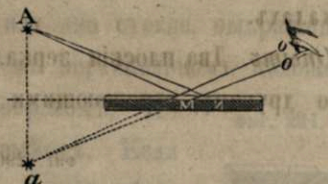
Опытъ d. Изъ предъидущаго понятно, почему въ изображеніи какого-нибудь предмета правая сторона представляется намъ противъ правой стороны предмета, лѣвая — противъ лѣвой. Такъ, напр. смотря въ зеркало на самого себя, мы видимъ правую руку изображенія противъ нашей правой руки. Но еслибы вмѣсто изображенія стоялъ передъ нами человѣкъ, обращенный къ намъ лицомъ, то противъ нашей правой руки приходилась бы его лѣвая. Слѣдовательно, въ сравненіи съ настоящимъ предметомъ, изображеніе показываетъ правую сторону тамъ, гдѣ должна быть лѣвая. Если станемъ писать передъ зеркаломъ, то намъ покажется, что изображеніе пишетъ лѣвой рукой. Если поднесемъ къ зеркалу раскрытую книгу, то по отраженному изображенію невозможно читать, потому-что буквы представляются на оборотъ и идутъ отъ правой руки къ лѣвой. Оборотивъ лѣвую руку ладонью къ зеркалу и сравнивая ея изображеніе съ правою рукою, мы найдемъ, что онѣ совершенно одинаковы. Значитъ, между лѣвой рукой и ея изображеніемъ существуетъ такое же отношеніе, какъ между лѣвой рукой и правой; или

какъ говорятъ, изображеніе симметрично съ предметомъ.

Постараемся теперь объяснить, на основаніи зако- Объясненіе.
новъ отраженія, то, что мы сказали объ изображеніяхъ въ плоскомъ зеркалѣ.

Представимъ себѣ гдѣ-нибудь надъ поверхностью плоскаго зеркала, или надъ продолженіемъ ея, свѣтящуюся точку A . Изъ этой точки падаетъ на зеркало безчисленное множество лучей, между прочими AM и AN . Всѣ они отразят-

Фиг. 289.



ся такимъ-образомъ, что лучъ отраженный составитъ съ плоско-стью зеркала такой же уголъ, какъ лучъ падающій. Лучъ AM , по отраженіи, пойдетъ по MO , и AN по NO . Эти два луча, MO и NO , и тѣ, которые идутъ въ промежуткѣ между ними, достигаютъ нашего глаза. Направленіе ихъ таково, что всѣ они, будучи продолжены внизъ отъ зеркала, сошлись бы въ точкѣ a , лежащей на такомъ же разстояніи отъ зеркала, какъ предметъ A по другую сторону отъ него. Эти отраженные лучи произведутъ на нашъ глазъ такое же впечатлѣніе, какъ-будто бы они выходили изъ точки a , и намъ будетъ казаться, что въ этой точкѣ a помѣщенъ самый предметъ. Но ни какъ не должно думать, что въ a дѣйствительно существуетъ изображеніе предмета, что-то въ родѣ картины; изображеніе это мнимое, кажущееся. Лучи свѣта, входящіе въ глазъ, не въ-самомъ-дѣлѣ выходятъ изъ точки a , а только получаютъ, отразившись отъ зеркала, такое направленіе, что

Изображеніе въ плоскомъ зеркалѣ есть мнимое.

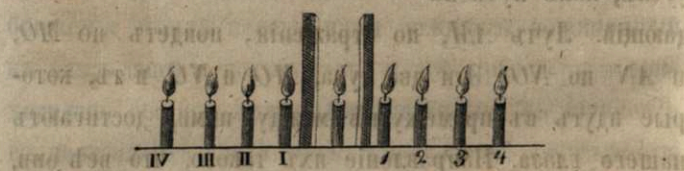
кажутся глазу выходящими изъ этой точки. Еслибы въ *a* существовало дѣйствительное или объективное изображеніе, то оно было бы видимо и съ лѣвой стороны отъ зеркала. А между-тѣмъ, помѣстивши глазъ съ лѣвой стороны, мы не увидимъ изображенія; въ этомъ случаѣ отраженные лучи не попадаютъ въ глазъ. Итакъ, изображеніе въ плоскомъ зеркалѣ бываетъ не дѣйствительное или объективное, но только кажущееся, мнимое или субъективное.

Параллель-
ныя зеркала.

302. Изображенія въ двухъ параллельныхъ плоскихъ зеркалахъ.

Опытъ. Два плоскія зеркала ставятся параллельно одно другому, отражающими поверхностями внутрь.

Фиг. 290.



Положимъ, что оба зеркала вертикальныя и между ними стоитъ зажженная свѣча. Приблизивъ къ ней глазъ, мы увидимъ въ каждомъ изъ двухъ зеркалъ, рядъ изображеній, стоящихъ одно за другимъ. Во-первыхъ, предметъ отражается непосредственно въ каждомъ изъ зеркалъ и даетъ изображенія I и 1. Но кромѣ-того, въ лѣвомъ зеркалѣ отражается все правое зеркало, вмѣстѣ съ изображеніемъ 1, и отъ этого происходитъ новое изображеніе II. Такимъ же образомъ въ правомъ зеркалѣ отражается лѣвое, вмѣстѣ со своими изображеніями I и II и получаютъ еще два изображенія 2 и

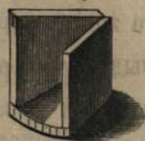
3. Они снова отразятся въ лѣвомъ зеркалѣ въ III и IV. Такимъ-образомъ, каждое изображеніе, полученное въ одномъ зеркалѣ, отражается въ другомъ, и мы должны были бы получить безчисленное множество изображеній предмета. Но такъ-какъ эти изображенія, послѣдовательно отражаясь, болѣе-и-болѣе теряютъ яркость, то только извѣстное число ихъ достаточно ярко, и потому видимо.

303. Плоскія зеркала, наклоненныя одни къ другимъ подѣ какимъ-либо угломъ. Калейдоскопъ.

Зеркала, наклоненныя одно къ другому.

Опытъ. Два зеркала или два стекла, выкрашенные сзади тушью, ставятся въ вертикальномъ положеніи, подѣ угломъ, такимъ-образомъ, что края ихъ сходятся вмѣстѣ. Если между ними поставить какой-нибудь предметъ и смотрѣть разомъ въ оба зеркала, то увидимъ нѣсколько изображеній предмета. Чѣмъ меньше уголъ между зеркалами, тѣмъ больше будетъ число изображеній. Если этотъ уголъ прямой, то видны кромѣ

Фиг. 291.



самаго предмета еще три изображенія. Если сдвинуть зеркала, такъ чтобы они заключали между собою уголъ равный половинѣ прямого, то предметъ покажется въ восьми мѣстахъ (въ томъ числѣ семь изображеній). Если помѣстить между такими зеркалами горизонтальную дугу круга, въ $\frac{1}{8}$ долю окружности, то она и ея изображенія составятъ цѣлый кругъ. Треугольникъ *MNO*, вырѣзанный изъ бумаги и вставленный между зеркалами *MS* и *MP*, которыя составляютъ уголъ

Фиг. 292.



Калейдо-
скопъ.

въ $\frac{1}{12}$ часть окружности, будетъ видѣнъ 12 разъ, и составитъ съ своими изображеніями шестигольную звѣзду.

Отраженіемъ наклонныхъ одно къ другому зеркалъ пользуются при устройствѣ калейдоскопа. Онъ состоитъ изъ двухъ плоскихъ зеркалъ, установленныхъ подъ угломъ внутри трубки. На одномъ концѣ этой трубки находится коробочка, составленная изъ двухъ плоскихъ стеклянныхъ кружковъ: она наполняется просвѣчивающими камешками и цвѣтными стеклами. Наружное дно коробочки имѣетъ матовую поверхность, оно пропускаетъ дневной свѣтъ, но не позволяетъ предметамъ, находящимся внѣ прибора, отражаться въ зеркалахъ. На другомъ концѣ трубка имѣетъ узкое отверстіе для глаза. Смотри въ это отверстіе и въ то же время вращая трубку, увидимъ всё новыя-и-новыя симметричныя группировки разноцвѣтныхъ тѣлъ, въ видѣ различныхъ четырехъугольниковъ и звѣздъ. Съ нихъ можно снимать узоры для тканей, ковровъ и различныхъ украшеній. Впрочемъ, для послѣдней цѣли лучше употреблять простѣ два отвѣсныя зеркала, безъ трубы; между этими зеркалами помѣщается рисунокъ, отъ котораго, посредствомъ отраженія, получается правильный узоръ.

Зажигатель-
ное дѣйствіе
вогнутого
зеркала.

304. Вогнутыя зеркала; употребленіе ихъ для зажигания и освѣщенія.

Опытъ а. За неимѣніемъ вогнутого зеркала, всякій можетъ самъ его сдѣлать въ маломъ размѣрѣ. Для этого берется часовое стекло и съ выпуклой стороны покрывается сургучомъ; не мѣшаетъ также приклеить съ этой стороны длинную пробку, которая бы могла служить рукояткой.

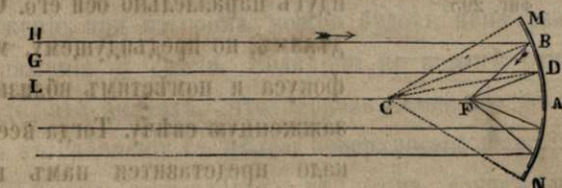
Вогнутое зеркало есть часть полированной внутри шаровой поверхности. Эта часть всегда бываетъ очень мала въ сравненіи съ цѣлою поверхностью шара. Лучъ CO , падающій на средину зеркала подѣ прямымъ угломъ, т.-е. проходящій черезъ центръ его шаровой поверхности, называется осью вогнутого зеркала.

Фиг. 293.



Вогнутому зеркалу дается такое положеніе, чтобы солнечные лучи падали на него параллельно оси; затѣмъ переносимъ его.

Фиг. 294.



редъ зеркаломъ помѣщается узенькая полоска бумаги. Лучи, отраженные отъ зеркала, упадутъ на бумагу, и образуютъ на ней свѣтлый кружокъ. Передвигая бумажку, можно найти для нее такое положеніе, при которомъ кружокъ будетъ такъ малъ, что представится почти одной точкой. Слѣдовательно, лучи свѣта, падающіе параллельно оси на вогнутое зеркало, по отраженіи проходятъ всѣ черезъ одну и ту же точку. Опытъ показываетъ, что эта точка лежитъ на оси зеркала, въ срединѣ F , между серединой кривизны зеркала A и центромъ его C . Такъ-какъ солнечные лучи не только освѣщаютъ, но и грѣютъ, то по отраженіи, сходясь всѣ въ одной точкѣ F , они произведутъ здѣсь значительный жаръ, такъ-что могутъ зажигать горячія тѣла. Точка

Фокусъ.

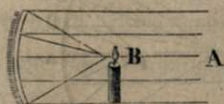
F , въ которой соединяются отраженные лучи, называется фокусомъ вогнутого зеркала. Отъ нашего маленькаго зеркала повышеніе температуры въ F будетъ ничтожно, но и оно уже ощутительно, если подставить палецъ. О сильныхъ зажигательныхъ зеркалахъ мы будемъ говорить ниже (§ 347).

Итакъ, вогнутое зеркало дѣйствуетъ, какъ зажигательное зеркало, потому-что собираетъ въ одну точку всѣ лучи параллельные оси.

Освѣщеніе по-
средствомъ
вогнутого
зеркала.

Опытъ b. На оборотъ, когда лучи свѣта выходятъ изъ фокуса вогнутого зеркала, то по отраженіи они

фиг. 295.



идутъ параллельно оси его. Опредѣлимъ, по предыдущему, мѣсто фокуса и помѣстимъ вблизи его зажженную свѣчу. Тогда все зеркало представится намъ какъ-

бы въ огнѣ, и листъ бумаги, помѣщенный гдѣ-нибудь въ A , будетъ ярко освѣщенъ отраженными параллельными лучами. Поэтому, вогнутое зеркало, въ фокусѣ котораго находится источникъ свѣта, можетъ служить для освѣщенія. Такія зеркала употребляются для фонарей, а особенно на маякахъ.

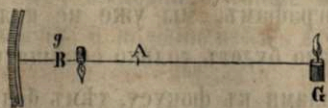
Вогнутое зеркало усиливаетъ освѣщеніе, потому-что всѣ лучи, падающіе на него изъ фокуса, отражаются параллельно оси.

Объективныя
изображенія
въ вогнутомъ
зеркалѣ.

305. Объективныя (дѣйствительныя) изображенія, производимыя вогнутымъ зеркаломъ.

Опытъ a. Для изслѣдованія, какія изображенія даетъ вогнутое зеркало, берется снова часовое стекло и зажженная свѣча. Сначала свѣча G ставится въ нѣсколькихъ футахъ передъ стекломъ, тогда въ g по-

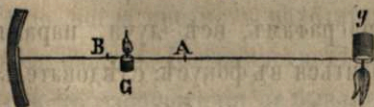
Фиг. 296.



лучится изображеніе ея въ уменьшенномъ и обратномъ видѣ. Привыкнувъ въ плоскихъ зеркалахъ видѣть изображеніе за зеркаломъ, можно подумать, что и въ этомъ случаѣ изображеніе *g* находится позади вогнутаго зеркала. Но легко убѣдиться, что это несправедливо. Стоитъ только взять узенькую полоску обыкновенной, или прозрачной бумаги и помѣстить ее передъ зеркаломъ въблизи фокуса; легко найти для нея такое положеніе, при которомъ можно будетъ ясно увидѣть изображеніе *g* свѣчи. Если оно не вполнѣ отчетливо, то это значитъ, что зеркало наше не довольно мало въ сравненіи съ цѣлою поверхностію шара, часть которой оно составляетъ; въ этомъ случаѣ нужно закрыть края его бумажнымъ кольцомъ. Обратное и уменьшенное изображеніе предмета представляется на прозрачной бумагѣ, какъ-бы нарисованнымъ изображеніемъ; оно можетъ быть видимо со всѣхъ сторонъ, какъ дѣйствительно существующій предметъ; и въ-самомъ-дѣлѣ распространяетъ отъ себя лучи свѣта. Поэтому, оно есть дѣйствительное или объективное изображеніе.

Опытъ в. Далѣе свѣча придвигается ближе-и-ближе къ фокусу зеркала. Не должно однакоже помѣщать ее въ самомъ фокусѣ *B*, потому-что тогда, по предъ-

Фиг. 297.



идущимъ параграфамъ, мы уже не получимъ изображенія, и зеркало будетъ только освѣщать. Чѣмъ болѣе приблизится пламя къ фокусу, тѣмъ больше сдѣлается изображеніе *g*. Это изображеніе, какъ и прежде, можно принять на бумагу; оно будетъ обратное, но далѣе отъ зеркала, нежели самый предметъ.

Когда предметъ находится передъ фокусомъ вогнутого зеркала, то изображеніе его составляется передъ зеркаломъ и бываетъ обратное и дѣйствительное (объективное). Если предметъ довольно далеко отъ зеркала, то изображеніе бываетъ уменьшенное и близъ фокуса; напротивъ, когда предметъ близокъ къ фокусу, то изображеніе будетъ увеличенное и далѣе отъ фокуса.

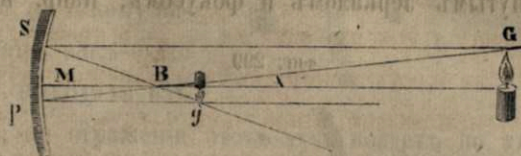
Когда зеркало велико, напр. фута въ два или болѣе шириною, то объективное изображеніе весьма ясно рисуется въ воздухѣ, и нѣтъ надобности принимать его на бумагу. Такія вогнутыя зеркала употреблялись у фокусниковъ, для такъ-называемаго вызыванія духовъ. Если передъ большимъ вогнутымъ зеркаломъ помѣстимъ вверхъ корешками букетъ цвѣтовъ, а на томъ мѣстѣ, гдѣ происходитъ изображеніе поставимъ вазу, то зрителямъ будетъ казаться, что они видятъ вазу наполненную цвѣтами.

Объясненіе.

Не трудно объяснить, какимъ-образомъ составляются эти изображенія. Для этого, рассмотримъ направление отраженныхъ лучей. Въ числѣ лучей, выходящихъ изъ вершины *G* предмета, лучъ *GS* идетъ параллельно оси вогнутого зеркала. Но по предъидущимъ параграфамъ, всѣ лучи, параллельные оси, должны отразиться въ фокусѣ; слѣдовательно лучъ *GS*, по отраженіи, пойдетъ по *SG*, черезъ фокусъ *B*. На-

противъ, лучъ GP , выходящій также изъ G , проходитъ черезъ фокусъ, и подобно всѣмъ лучамъ идущимъ

Фиг. 298.



изъ фокуса, отразится параллельно оси. Оба отраженные луча, Sg и Pg , соединятся въ точкѣ g , лежащей ниже оси, между-тѣмъ какъ соотвѣтственная точка G предмета лежитъ выше оси. Соединившись въ G , лучи расходятся далѣе направо, совершенно такимъ-образомъ, какъ-будто бы они выходили изъ g , т.-е. какъ-будто g есть дѣйствительно существующій предметъ. Поэтому мы видимъ въ точкѣ g изображеніе вершины пламени. Легко убѣдиться, что нижній конецъ свѣчи изобразится выше точки g , такъ-что изображеніе будетъ обратное. Теперь рассмотрим образованіе изображенія, когда предметъ помѣщенъ близъ фокуса зеркала: положимъ, что нижняя часть его находится въ g . Тогда лучи gP и gS , падающіе изъ этой точки g , отразятся по PG и SG —одинъ черезъ фокусъ, другой параллельно оси. Оба отраженные луча сойдутся въ точкѣ G , выше оси, и здѣсь получится изображеніе нижней части предмета.

306. Мнимыя (субъективныя) изображенія въ вогнутомъ зеркалѣ. Изъ всѣхъ зеркалъ только одни вогнутыя даютъ объективныя, т.-е. дѣйствительныя изображенія, и то лишь тогда, когда предметъ находится дальше отъ зеркала, нежели фокусъ. Когда предметъ помѣщенъ въ самомъ фокусѣ, то изображенія не бываетъ. Наконецъ,

когда предметъ находится между зеркаломъ и фокусомъ, то изображеніе будетъ субъективное, мнимое.

Субъективное прямое и увеличенное изображение.

Опытъ. Пламя свѣчи помѣщается гдѣ-нибудь между вогнутымъ зеркаломъ и фокусомъ, напр. въ G .

Фиг. 299.



Мы увидимъ тогда въ g увеличенное изображеніе, но оно будетъ уже вовсе не такое, какъ предъидущія. Во-первыхъ, оно прямое, между-тѣмъ какъ объективныя изображенія бываютъ всегда обратныя; во-вторыхъ, оно представляется намъ позади зеркала, какъ это было въ плоскомъ зеркалѣ. Напрасно мы стали бы стараться уловить это изображеніе на бумагу. Въ сущности, ни одинъ лучъ изъ пламени не проходитъ сквозь зеркало, и отраженные лучи не въ-самомъ-дѣлѣ соединяются позади зеркала для составленія изображенія, но принимаютъ такое направленіе, какъ-будто бы выходили изъ точекъ лежащихъ за зеркаломъ. Итакъ, въ этомъ случаѣ изображеніе есть мнимое или субъективное.

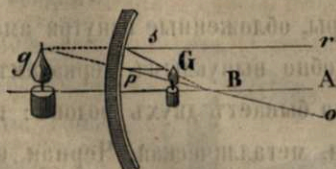
Когда предметъ находится между вогнутымъ зеркаломъ и его фокусомъ, то глазъ видитъ прямое и увеличенное изображеніе позади зеркала.

Объясненіе.

Лучи свѣта, выходящіе изъ вершины G пламени, отражаются такимъ-образомъ, какъ-будто бы они выходили изъ точки g , лежащей сзади зеркала. Одинъ изъ падающихъ лучей Gp параллеленъ оси зеркала и отра-

зится по линіи po , черезъ фокусъ. Другой лучъ Gs падаетъ на зеркало по такому направленію, какъ-будто бы онъ выходилъ изъ

фиг. 300.



фокуса; по отраженіи этотъ лучъ пойдетъ по sr , параллельно оси. Представимъ себѣ, что оба луча po и sr вступаютъ въ нашъ глазъ, тогда мы будемъ думать, что получаемъ ихъ изъ точки g , лежащей по направленію того и другого луча, т. е. въ ихъ пересѣченіи. Впрочемъ не только Gp и Gs , но и всѣ другіе лучи, падающіе изъ G , по отраженіи будутъ казаться выходящими изъ точки g . Поэтому, мы можемъ гдѣ угодно помѣщать глазъ передъ зеркаломъ и всегда получимъ впечатлѣніе отъ свѣтящейся точки g ; точка g будетъ изображеніе вершины G пламени. Подобнымъ образомъ легко найти, гдѣ будетъ казаться глазу изображеніе нижней части свѣчи. Изъ чертежа яено, что изображеніе предмета получится прямое и уменьшенное.

307. Выпуклая зеркала. Выпуклое зеркало есть часть поверхности шара, отполированной снаружи.

Выпуклая
зеркала.

Опытъ. Маленькимъ выпуклымъ зеркаломъ можетъ служить гладкая металлическая пуговица или шарикъ термометра.

Въ выпукломъ зеркалѣ предметъ (напр. зажженная свѣча), на какомъ бы разстояніи онъ ни находился, всегда даетъ изображеніе прямое и уменьшенное. При томъ оно субъективное --- появляется позади зеркала и не можетъ быть принято на бумагу.

Приготовле-
ніе зеркаль-
ныхъ шаровъ.

Иногда можно встрѣтить въ садахъ стеклянные шары, обложенные изнутри амальгамой и дѣйствующіе подобно выпуклымъ зеркаламъ. Обладка или амальгама бываетъ двухъ родовъ: или черная, или блестящая, металлическая. Черная готовится изъ сажн и мучнаго клейстера, или же наводится копченіемъ. Металлическая амальгама дѣлается слѣдующимъ образомъ: берутся равныя части (по вѣсу) свинца, олова и висмута и плавятся на желѣзной ложкѣ; на поверхности сплава появляется сѣрый, окисленный слой, его снимаютъ ложечкой. Наконецъ къ оставшейся массѣ, не задолго до ея отвердѣнія, прибавляются двѣ трети по вѣсу ртути. Небольшіе шарики изъ бѣлаго стекла можно найти въ стеклянныхъ лавкахъ. Шарикъ внутри долженъ быть совершенно сухъ, его нагреваютъ въ теплой водѣ, вливаютъ амальгаму и встряхиваютъ, чтобы амальгама распредѣлилась внутри правильнымъ слоемъ.

Неправиль-
ное отраже-
ніе.

303. Неправильное отраженіе свѣта. Мы выше замѣтили, что большая часть тѣлъ не имѣетъ собственнаго свѣта; несмотря на то мы ихъ видимъ, слѣдовательно получаемъ отъ нихъ свѣтовые лучи. Спрашивается, какіе же это лучи даютъ намъ возможность видѣть темные предметы?

Опытъ а. Передъ зажженной свѣчой ставится какой-нибудь экранъ, напр. книга. Опытъ дѣлается вечеромъ. Сзади экрана образуется тѣнь, темное пространство. Но если помѣстимъ вкось надъ книгою плоское зеркало, то это пространство будетъ освѣщено отраженными лучами пламени. Теперь возьмемъ вмѣсто зеркала бѣлый листъ бумаги, и дадимъ ему такое же ко-

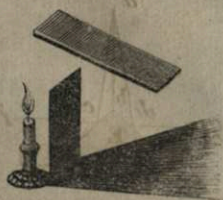
свенное положеніе; мы увидимъ, что онъ также освѣщаетъ сказанную тѣнь, слѣдовательно и онъ отражаетъ лучи свѣта. Только лучи, отражаемые имъ, попадутъ и на такія мѣста, куда казалось бы они не могли про-

никнуть по тому закону отраженія, что уголъ паденія равняется углу отраженія; напр. на заднюю сторону экрана. Въмѣсто бумаги можемъ брать и другія тѣла, не имѣющія гладкой зеркальной поверхности, и результатъ будетъ тотъ же. Значитъ, всѣ тѣла вообще отражаютъ отъ себя лучи свѣта; но при этомъ нарушается одинъ изъ главныхъ законовъ отраженія.

Опытъ b. Повторяется опытъ 300 а., причемъ то мѣсто зеркала, куда падаютъ лучи свѣта, разсматривается съ различныхъ сторонъ, при этомъ оно представится въ видѣ ярко-освѣщеннаго пространства. А между-тѣмъ, по первому закону отраженія, лучи, идущіе изъ освѣщенной точки зеркала, должны бы достигать нашего глаза только съ одной стороны. Слѣдовательно, и здѣсь этотъ законъ не вполне соблюдается.

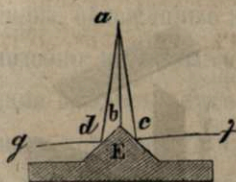
Но въ обоихъ этихъ случаяхъ отклоненіе отъ найденнаго закона только кажущееся. Намъ уже извѣстно изъ явленій тренія (§ 31), что нѣтъ тѣла, которое бы было ограничено совершенно правильной плоскостью: всякая поверхность, въ строгомъ смыслѣ, имѣетъ возвышенія и углубленія. Пусть E представляетъ одно изъ такихъ возвышеній на поверхности какого-нибудь тѣла. Когда изъ свѣтящейся точки a падаютъ на него лучи свѣта, то лучъ ab , упавшій подъ прямымъ угломъ

фиг. 301.



Объясненіе.

Фиг. 302.



къ ребру возвышенія, отразится по тому же самому направленію; лучъ *ad*, падающій на лѣвую сторону возвышенія, отразится по *gd*, подъ такимъ же угломъ къ поверхности, какой составляетъ падающій лучъ. Лучъ, упавшій въ *c*, отразится направо; лучи падающіе между *b* и *c* — направо и вверхъ, между *b* и *d* — налѣво и вверхъ. Такимъ-образомъ отраженные лучи разойдутся по всевозможнымъ направленіямъ, какъ-будто бы они выходили изъ нѣкоторой свѣтящейся точки.

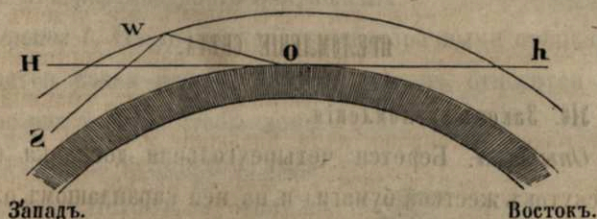
По причинѣ возвышеній и углубленій, находящихся на поверхности всякаго тѣла, лучи свѣта всегда отражаются отъ него во все стороны; это отраженіе называется неправильнымъ. Итакъ, правильное отраженіе производить возможно гладкія полированные поверхности; неправильное — неровныя и шероховатыя. Первое производить изображенія предметовъ, второе дѣлаетъ предметы видимыми.

Заря.

309. Утренняя и вечерняя заря. Заря, или постепенный переходъ отъ дневнаго свѣта къ темнотѣ ночи, происходитъ вслѣдствіе неправильнаго отраженія солнечныхъ лучей въ атмосферѣ, когда самое солнце находится подъ горизонтомъ. Послѣ заката солнца, лучи его перестаютъ доходить къ намъ по прямому направленію. Еслибы земля не имѣла атмосферы, состоящей изъ воздуха и водяныхъ паровъ, то съ послѣднимъ моментомъ заката совершенно прекращалось бы освѣщеніе земной поверхности, и дневной свѣтъ внезапно смѣнялся бы совершенною темнотою.

Пусть Hh изображаетъ горизонтъ какого-нибудь мѣста O . Вечеромъ, при закатѣ, какъ-скоро солнце S скроется на западѣ подъ горизонтъ, ни одинъ лучъ

фиг. 303.



свѣта не достигаетъ по прямому пути точки O . Но частицы атмосферы и облаковъ, лежащія въ западной сторонѣ неба, еще долго послѣ этого получаютъ солнечные лучи и отражаютъ ихъ по всѣмъ направленіямъ, такъ-что нѣкоторые изъ отраженныхъ лучей, какъ напр. wO попадаютъ въ точку O . Къ мѣстамъ, лежащимъ къ востоку отъ O достигаетъ меньшее число отраженныхъ лучей. Поэтому, вечеромъ западная сторона неба бываетъ освѣщена долгое время послѣ захода солнца. Подобнымъ образомъ утромъ, передъ восходомъ солнца, мы получаемъ отраженный свѣтъ съ восточной части неба.

Обыкновенно принимаютъ, что заря оканчивается или начинается, когда солнце стоитъ на 18 градусовъ подъ горизонтомъ. Около этого времени начинаютъ показываться вечеромъ звѣзды шестой величины. У насъ, въ лѣтніе дни солнце не опускается на такое разстояніе, и заря продолжается всю ночь. Самая короткая заря — около двухъ часовъ — бываетъ въ мартѣ и октябрѣ. Въ жаркомъ поясѣ, въ сухое время года, когда въ воздухѣ сравнительно меньше водяныхъ паровъ, за-

ря бываетъ не дольше четверти часа. Напротивъ, въ влажной атмосферѣ полярныхъ странъ она весьма продолжительна.

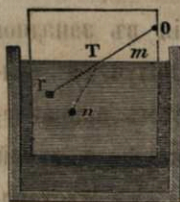
ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВѢТА.

310. Законъ преломленія.

Преломленіе свѣта, при переходѣ изъ плотнѣйшей среды въ рѣдчайшую.

Опытъ а. Берется четырехугольная доска (или доскутокъ жесткой бумаги) и на ней карандашомъ, озна-

фиг. 304.



чаются три точки: *o*, *m* и *n*, лежащія на одной прямой линіи. Потомъ доска опускается въ стаканъ, который наполняется водою до точки *m*. Изъ точки *n*, лежащей подъ водою, идутъ лучи свѣта въ *o*, гдѣ находится глазъ наблюдателя. Еслибы эти лучи проходили только въ воздухѣ, или только въ водѣ, то направление ихъ было бы прямолинейное и лучъ, идущій въ *o*, прошелъ бы черезъ точку *m*. Но, переходя изъ одной прозрачной среды въ другую, изъ воды въ воздухъ, лучъ свѣта уже не сохраняетъ одного и того же прямолинейнаго направленія; на поверхности воды направление его вдругъ измѣняется. Лучъ, идущій черезъ точку *m*, выходя въ воздухъ, приблизится къ поверхности воды, и слѣдовательно не попадетъ въ глазъ.

Напротивъ-того, лучъ *mr*, выходя изъ воды въ точкѣ *r*, получаетъ направленіе *ro*, т.-е. достигаетъ глаза. А такъ-какъ мы всегда ищемъ точку предмета по направленію лучей, приходящихъ отъ нея въ нашъ глазъ, то намъ будетъ представляться точка *n* по направленію

линии *ог*, въ *г*, т.-е. выше своего настоящаго мѣста. Лучъ *пг*, при переходѣ изъ воды въ воздухъ, измѣнилъ свое направленіе, или, какъ говорятъ, преломился и притомъ такимъ-образомъ, что отклонился болѣе прежняго отъ вертикальнаго направленія.

Опытъ в. На дно сосуда съ непрозрачными стѣнками кладется какая-нибудь монета; стаканъ относится на такое разстояніе, чтобы моне-
та сдѣлалась невидима за края
сосуда. Потомъ, не отнимая
глаза отъ точки *о*, просить ко-
го-нибудь налить въ сосудъ

Фиг. 305.



воды, не трогая монеты. Последняя вскорѣ сдѣлается видима изъ точки *о*, и будетъ казаться выше, чѣмъ она есть на самомъ дѣлѣ. Лучи, выходящіе изъ различныхъ точекъ монеты, при переходѣ въ воздухъ, преломляются, удаляясь болѣе прежняго отъ отвѣсной линии, и въ такомъ направленіи попадаютъ въ глазъ наблюдателя.

Опытъ с. На лоскутокъ бумаги, ограниченный прямыми линиями, ставятся стаканъ съ водою, такимъ-образомъ, чтобы на сторонѣ противоположной отъ наблюдателя дно
стакана выходило за края бумаги.

Фиг. 306.



Если смотрѣть сверху и вкось на стаканъ, то увидимъ, что край бумаги, который находится подъ нимъ и который мы разсматриваемъ сквозь воду, какъ-бы приподнять. Этотъ опытъ тѣмъ болѣе убѣдительнъ, что можно сравнить кажущееся положеніе приподнятаго края съ истиннымъ его положеніемъ видъ стакана. Но если по-

мѣстить глазъ совершенно отвѣсно надъ краемъ бумаги, то положеніе этого края не измѣнится отъ преломленія. Слѣдовательно, когда лучъ, переходя изъ одного прозрачнаго тѣла въ другое, падаетъ перпендикулярно на поверхность, ихъ раздѣляющую, то онъ не преломляется.

Опытъ d. Въ стаканъ, наполненный водою, помѣ-

фиг. 307.



щается въ косвенномъ положеніи прямая палочка, напр. карандашъ. Если разсматривать ее сверху, то она представится какъ-бы надломленною; всѣ точки, лежащія подъ водою, по причинѣ преломленія, кажутся выше своихъ настоящихъ мѣстъ.

Явленія преломленія свѣта.

Послѣ этого понятно, почему весло погруженное косвенно въ воду, представляется также надломленнымъ; почему рыбы въ рѣкѣ кажутся слишкомъ близко къ поверхности воды, если смотрѣть въ косвенномъ направленіи. Пруды и ручьи, въ которыхъ прозрачность воды позволяетъ видѣть дно, обыкновенно кажутся слишкомъ мелкими. Въ прозрачныхъ водахъ жаркаго пояса, подобные обманы производимые преломленіемъ, бывають особенно часты; такъ напр. морскія растенія, находящіяся на значительной глубинѣ, кажутся столь близкими къ поверхности, что казалось бы ихъ можно достать руками.

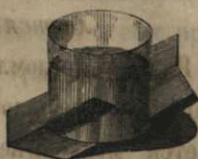
Если же палка, погруженная въ воду, стоитъ отвѣсно, то она кажется совершенно прямою.

Преломленіе лучей при переходѣ изъ рѣдчайшей

Опытъ e. Въ предыдущихъ опытахъ лучъ свѣта переходилъ изъ плотнѣйшей среды въ рѣдчайшую, изъ воды въ воздухъ; но онъ можетъ также переходить

изъ рѣдчайшей среды въ плотнѣйшую. На мѣстѣ освѣщенномъ солнечными лучами, ставится стаканъ съ водою и впереди его помѣщается полоска бумаги, въ дюймъ вышиною. Бумага отброситъ тѣнь, и эта тѣнь будетъ въ стаканѣ короче; нежели вѣ его. Лучи, ограничивающіе тѣнь, имѣютъ въ воздухѣ другое направленіе, нежели тогда, когда они вступаютъ косвенно изъ воздуха въ воду; въ водѣ, болѣе плотномъ тѣлѣ, они приближаются къ перпендикулярному направленію.

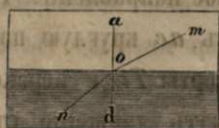
Фиг. 308.



среды въ
плотнѣйшую.

Изъ предыдущихъ опытовъ ясно, что лучъ свѣта, переходящій изъ одной прозрачной средѣ въ другую, только тогда не измѣняетъ своего направленія, или не преломляется, когда онъ падаетъ подъ прямымъ угломъ, или перпендикулярно къ раздѣляющей ихъ поверхности. Но

Фиг. 309.



какъ-скоро лучъ падаетъ на другое прозрачное тѣло не перпендикулярно, а косвенно, то онъ измѣняетъ свое направленіе или преломляется. При этомъ, какъ видно изъ опыта *a*, лучъ остается въ одной плоскости съ перпендикуляромъ. Лучъ *mo*, переходя въ плотнѣйшую среду, преломляется, приближается къ перпендикуляру и идетъ по *on*. Напротивъ лучъ *on*, переходящій при *o* въ рѣдчайшую среду, удаляется отъ перпендикуляра и продолжаетъ путь по *om*.

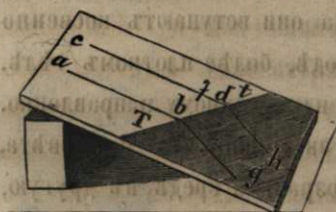
Законъ: *Лучъ свѣта, падающій косвенно на поверхность болѣе плотнаго прозрачнаго тѣла, преломляясь, приближается къ перпендикуляру; напротивъ лучъ, идущій изъ*

плотнѣйшей среды въ рѣдчайшую, удаляется отъ этого перпендикуляра.

Причина преломленія свѣта.

Явленіе преломленія лучей свѣта объясняется тѣмъ, что въ болѣе плотныхъ средахъ свѣтъ распространяется медленнѣе, нежели въ рѣдчайшихъ. Всякій разъ, когда свѣтъ переходитъ изъ одной прозрачной среды въ другую, скорость его измѣняется. Чтобы по-

фиг. 310.



казать, какимъ-образомъ это измѣненіе скорости свѣта можетъ имѣть вліяніе на самое направленіе лучей, обратимся къ слѣдующему наглядному

опыту. Покроемъ нижнюю часть наклонной плоскости сукномъ, такъ, чтобы верхній край его Tt имѣлъ косвенное направленіе. Если на такую плоскость положимъ въ ac круглую палочку, то она покатится внизъ до черты Tt , и переходя здѣсь на сукно будетъ продолжать движеніе съ меньшею скоростью (вслѣдствіе большаго тренія),—все-равно, какъ лучъ свѣта переходящій изъ воздуха въ воду. Но при этомъ, встрѣчая косвенно черту Tt , палочка измѣнитъ и направленіе своего движенія. Въ-самомъ-дѣлѣ, въ то время какъ одинъ конецъ ея b уже перешелъ на сукно и движется медленнѣе, другой конецъ f катится еще по верхней части плоскости, и слѣдовательно быстрѣе нежели b . Отъ этого вся палочка поворачивается, и концы ея продолжаютъ движеніе по линіямъ bg и dh . Такого поворота не было бы, еслибы она встрѣтила черту Tt подъ прямымъ угломъ; тогда оба конца палочки въ

одно время вступили бы на сукно, и движеніе продолжалось бы по линіямъ cd и ab . — Возьмемъ еще примѣръ. Положимъ, что Tt означаетъ границу между дорогой и вспаханымъ полемъ, и къ ней, по направленіямъ ab и cd , приближается рысью отрядъ конницы. Перейдя въ поле, лошади должны идти шагомъ. Но такъ-какъ отрядъ встрѣчаетъ границу подъ косымъ угломъ, то одно крыло b раньше выступить въ поле и поидетъ шагомъ, между-тѣмъ какъ другое крыло f ѣдетъ еще рысью отъ f до d . Отъ этого вся колонна приметъ другое направленіе — сдѣлаетъ заѣздъ и поидетъ по dh и bg . Но еслибы она встрѣтила Tt подъ прямымъ угломъ, то направленіе пути осталось бы прежнее. То же самое дѣлается съ лучами свѣта, когда они переходятъ изъ одной среды въ другую, гдѣ скорость ихъ измѣняется. Когда они встрѣчаютъ поверхность второй среды подъ прямымъ угломъ, то направленіе ихъ остается то же самое; въ противномъ случаѣ, лучи претерпѣваютъ преломленіе.

311. Преломленіе въ плоскихъ стеклахъ. Говоря объ отраженіи свѣта, мы разсматривали плоскія, выпуклыя и вогнутыя зеркала, и нашли, что они производятъ различныя явленія. Точно также преломленіе свѣта въ плоскихъ, выпуклыхъ и вогнутыхъ стеклахъ производитъ, какъ увидимъ, различныя явленія, которыми мы теперь и займемся.

Преломленіе
въ плоскихъ
стеклахъ.

Лучъ свѣта, проходящій косвенно сквозь какое-нибудь стекло, переходитъ сначала изъ воздуха въ стекло, потомъ изъ стекла опять въ воздухъ, и при каждомъ переходѣ претерпѣваетъ преломленіе. Положимъ, что лучъ AB , выходящій изъ точки A , падаетъ косвенно

фиг. 311.



въ B на плоское стекло, т. е. на стеклянину пластинку, ограниченную двумя параллельными плоскостями. Входя въ стекло, лучъ приближается къ перпендикуляру и принимаетъ направление BC . Потомъ, переходя при C снова въ воздухъ, онъ на столько же удаляется отъ перпендикуляра и идетъ по OC , параллельно съ AB . Итакъ, когда лучъ свѣта проходитъ черезъ плоское стекло, то выходящій лучъ параллеленъ падающему. Глазъ, помѣщенный въ O увидитъ точку A по направлению луча OC въ a . Ясно, что сквозь такое стекло все предметы будутъ казаться не на тѣхъ мѣстахъ, которыя они занимаютъ на самомъ дѣлѣ, а нѣсколько отклоненными въ сторону.

Въ тонкихъ стеклахъ, каковы напр. оконныя, это отклоненіе бываетъ незначительно, по-крайней-мѣрѣ если смотрѣть не слишкомъ косвенно.

Опытъ. На листѣ бумаги проводится прямая линія отъ лѣвой руки къ правой. Если закрыть часть этой линіи кусочкомъ оконнаго стекла и смотрѣть на нее сверху отвѣсно, или не слишкомъ косвенно, то вся линія представится совершенно прямою и непрерывною. Если же смотрѣть на нее очень косвенно (для этого нужно удалить глаза въ сторону отъ линіи и опустить ихъ довольно низко къ бумагѣ), то часть линіи, закрытая стекломъ, представится по прежнему прямою, но нѣсколько приподнятою.

312. Выпуклыя стекла. Кромѣ плоскихъ стеколъ, заслуживаютъ особеннаго вниманія стекла ограниченные шаровыми поверхностями. Они бываютъ двухъ родовъ:

одни изъ нихъ въ срединѣ толще, тѣмъ при краяхъ и представляютъ съ обѣихъ сторонъ выпуклую поверхность, — это выпуклыя стекла; другія, напротивъ, тоньше въ срединѣ и представляютъ поверхность углубленную, или вогнутую, — они называются вогнутыми стеклами.

Опытъ а. Для опытовъ съ выпуклыми стеклами можно употреблять такъ-называемыя зажигательныя стекла, ограничennыя съ обѣихъ сторонъ одинаково выпуклыми поверхностями. Каждая изъ этихъ выпуклыхъ поверхностей представляетъ собою часть поверхности шара. Прямая линія, соединяющая центры обѣихъ шаровыхъ поверхностей, или проходящая подъ прямымъ угломъ черезъ средину стекла, называется осью стекла.

На такое стекло лучи солнца принимаются такимъ образомъ, чтобы они падали параллельно оси. Входя въ стекло и выходя изъ него, лучи преломляются; если выходящіе лучи при-

фиг. 312.



нять на бумагу, то на ней получится ярко освѣщенный кружокъ.

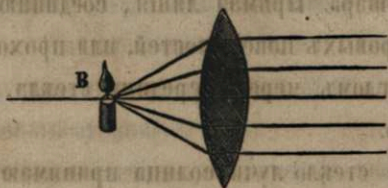
Этотъ кружокъ вообще

бываетъ меньше самаго стекла, слѣдовательно выпуклое стекло собираетъ лучи свѣта, сближаетъ ихъ въ меньшее пространство. Наконецъ, можно дать бумагѣ такое разстояніе отъ стекла, при которомъ кружокъ обращается въ одну свѣтлую точку. Въ этой точкѣ, фокусѣ стекла, соединяются всѣ лучи проходящіе черезъ стекло; отъ этого въ ней происходитъ сильный жаръ, такъ что бумага загорается и тѣмъ легче, тѣмъ

она темнѣе. Если перевернуть стекло другой стороною къ солнцу, то произойдетъ то же самое; слѣдовательно каждая сторона имѣетъ свой фокусъ. Разстояніе фокуса отъ стекла не трудно измѣрить.

Итакъ, выпуклое стекло дѣйствуетъ, какъ зажига- тельное, соединяя въ своемъ фокусѣ все лучи, парал- лельные оси. Дѣйствіе выпуклаго стекла одинаково съ дѣйствіемъ вогнутаго зеркала.

Опытъ в. Обратное явленіе представляетъ тотъ случай, когда лучи свѣта выходятъ изъ фокуса выпук-
фиг. 313.



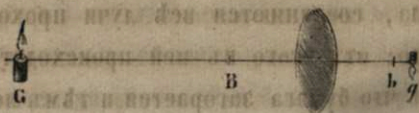
лаго стекла; для этого въ фокусѣ *В* помѣщается пламя свѣчи. При этомъ, все стекло будетъ ярко свѣтиться. Лучи выходящіе изъ фокуса выпуклаго стекла, по пре- ломленіи идутъ параллельно оси. Поэтому выпуклое стекло можетъ служить для усиленія освѣщенія.

Объективныя
изображенія,
производи-
мыя выпук-
лыми стек-
лами.

313. Объективныя (дѣйствительныя) изображенія, про- изводимыя выпуклыми стеклами.

Опытъ а. Въ нѣсколькихъ футахъ отъ зажига- тельнаго стекла, ставится зажженная свѣча *Г*. Въ *г* получится обращенное и уменьшенное изображеніе

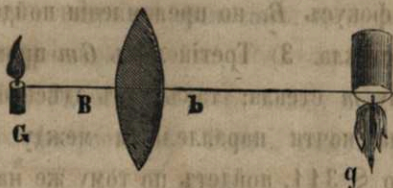
фиг. 314.



свѣчи, которое можно принять на прозрачную бумагу. Легко найти для бумаги такое разстояніе отъ стекла, чтобы изображеніе было совершенно ясно; вообще изображеніе составляется недалеко отъ фокуса и бываетъ дѣйствительное, или объективное.

Опытъ в. Станемъ теперь приближать пламя *G* къ стеклу; при этомъ изображеніе *g* будетъ постепенно

Фиг. 315.



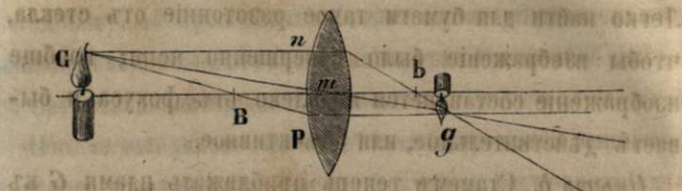
увеличиваться и вмѣстѣ съ тѣмъ бумагу, на которой оно получается, нужно будетъ болѣе-и-болѣе удалять отъ стекла. Не должно однакожь ставить свѣчу *G* въ самомъ фокусѣ *B*, а нѣсколько далѣе; потому-что когда предметъ находится въ *B*, то по предъидущему параграфу, всѣ лучи по выходѣ изъ стекла сдѣлаются параллельными и изображенія не будетъ.

Когда предметъ находится передъ выпуклымъ стекломъ далѣе фокуса, то изображеніе получится обратное и объективное. При томъ, если предметъ помѣщенъ близко къ фокусу, то изображеніе больше предмета и удалено отъ другаго фокуса.

Чтобы объяснить происхожденіе этихъ изображеній, мы должны разсмотрѣть направленія, по которымъ идутъ преломленные лучи, выходя изъ выпуклаго стекла. Въ числѣ лучей, выходящихъ изъ вершины пламени, мы обратимъ вниманіе на три, потому-что путь ихъ легко прослѣдить. 1) Лучъ *Gn*, параллельный оси, пре-

Объясненіе.

Фиг. 316.



ломившись, пойдетъ черезъ фокусъ b . 2) Лучъ Gp , идущій черезъ фокусъ B , по преломленіи пойдетъ параллельно оси стекла. 3) Третій лучъ Gm проходитъ черезъ средину m стекла; такъ какъ здѣсь обѣ поверхности стекла почти параллельны между собою, то лучъ Gm , по § 311, пойдетъ по тому же направленію. Всѣ три луча, по выходѣ изъ стекла, соединяются въ точкѣ g . Точка G лежитъ выше оси, изображеніе g ниже оси и ближе къ стеклу нежели G ; такимъ же образомъ не трудно доказать, что нижняя точка предмета изобразится выше оси. Примѣняя эти разсужденія ко всѣмъ точкамъ предмета, мы объяснимъ себѣ происхожденіе обратнаго и уменьшеннаго изображенія, изъ котораго, какъ изъ дѣйствительнаго предмета, распространяются во всѣ стороны свѣтовые лучи. Но когда предметъ помѣщенъ близъ фокуса стекла, когда напр. какъ на нашемъ чертежѣ онъ находится въ g , то явленіе нѣсколько измѣнится: 1) лучъ gp , параллельный оси, пойдетъ черезъ фокусъ B ; 2) лучъ gn , проходящій черезъ фокусъ B , приметъ направленіе nG ; наконецъ 3) лучъ gm , идущій черезъ средину стекла, не преломится. Всѣ три луча сойдутся въ G . Точка g предмета лежитъ ниже оси, а ея изображеніе G выше оси, и притомъ далѣе отъ стекла, нежели g . Ясно, что

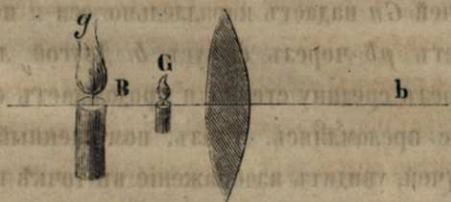
изображеніе будетъ обратное, увеличенное и далѣе отъ стекла, нежели самый предметъ.

314. Субъективныя изображенія въ выпуклыхъ стеклахъ. Изъ всѣхъ стеколъ только выпуклыя даютъ изображенія объективныя, и то лишь тогда, когда предметъ находится далѣе фокуса отъ поверхности стекла. Если предметъ помѣщенъ въ самомъ фокусѣ, то изображенія не бываетъ; наконецъ когда предметъ находится между стекломъ и фокусомъ, то получается объективное изображеніе.

Опытъ. Помѣстимъ свѣчу *G* между выпуклымъ стекломъ и его фокусомъ *B*. Глазъ, помѣщенный неда-

Субъективное, прямое и увеличенное изображеніе.

фиг. 317.



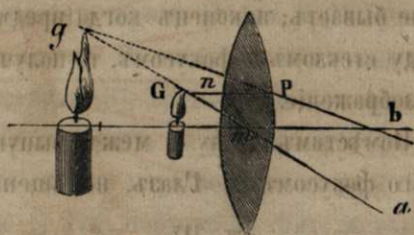
леко отъ стекла (на рисункѣ съ правой стороны), увидитъ изображеніе предмета *g*, прямое и увеличенное. Оно лежитъ далѣе отъ стекла, нежели предметъ *G*; въ этомъ мы тотчасъ убѣдимся, если, не перемѣняя положенія глаза, отнимемъ стекло и посмотримъ на предметъ простыми глазами. Это изображеніе отличается отъ прежнихъ своимъ прямымъ положеніемъ и тѣмъ, что оно находится относительно стекла на одной сторонѣ съ предметомъ. Но преломленные лучи не могутъ попадать на эту сторону въ *g*, и составить здѣсь дѣйствительное изображеніе; итакъ изображеніе въ этомъ случаѣ мнимо-субъективное.

Предметъ, помѣщенный между выпуклымъ стекломъ и его фокусомъ, представляется глазу, смотрящему въ стекло, въ прямомъ и увеличенномъ видѣ, дальше предмета.

Объясненіе.

Лучи, идущіе изъ вершины пламени G , по выходѣ изъ стекла принимаютъ такое направленіе, что кажутся глазу выходящими изъ точки g . Одинъ изъ

фиг. 318.



этихъ лучей Gn падаетъ параллельно оси и по преломленіи идетъ pb черезъ фокусъ b . Другой лучъ Gt идетъ черезъ середину стекла и продолжаетъ свой путь по to , не преломляясь. Глазъ, помѣщенный на пути обонхъ лучей, увидитъ изображеніе въ точкѣ пересѣченія ихъ g . То же можно сказать и о прочихъ лучахъ, падающихъ изъ точки G на стекло; все они, по выходѣ изъ стекла пойдутъ по такимъ направленіямъ, какъ-будто бы выходили изъ одной точки g . Поэтому, если не pb и to , то какіе-нибудь другіе лучи непременно произведутъ на нашъ глазъ впечатлѣніе точки g , и мы изъ всякой точки o передъ стекломъ будемъ видѣть въ g изображеніе вершины предмета. Изъ чертежа видно, что изображеніе g будетъ прямое, увеличенное и далѣе отъ стекла нежели предметъ G .

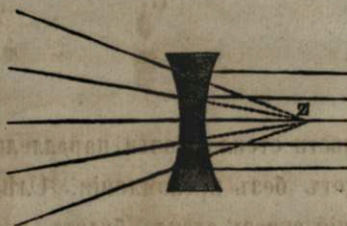
315. Вогнутыя стекла.

Вогнутое
стекло раз-
сѣиваетъ лу-
чи свѣта.

Опытъ а. Примѣры вогнутыхъ стеколъ мы находимъ въ очкахъ и лорнетахъ для близорукихъ. Стекла этихъ

очковъ можно употреблять для нашихъ опытовъ, не вынимая ихъ изъ оправы. Черезъ такое стекло пропускаются лучи солнца и принимаются на бѣлую бумагу. На послѣдней изобразится слабо освѣщенное пространство, окруженное свѣтлою каймою. Слѣдовательно, вогнутое стекло пре-

фиг. 319.



ломляетъ параллельные солнечные лучи такимъ-образомъ, что пространство лежащее за нимъ, освѣщается меньше прежняго, а окружающее пространство — большее. Лучи, параллельные оси вогнутаго стекла, выходятъ изъ него расходящимися, разсѣиваются и идутъ по такимъ направлѣніямъ, какъ-будто бы выходили изъ одной точки *z*. Точка *z* называется мнимымъ фокусомъ стекла. Итакъ, выпуклыя и вогнутыя стекла противоположны по своимъ дѣйствіямъ; одни собираютъ солнечные лучи въ одну точку, другія разсѣиваютъ ихъ, дѣлаютъ ихъ какъ-будто расходящимися изъ одной точки.

Опытъ b. Не собирая лучей свѣта, вогнутыя стекла не могутъ давать и объективныхъ изображеній, а потому все изображенія въ нихъ — мнимыя. Если, закрывъ одинъ глазъ, смотрѣть другимъ въ вогнутое стекло на зажженную свѣчу, то она представляется въ прямомъ и уменьшенномъ видѣ. Чтобы узнать ближе или дальше свѣча кажется черезъ стекло, нужно вдругъ отнять его и посмотрѣть простымъ глазомъ; тогда увидимъ, что безъ стекла свѣча кажется дальше.

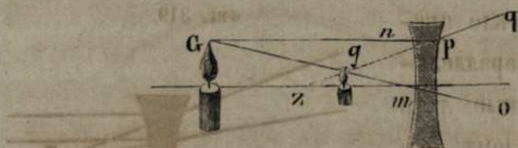
Вогнутое стекло не даетъ объективныхъ изображеній.

Вогнутое стекло представляетъ все предметы въ

прямомъ, уменьшенномъ видѣ, и ближе къ наблюда-
телю.

Объясненіе.

Лучъ G_o , выходя изъ вершины G предмета, падаетъ
на средину m стекла; такъ-какъ въ m обѣ поверх-
фиг. 320.

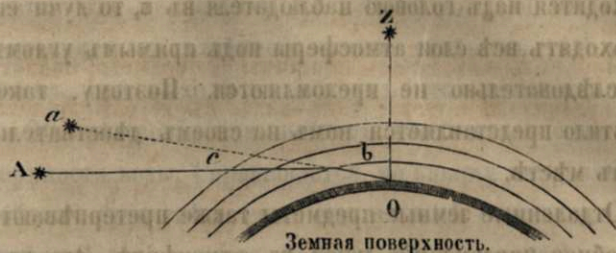


ности стекла почти параллельны, то этотъ лучъ прой-
детъ безъ преломленія. Слѣдовательно глазъ, смотря-
щій сквозь стекло, будетъ видѣть точку G гдѣ-нибудь
на линіи oG . Далѣе, другой лучъ Gn , параллельный
оси, по выходѣ приметъ такое направленіе pq , какъ-будто
бы онъ шелъ изъ мнимаго фокуса z (опытъ a). Глазъ,
встрѣчающій оба луча mo и pq , увидитъ вершину пред-
мета въ ихъ пересѣченіи g . Точка g лежитъ выше оси,
и ниже точки G ; слѣдовательно изображеніе будетъ
прямое и уменьшенное.

Астрономиче-
ская рефрак-
ція.

316. Астрономическая рефракція и фатаморгана. Воз-
духъ, окружающій землю, состоитъ изъ слоевъ не оди-
наковой плотности. Начиная отъ высшихъ предѣловъ
атмосферы, гдѣ онъ представляет наибольшее разрѣ-
женіе, плотность его постепенно возрастаетъ, по мѣрѣ
приближенія къ земной поверхности. Всякій свѣтовой
лучъ, который доходитъ къ намъ отъ солнца, звѣзды
или другаго небеснаго тѣла, встрѣчаетъ на пути своемъ
воздушные слои различной плотности; слѣдовательно
если онъ падаетъ косвенно на эти слои, то необхо-
димо подвергается преломленію. Разсмотримъ лучъ Ac ,
выходящій изъ какой-нибудь звѣзды A . Ветупая при

фиг. 321.



с изъ пустаго пространства въ первый слой воздуха,—переходя такимъ-образомъ въ болѣе плотное тѣло,—онъ, какъ намъ извѣстно, приблизится къ перпендикуляру. Потомъ онъ проходитъ одинъ за другимъ слѣдующіе слои атмосферы, плотность которыхъ постепенно увеличивается, и при этомъ онъ всё болѣе-и-болѣе приближается къ отвѣсному направленію. Наконецъ въ точкѣ O этотъ лучъ $AcbO$ достигаетъ поверхности земли. Положимъ, что въ O находится наблюдатель. Получая впечатлѣніе послѣдняго преломленнаго луча bO , онъ будетъ видѣть свѣтило по предложенному направленію этого луча — въ точкѣ a . Изъ этого заключаемъ, что всѣ звѣзды, лежащія невысоко надъ горизонтомъ, должны намъ казаться нѣсколько выше, чѣмъ онѣ находятся въ-самомъ-дѣлѣ. То, что мы сказали о звѣздахъ, относится также къ солнцу и лунѣ. Потому при захожденіи этихъ свѣтилъ, мы еще видимъ ихъ нѣсколько времени послѣ того, какъ они уже въ дѣйствительности зашли подъ горизонтъ; при восхожденіи же начинаемъ ихъ видѣть раньше, нежели они дѣйствительно вступаютъ на горизонтъ. По этой же причинѣ, при лунномъ затмѣніи, оба свѣтила могутъ быть видны надъ горизонтомъ, хотя земля находится тогда на пря-

мой линіи между луною и солнцемъ. Но когда свѣтило находится надъ головою наблюдателя въ з, то лучи его проходятъ всѣ слои атмосферы подъ прямымъ угломъ, и слѣдовательно не преломляются. Поэтому, такое свѣтило представляется намъ на своемъ дѣйствительномъ мѣстѣ.

Фатаморгана. Отдаленные земные предметы также претерпѣваютъ подобное преломленіе лучей въ атмосферѣ. Это преломленіе бываетъ особенно сильно въ теплую и влажную погоду, когда воздухъ прозраченъ и содержитъ много водяныхъ паровъ. При такихъ условіяхъ, берега, корабли и другіе предметы, скрывающіеся въ обыкновенное время подъ горизонтомъ, кажутся выше своихъ мѣстъ, и бываютъ видимы наблюдателемъ. По этой же причинѣ, съ южныхъ береговъ Англіи видѣнъ иногда французскій берегъ, несмотря на то, что прямая линія, проведенная къ нему изъ мѣста наблюденія, проходитъ подъ поверхностью моря. Сюда же нужно отнести явленія, замѣчаемыя нерѣдко на берегахъ южной Италіи и извѣстныя подъ именемъ фатаморганы. Съ возвышенностей города Реджіо, наблюдатель вдругъ видитъ великолѣпные замки, красивыя колоннады, башни, луга со стадами, толпы людей, пѣшихъ и конныхъ; черезъ нѣсколько времени волшебное зрѣлище совершенно исчезаетъ. Вѣроятно это явленіе происходитъ отъ того, что преломленіе лучей свѣта въ слояхъ атмосферы, становясь отъ какой-нибудь причины сильнѣе обыкновеннаго, позволяетъ видѣть городъ Мессину и его окрестности.

Полное внут-
реннее отра-
женіе.

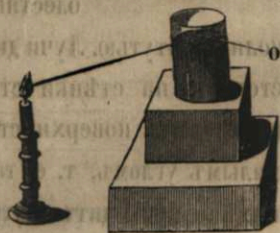
317. Полное внутреннее отраженіе. Когда лучъ свѣта переходитъ косвенно изъ плотнѣйшей среды въ рѣд-

чайшую, наприм. изъ воды въ воздухъ, то онъ удаляется отъ перпендикуляра. Лучъ, который въ водѣ составлялъ съ отвѣсною линіею уголъ въ 48 градусовъ, при выходѣ въ воздухъ отклонится отъ нея на 90 градусовъ, т. е. пойдетъ горизонтально по поверхности воды. Спрашивается, по какому направленію пойдетъ лучъ свѣта, если онъ въ водѣ составлялъ съ отвѣсною линіею уголъ больше 48 градусовъ?

Опытъ а. Стаканъ наполняется водою, и сбоку его, нѣсколько ниже поверхности воды, держится ключъ. Если посмотрѣть сверху въ средину стакана, то не увидимъ ключа. Лучи отъ него проходятъ однакожъ въ воду, но весьма косвенно, и въ этомъ случаѣ они уже не преломляются, не выходятъ въ воздухъ, а потому и не достигаютъ глаза.

Опытъ б. Берется снова стаканъ съ водою и ставится въ нѣсколькихъ дюймахъ отъ зажженной свѣчи, такъ, чтобы дно его лежало на одной высотѣ съ пламенемъ. Такимъ-образомъ лучи свѣта, идущіе отъ пламени, будутъ падать на поверхность воды очень косвенно. Если по другую сторону отъ стакана помѣстить глазъ, то получимъ сильное ощущеніе свѣта. Въ этомъ случаѣ, ни одинъ изъ лучей не подвергается преломленію; напротивъ, всѣ они отражаются отъ поверхности воды, и по отраженіи достигаютъ глаза *о*. Это отраженіе происходитъ гораздо совершеннѣе нежели въ зеркалахъ, и потому называется полнымъ.

фиг. 322.



Опытъ с. Въ небольшомъ лоскутѣ бумаги вырѣзывается отверстіе какой-нибудь произвольной формы, напр. въ видѣ креста. Этотъ лоскутокъ держится около стакана наполненнаго водою, со стороны обращенной къ дневному свѣту или къ свѣчѣ. Отверстіе должно лежать немного ниже поверхности воды. Тогда, если помѣстимъ глазъ съ другой стороны, прямо противъ отверстія, и станемъ смотрѣть черезъ жидкость вверхъ, то увидимъ отраженное, обратное изображеніе его, которое будетъ находиться выше самаго предмета.

Опытъ d. Въ стеклянную трубочку, закрытую съ одного конца — наливается немного воды; трубочка

фиг. 323.



эта опускается въ наклонномъ положеніи въ стаканъ съ водою. Если смотрѣть на трубочку сверху, то одна только нижняя часть ея, наполненная водою, представится прозрачною; остальная же часть будетъ казаться блестящею, какъ-будто бы она была наполнена ртутью. Лучи дневнаго свѣта, падающіе съ лѣвой стороны на стѣнки стакана, преломляются въ водѣ и встрѣчаютъ поверхность стеклянной трубки подъ столь малымъ угломъ, т. е. такъ косвенно, что ни одинъ изъ нихъ не проходитъ внутрь трубки, а напротивъ, всѣ отражаются отъ нея, по закону полного внутренняго отраженія. Эти отраженные лучи вступаютъ въ глазъ наблюдателя, и сообщаютъ ему впечатлѣніе какъ-бы металлическаго блеска. На полномъ внутреннемъ отраженіи основывается, между прочимъ, граненіе драгоценныхъ камней; сторонамъ или гранямъ камня стараются дать такое расположеніе, чтобы они отражали отъ внутренней

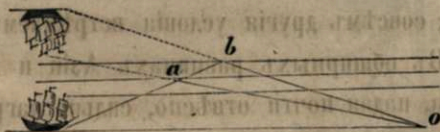
своей стороны, какъ можно болѣе лучей. Это-то внутреннее отраженіе придаетъ граненымъ камнямъ особенный блескъ и игру.

318. Зеркальность воздуха, миражъ. Мы видѣли, что необыкновенно сильное преломленіе лучей свѣта въ атмосферѣ, бываетъ причиною оптического обмана, вслѣдствіе котораго мы видимъ иногда предметы лежащіе подъ горизонтомъ. Отъ этого обмана нужно отличать такъ-называемый миражъ (марево), или зеркальность воздуха, явленіе, происходящее отъ полного внутренняго отраженія свѣта. Миражъ замѣчается на морѣ и на сушѣ, и бываетъ нѣсколько различенъ въ этихъ двухъ случаяхъ. На морѣ или на морскомъ берегу случается, что, разсматривая какой-нибудь отдаленный предметъ, наприм. корабль, наблюдатель въ то же время видитъ надъ нимъ, въ воздухѣ, обратное изображеніе его. Предметъ и изображеніе иногда бываютъ такъ близко

Зеркальность
воздуха.

Миражъ на
морѣ.

Фиг. 324.



между собою, что касаются другъ друга мачтами. Мореплаватели замѣчали, что въ это время термометръ помѣщенный наверху мачты показываетъ болѣе высокую температуру, нежели термометръ на палубѣ. Значить, надъ кораблемъ находится болѣе теплый и, слѣдовательно, болѣе разрѣженный слой воздуха, а внизу, близъ воды, лежатъ слои болѣе плотные и холодныя; въ нихъ находится и самый корабль, и глазъ *O*

наблюдателя. Поэтому, послѣдній во-первыхъ, видитъ самый корабль, посредствомъ лучей идущихъ прямо къ его глазу. Но кромѣ-того онъ получаетъ отъ верхнихъ, менѣе плотныхъ, слоевъ воздуха, лучи отраженные, которые при обыкновенномъ состояніи атмосферы не попадали бы въ его глазъ. Такъ наприм. лучъ, идущій изъ вершины мачты на нашемъ рисункѣ, встрѣчая въ весьма косвенномъ направленіи менѣе плотный воздушный слой, отражается отъ него по aO . Лучъ, идущій отъ палубы корабля, отражается отъ другаго слоя по направленію bO . Глазъ, помѣщенный въ O , получая лучи Oa и Ob , видитъ по направленію перваго изъ нихъ изображеніе вершины мачты, по направленію втораго — изображеніе палубы. Ясно, что воздушное изображеніе будетъ обратное.

Миражъ на
сушѣ.

На сушѣ менѣе плотные слои воздуха лежатъ ниже глаза наблюдателя; потому и отраженное изображеніе бываетъ внизу. На морѣ, болѣе холодная температура нижнихъ слоевъ зависитъ отъ охлаждающаго дѣйствія воды; совсѣмъ другія условія встрѣчаемъ мы на материкѣ. Въ обширныхъ равнинахъ Азіи и Африки, лучи солнца, падая почти отвѣсно, сильно нагрѣваютъ почву. Отъ этого перѣдко въ тихую безвѣтренную погоду, нижніе воздушные слои, нагрѣвшись отъ прикосновенія съ землею, становятся менѣе плотными, чѣмъ слои выше лежащіе. Тогда-то и происходитъ миражъ. Пальма, пригорокъ, отдаленное селеніе, находящіеся такъ же какъ и глазъ наблюдателя въ слояхъ не разрѣженныхъ, даютъ отраженные превратныя изображенія, лежащія подъ предметомъ. Между предметомъ и изображеніемъ, подобно большому озеру, раз-

стиляется зеркальная полоса. Во время египетской экспедиціи Наполеона, это явленіе нерѣдко вводило въ обманъ французскихъ солдатъ. Утомленные долгими переходами, изнуренные зноемъ и жаждой, они ищутъ воды, — и вдругъ замѣчаютъ вдали большое озеро. Съ радостью спѣшатъ они къ нему, но по мѣрѣ приближенія, мнимое озеро становится всё меньше-и-меньше и, наконецъ, совсѣмъ исчезаетъ. Чтобы объяснить это явленіе, представимъ себѣ какой-нибудь возвышенный предметъ, напримѣръ дворецъ. Лучъ, идущій отъ

фиг. 325.

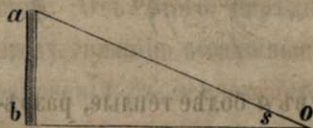


верхней его части, встрѣчая въ *a* болѣе теплые, разрѣженные слои воздуха, всё болѣе-и-болѣе удаляется отъ отвѣснаго направленія. Наконецъ онъ получаетъ такое косвенное направленіе, что падая въ точкѣ *b* на слѣдующій слой уже не преломляется, а отражается по законамъ полого внутренняго отраженія, и по направленію *сО* достигаетъ глаза наблюдателя. Наблюдатель,

получая лучъ $сО$, будетъ видѣть по направленію его изображеніе соотвѣтственной точки предмета. Такимъ образомъ, получая отъ всѣхъ точекъ дворца отраженные лучи, онъ увидитъ кромѣ самаго дворца и обратное изображеніе его, лежащее внизу. Изъ пространства, лежащаго между предметомъ и изображеніемъ, глазъ не получаетъ лучей свѣта; это пространство представляется обыкновенно какъ-бы озеромъ; слабыя воздушныя теченія, пробѣгающія въ воздухѣ подобно волнамъ, еще болѣе увеличиваютъ сходство и довершаютъ обманъ.

ЗРѢНІЕ И ОПТИЧЕСКІЕ ИНСТРУМЕНТЫ.

Уголъ зрѣнія. 319. Уголъ зрѣнія. Мы уже знаемъ, что изъ всѣхъ точекъ видимаго предмета входятъ въ нашъ глазъ свѣтовые лучи. Обратимъ вниманіе на крайнія точки предмета, каковы наприм. самая верхняя и самая нижняя, самая правая и самая лѣвая, и т. д. Пусть въ



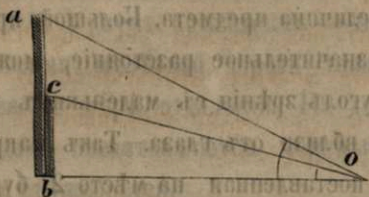
фиг. 326. точкѣ o находится глазъ наблюдателя, а передъ нимъ въ ab какая-нибудь палка. Изъ двухъ крайнихъ точекъ этой палки, — самой верхней a и самой нижней b , идутъ въ глазъ наблюдателя лучи ao и bo . Эти два луча, сходясь внутри глаза, составляютъ между собою уголъ s , который называется угломъ зрѣнія палки. Вообще угломъ зрѣнія или видимою величиною предмета называется

уголъ между двумя лучами, идущими къ глазу отъ двухъ противоположныхъ крайнихъ точекъ предмета.

Опытъ а. На плоскости стола устанавливаются рядомъ двѣ палки различной длины и придерживаются руками въ отвѣсномъ положеніи. Глазъ помѣщается въ o на' одной высотѣ съ тою же плоскостью. Въ

Угломъ зрѣнія измѣряется величина предмета.

Фиг. 327.

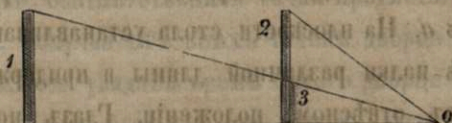


этомъ положеніи онъ получитъ изъ нижнихъ точекъ обѣихъ палокъ лучъ bo , изъ верхней точки меньшей палки co и изъ верхней точки большей палки ao . Углы aob и cob будутъ углы зрѣнія этихъ палокъ; очевидно, что уголъ aob больше cob . Итакъ, тѣмъ больше предметъ при одномъ и томъ же разстояніи отъ глаза, тѣмъ больше и уголъ зрѣнія; обратно, тѣмъ больше уголъ зрѣнія, подъ которымъ представляется предметъ на извѣстномъ разстояніи, тѣмъ больше и самый предметъ. Поэтому, по величинѣ угла зрѣнія мы судимъ о величинѣ предмета; но чтобы это сужденіе было вѣрно, нужно знать, на какомъ разстояніи находится отъ насъ предметъ.

Опытъ б. Помѣстивъ глазъ o по прежнему въ плоскости стола, смотреть на двѣ палки 1 и 2 одинаковой длины, но находящіяся на различныхъ разстояніяхъ отъ глаза. Палка 1, болѣе удаленная, представится тогда подъ меньшимъ угломъ зрѣнія, и потому покажется меньшею, тѣмъ палка 2. Чѣмъ дальше пред-

Уголъ зрѣнія уменьшается съ удаленіемъ предмета.

Фиг. 328.

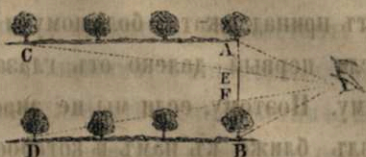


метъ, тѣмъ меньше его уголъ зрѣнія, и тѣмъ меньше кажущаяся величина предмета. Большой предметъ, отдаленный на значительное разстояніе, можетъ имѣть одинаковый уголъ зрѣнія съ маленькимъ предметомъ, находящимся вблизи отъ глаза. Такъ наприм. маленькая палка 3, поставленная на мѣсто 2, будетъ имѣть одинаковый уголъ зрѣнія съ палкою 1, и потому закроетъ собою послѣднюю.

Родственный
явленія.

Основываясь на этомъ, можно объяснить множество явленій, встрѣчающихся на каждомъ шагѣ. Такъ наприм., если станемъ смотрѣть въ окно изъ середины комнаты, то увидимъ почти подъ однимъ и тѣмъ же угломъ зрѣнія — оконное стекло, сквозь которое мы смотримъ и цѣлое окно противоположнаго дома. Неподвижныя звѣзды, отстоящія отъ насъ гораздо далѣе нежели луна, кажутся меньше ея, хотя на самомъ дѣлѣ онѣ несравненно болѣе луны. Въ длинной залѣ, стѣна, удаленная отъ наблюдателя, кажется ниже и уже, нежели ближайшая; потолокъ, по мѣрѣ удаленія, какъ-будто опускается, а полъ — приподнимается; совершенно ровная, горизонтальная улица въ отдаленіи какъ-будто подымается въ гору. Всякое возвышеніе почвы кажется больше, чѣмъ оно на самомъ дѣлѣ. Промежутки между деревьями въ аллеѣ кажутся тѣмъ меньше, чѣмъ дальше отъ насъ, и оба ряда деревьевъ

Фиг. 329.



вдали какъ-будто сближаются. Такъ напр. на рисункѣ, кажущееся разстояніе двухъ ближайшихъ къ глазу деревьевъ есть AB , а двухъ послѣднихъ — EF . Разстояніе между рельсами желѣзной дороги также явственно уменьшается по мѣрѣ отдаленія. На длинной улицѣ, послѣдніе дома представляются маленькими, и самая улица вдали суживается.

Опытъ с. Если на какой-нибудь темный предметъ положимъ волосокъ, и станемъ постепенно удаляться, то волосокъ будетъ казаться всё тоньше-и-тоньше, наконецъ мы перестанемъ его видѣть. На бѣломъ фонѣ волосъ будетъ примѣтенъ съ большаго разстоянія.

При слишкомъ маломъ углѣ зрѣнія, предметъ бываетъ невидимъ.

Когда уголъ зрѣнія слишкомъ малъ, то предметъ становится невидимъ. Разстояніе, на которомъ мы перестанемъ видѣть предметъ, зависитъ отъ вида его, отъ освѣщенія и фона. Летящая птица исчезаетъ изъ вида, когда ея уголъ зрѣнія сдѣлается слишкомъ малъ, по причинѣ большаго отдаленія. Смотри издали на какой-нибудь домъ, мы не различаемъ отдѣльных частей его. Отдаленный лѣсъ или поле представляются намъ сплошною массою, и мы не замѣчаемъ промежутковъ между деревьями, или колосьями. Подобнымъ же образомъ мы не замѣчаемъ весьма малыхъ перемѣщеній часовой стрѣлки по циферблату часовъ.

320. Оптическіе обманы, при сужденіи о разстояніи и величинѣ предметовъ. Мы судимъ о величинѣ видимого

Оптическіе обманы при сужденіи о

разстояніи и
величинѣ
предметовъ.

предмета по углу зрѣнія. Но одинъ и тотъ же уголъ зрѣнія можетъ принадлежать большому и маленькому предмету, если первый далеко отъ глаза, а второй близко къ нему. Поэтому, если мы не знаемъ, которое изъ двухъ тѣлъ ближе къ намъ и которое дальше, то не можемъ рѣшить, которое изъ нихъ больше. Правильное сужденіе о величинѣ предмета возможно только тогда, когда мы знаемъ разстояніе предмета.

Вѣрное сужденіе о разстояніи предметовъ приобретается навыкомъ. При этомъ сужденіи мы обращаемъ вниманіе: 1) на тѣла, лежащія между нами и разема-триваемымъ предметомъ и 2) на яркость и отчетливость, съ которою мы видимъ послѣдній. Предметъ кажется намъ тѣмъ ближе, чѣмъ меньше тѣлъ находится между нимъ и нашимъ глазомъ, и чѣмъ яснѣе мы его видимъ. Но при этомъ мы нерѣдко впадаемъ въ ошибки, которыя получили названіе оптическихъ обмановъ, хотя въ сущности это ошибки нашего ума, а не глаза или зрѣнія. Такъ напр. зимою, при яркомъ освѣщеніи, проеходящемъ отъ снѣга, все предметы кажутся намъ слишкомъ близко. Отдаленный огонь кажется ночью ближе, нежели днемъ, потому-что ярче свѣтитъ. Нѣсколько сплюснутый видъ небеснаго свода зависитъ отъ двухъ причинъ. Во-первыхъ, слои воздуха находящіеся надъ нашей головой прозрачнѣе и свѣтлѣе, нежели тѣ, которые лежатъ близъ горизонта. Во-вторыхъ, по отвѣсному направленію мы не встрѣчаемъ никакихъ предметовъ, что также уменьшаетъ для насъ разстоянія; вообще все высоты мы оцѣниваемъ слишкомъ низко.

Ложное сужденіе о разстояніи, приводитъ насъ еще

къ другому роду оптическихъ обмановъ, къ невѣрной оцѣнкѣ величины предмета. Предметамъ, которые мы считаемъ очень близкими, мы приписываемъ слишкомъ малую величину; напротивъ, предметамъ, которые считаемъ весьма отдаленными, слишкомъ большую. Солнце и луна во время восхода и захода кажутся намъ менѣе яркими, потому-что мы видимъ ихъ сквозь нижніе, болѣе плотные слои атмосферы, которые значительно ослабляютъ ихъ свѣтъ. Сверхъ-того, въ это время мы замѣчаемъ между собою и свѣтиломъ множество предметовъ на земной поверхности. Отъ этихъ двухъ причинъ свѣтило, находясь близъ горизонта, кажется намъ дальше нежели въ другое время, а слѣдовательно и больше. Такимъ же образомъ семь звѣздъ Большой-Медвѣдицы, повидимому, далѣе отстоятъ одна отъ другой, когда свѣтило ближе къ горизонту. Въ туманную погоду мы видимъ все предметы не ясно, а потому они кажутся намъ дальше, и вмѣстѣ съ тѣмъ больше. Напротивъ, считая наприм. циферблатъ башенныхъ часовъ или крестъ колокольни слишкомъ близкими, мы приписываемъ имъ слишкомъ малую величину.

321. Устройство глаза. Человѣческій глазъ представляетъ собою простой оптическій снарядъ, главная часть котораго дѣйствуетъ какъ выпуклое стекло. Глазъ состоитъ изъ шара съ небольшимъ возвышеніемъ на передней сторонѣ и лежитъ въ глазной впадинѣ, наполненной жиромъ и клѣтчаткой. Наружный покровъ глазнаго яблока составляетъ роговая оболочка, Н А бѣлокъ глаза *h h H*. Она жестка и болѣею частию не прозрачна; только

Человѣческій
глазъ.

фиг. 330.



передняя, болѣе выпуклая часть ея, *H* прозрачна. Подъ этой оболочкой разстиается по всей внутренности глаза сосудистая оболочка, покрытая чернымъ слизистымъ веществомъ. На передней сторонѣ глаза она переходитъ въ радужную оболочку *ii*, которая въ видѣ кольца окружаетъ круглое отверстіе, называемое зрачкомъ. Цвѣтъ радужной оболочки бываетъ различенъ — сѣрый, голубой, черный. Наконецъ третій, самый внутренній покровъ глаза составляетъ сѣтчатая оболочка *nn* или ретина. Она разстиается въ видѣ сѣти и составляетъ развѣтвленіе глазнаго нерва *S*. Этою сѣтчатую оболочкой мы воспринимаемъ всѣ свѣтотѣныя впечатлѣнія. Внутри глаза, позади зрачка, помѣщается тѣло, болѣе твердое, чѣмъ прочія части глаза, и имѣющее форму двояко-выпуклаго стекла. Это хрусталикъ *K*. Онъ раздѣляетъ внутренность глаза на два неровныя отдѣленія, на двѣ камеры: переднюю, малую, впереди хрусталика до роговой оболочки, и заднюю, большую, позади его до ретины. Обѣ камеры наполнены прозрачными жидкостями: передняя — водянистою влагой, задняя — стекловидною влагой.

Свѣтовые лучи, идущіе отъ виѣшнихъ предметовъ, входятъ въ глазъ сквозь выпуклую и прозрачную часть роговой оболочки и падаютъ черезъ зрачокъ на поверхность хрусталика. Хрусталикъ, дѣйствуя какъ выпуклое стекло, преломляетъ ихъ и даетъ на сѣтчатой оболочкѣ маленькое обратное изображеніе предмета. Въ этомъ убѣждаютъ опыты надъ глазами большихъ животныхъ, устроенными подобно человѣческому глазу. Лучи, соединяющіеся для составленія изображенія, производятъ раздраженіе сѣтчатой оболочки, которое пе-

редается ею зрительному нерву, и возбуждаетъ въ насъ сознаніе о видимомъ нами предметѣ. Весьма распространенная глазная болѣзнь, называемая обыкновенно темной водой, происходитъ отъ нечувствительности сѣтчатой оболочки; эта болѣзнь неизлечима. Иногда же мы видимъ, безъ всякой внѣшней причины, какъ-будто плавающія въ воздухѣ темныя точки, нити и проч.; это явленіе происходитъ отъ присутствія въ стекловидной или водянистой влагѣ маленькихъ постороннихъ частицъ.

322. Почему мы видимъ предметы въ прямомъ видѣ и не вдвойнѣ? Изображенія, производимыя хрусталикомъ на сѣтчатой оболочкѣ, бываютъ обратныя; почему же однако мы видимъ предметы въ прямомъ видѣ?

Разсмотримъ лучи, идущіе отъ нижней точки

фиг. 331.

b предмета. Преломившись въ хрусталикѣ, они соединяются

въ точкѣ *a*, лежащей въ верхней части сѣтчатой оболочки. Это соединеніе лучей влечетъ за собою два слѣдствія: во-первыхъ, составляется изображеніе точки *b*; во-вторыхъ, совмѣстное дѣйствіе всѣхъ этихъ лучей сообщаетъ сѣтчатой оболочкѣ такое впечатлѣніе, какъ-будто бы они шли по направленію луча *ba*, проходящаго безъ преломленія черезъ средину хрусталика. Получая это впечатлѣніе, мы заключаемъ, что видимая нами точка предмета лежитъ по направленію *ba*, и потому она представляется намъ внизу, въ *b*. Подобнымъ образомъ, получая лучи изъ верхней точки предмета, мы ищемъ ее вверху, тамъ гдѣ она дѣйствитель-

Почему мы видимъ предметы въ прямомъ видѣ.



но находится, между-тѣмъ какъ изображеніе ея образуется на сѣтчатой оболочкѣ внизу. Итакъ, предметъ представляется намъ въ прямомъ видѣ, потому-что мы судимъ о положеніи его не по изображенію на ретинѣ, а по направленіямъ проходящихъ лучей. Составленіе же изображенія — обстоятельство побочное; оно указываетъ лишь на то, что лучи, выходящіе изъ одной точки предмета, снова соединяются на сѣтчатой ткани въ одну же точку и производятъ одно общее впечатлѣніе.

Почему мы видимъ предметъ не вдвойнѣ.

Почему мы видимъ двумя глазами одинъ только предметъ? Причина этого состоитъ въ томъ, что направленія, по которымъ каждый глазъ видитъ данную точку предмета, сходятся въ одной точкѣ; въ-этомъ-пересѣченіи мы и ищемъ видимую нами точку предмета, и здѣсь же она и находится въ-самомъ-дѣлѣ. Но это бываетъ только въ томъ случаѣ, когда изображенія видимаго предмета занимаютъ въ обоихъ глазахъ соответственныя мѣста сѣтчатой оболочки, т. е. въ каждомъ глазу лежатъ или въ срединѣ ея, или оба направо, или оба налѣво. Но если въ одномъ глазу изображеніе составляется на правой, а въ другомъ на лѣвой сторонѣ сѣтчатой оболочки, то мы не привыкли приписывать оба впечатлѣнія одному и тому же предмету, и видимъ предметъ вдвойнѣ. Въ этомъ убѣждаетъ слѣдующій опытъ.

Двойственные изображенія.

Опытъ. Если держать передъ собою два пальца, одинъ позади другаго, такъ чтобы ближайшій находился на разстояніи фута, то направляя глазъ на первый ближайшій палецъ, мы увидимъ другой вдвойнѣ. При этомъ, изображенія перваго пальца въ каждомъ глазу

падаютъ на средину сѣтчатой оболочки, и потому онъ представляется намъ одинокимъ. Между-тѣмъ изображенія отдаленнаго пальца приходится въ правомъ глазу на лѣвой, а въ лѣвомъ на правой сторонѣ сѣтчатой оболочки; вслѣдствіе этого мы приписываемъ эти два изображенія двумъ различнымъ предметамъ. Напротивъ, если станемъ пристально смотрѣть на отдаленный палецъ, то ближайшій представится двойнымъ.

323. Продолжительность впечатлѣнія производимаго свѣтомъ на глазъ. Ощущеніе, произведенное лучами свѣта на сѣтчатую оболочку, не прекращается мгновенно, но продолжается замѣтное время. Поэтому, если два свѣтовые впечатлѣнія слѣдуютъ одно за другимъ такъ быстро, что первое еще не успѣетъ прекратиться когда наступитъ второе, то оба они сливаются въ нашемъ сознаніи и намъ кажется, что мы получаемъ разомъ два впечатлѣнія.

Продолжительность впечатлѣнія, производимаго свѣтомъ на глазъ.

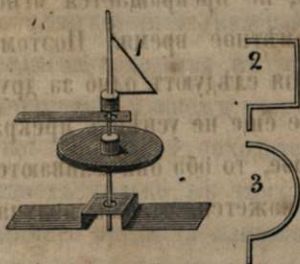
Опытъ а. На карандашѣ или какой-нибудь круглой палочкѣ назначается мѣломъ точка, и палочка быстро катается по столу. При этомъ бѣлая точка будетъ весьма быстро описывать маленькіе кружки. Прежде чѣмъ прекратится первоначальное впечатлѣніе этой точки, полученное глазомъ при самомъ началѣ движенія, она успѣетъ сдѣлать полный оборотъ, побывавъ во всѣхъ возможныхъ положеніяхъ на своемъ кругообразномъ пути. Поэтому, глазъ будетъ видѣть ее во всѣхъ этихъ положеніяхъ въ одно и то же время, и карандашъ покажется опоясаннымъ цѣлымъ кольцомъ бѣлаго свѣта. То же самое будетъ, если быстро вращать въ темной комнатѣ раскаленный уголь; при этомъ замѣ-

чается цѣлый огненный кругъ. Во время грозы можно рассмотреть весь путь, описываемый молніею. Падающая звѣзда оставляетъ за собою, какъ кажется, огненный слѣдъ.

Образованіе
конуса, ци-
линдра и
шара.

Опытъ 6. Предъидущій опытъ между прочимъ наглядно показываетъ, какимъ-образомъ отъ движенія точки происходитъ прямая или круговая линія. Подобнымъ образомъ, основываясь на продолжительности свѣтовыхъ впечатлѣній, можно ясно представить, какъ образуются различные геометрическія тѣла. Такъ на-

фиг. 332.



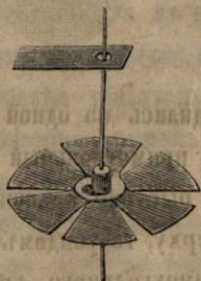
прим. конусъ образуется вращеніемъ прямоугольнаго треугольника, цилиндръ — вращеніемъ прямоугольника, шаръ — вращеніемъ полукруга. Свѣтлая и не слишкомъ тонкая мѣдная проволока сгибается, какъ показано на чертежѣ (1, 2, 3). Согнутыя такимъ-образомъ проволоки втыкаются въ пробку нижнимъ вертикальнымъ концомъ своимъ. Пробка плотно насаживается на вязальную спицу; послѣдняя дополняетъ собою проволочныя фигуры, сообщая имъ видъ цѣлаго треугольника, прямоугольника или полукруга, и въ то же время служитъ осью вращенія прибора.

Чтобы вращеніе могло совершаться быстро и правильно, на нижнюю часть спицы надѣвается картонный кружокъ, представляющій маховое колесо. Сверху и снизу онъ плотно сжимается двумя пробками. Спица вращается пальцами, и для сохраненія

вертикальнаго положенія, она продѣвается въ широкое отверстіе, сдѣланное въ картонной полоскѣ, въ которомъ она можетъ вращаться совершенно свободно. Полоска помѣщается по возможности высоко, но все-таки ниже верхней пробки, служащей опорой для проволоки. Нижний конецъ спицы продѣвается въ другую картонную полоску съ широкимъ отверстіемъ и съ возвышеніемъ въ срединѣ. Эта полоска кладется на столъ и прижимается чѣмъ-нибудь тяжелымъ. Не трудно придать прибору весьма быстрое вращательное движеніе. Тогда, вставляя въ верхнюю пробку попеременно проволоки 1, 2 и 3, увидимъ то конусъ, то цилиндръ, то шаръ.

Опытъ с. Берется кружокъ изъ толстаго и не очень свѣтлаго картона, около 4-хъ дюймовъ въ діаметрѣ. Въ этомъ кружкѣ дѣлается шесть или болѣе не очень узкихъ вырѣзковъ, а въ срединѣ оставляется маленькій цѣльный кругъ. Полученная такимъ-образомъ звѣздообразная фигура надѣвается на нижній конецъ вязальной спицы и утверждается двумя пробками. Верхній конецъ спицы проходитъ въ отверстіе, сдѣланное въ узенькой картонной полоскѣ. Эта послѣдняя берется въ лѣвую руку, а правою сообщается спицѣ вращательное движеніе, какъ въ предыдущемъ опытѣ.

фиг. 333.



Если поставить этотъ приборъ на развернутой книгѣ, то пока онъ не вращается, можно будетъ видѣть буквы только сквозь вырѣзки кружка, и, слѣдовательно, читать цѣлыя строки невозможно. Но

какъ-скоро спица придетъ въ быстрое вращательное движеніе, то впечатлѣнія отдѣльныхъ вырѣзковъ будутъ сливаться между собою, и тогда можно видѣть всю страницу, хотя не такъ ясно, какъ безъ прибора. Если ось подобнаго кружка имѣетъ горизонтальное положеніе, то сквозь него можно видѣть окно комнаты и находящіеся передъ нимъ предметы.

Опытъ d. Изъ картона или изъ толстой бумаги вырѣзывается кружокъ около двухъ дюймовъ въ діаметрѣ. На концахъ одного изъ его діаметровъ прокалываются два отверстія; въ каждое изъ нихъ продѣвается коротенькая ниточка и завязывается крѣпкой петлей. Тогда, посредствомъ этихъ двухъ нитокъ, можно вращать кружокъ обѣими руками. На одной сторонѣ кружка проводится чернилами толстая полоса въ направленіи того же діаметра, а на другой—сторонѣ другая полоса, перпендикулярно къ первой. Еслибы обѣ полосы на-

фиг. 334.



фиг. 335.



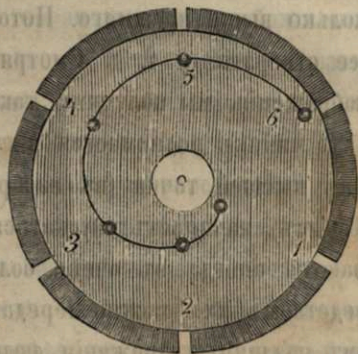
ходились на одной сторонѣ кружка, то онѣ составили бы прямоугольный крестъ. Далѣе, кружокъ приводится въ быстрое вращеніе; если теперь смотрѣть на него сверху, то увидимъ обѣ полосы въ одно время, въ видѣ прямоугольнаго креста. Впечатлѣніе горизонтальной полосы на нашъ глазъ не успѣетъ еще прекратиться, какъ кружокъ обернется снова къ намъ задней стороной и мы увидимъ полосу вертикальную. Въмѣсто двухъ по-

лость можно нарисовать на картонѣ другіе предметы, наприм. на одной сторонѣ клѣтку, на другой птицу.

Опытъ е. Въ картонномъ кружкѣ, около шести дюймовъ въ діаметрѣ, дѣлаются такіе же вырѣзки, какъ для опыта с, но не столь глубокіе, а только при краяхъ. Всѣхъ вы-

фиг. 336.

рѣзковъ должно быть шесть; каждый имѣетъ въ длину (т. е. по направленію радіуса) $\frac{5}{8}$ дюйма, а въ ширину — вдвое менѣе.



Въ пространствѣ между центромъ кружка и каждымъ изъ вырѣзковъ рисуются шесть изображеній какого-нибудь предмета, наприм. мячика, въ шести различныхъ положеніяхъ, слѣдующихъ одно за другимъ. Подъ первымъ вырѣзкомъ изображается этотъ мячикъ въ положеніи ближайшемъ къ центру. Подъ вторымъ вырѣзкомъ рисуется тотъ же мячикъ нѣсколько далѣе отъ центра, и т. д. Всѣ эти изображенія располагаются въ видѣ спирали, и подъ шестымъ вырѣзкомъ помѣщается изображеніе мячика, когда онъ наиболѣе удаленъ отъ центра. Приготовленный такимъ-образомъ кружокъ надѣвается на вязальную спицу, утверждается между двумя пробками и держится передъ зеркаломъ, висящимъ на стѣнѣ на разстояніи двухъ футовъ: причемъ изображенія должны быть обращены къ зеркалу. Наблюдатель помѣщаетъ свой глазъ у верхняго вырѣзка. Горизонтальная ось кружка приводится руками въ быстрое вращеніе.

Тогда увидимъ въ зеркалѣ изображеніе мячика, двигающагося попеременно вверхъ и внизъ. Сначала мы видимъ мячикъ сквозь отверстіе 1 въ самомъ нижнемъ положеніи; пока это впечатлѣніе еще продолжается, мѣсто 1-го отверстія займетъ 2-е и мы увидимъ въ него 2-е изображеніе, гдѣ мячикъ нарисованъ нѣсколько выше прежняго. Потомъ подойдетъ слѣдующее отверстіе и т. д. Смотря на эти смѣняющіяся изображенія, мы получимъ такое впечатлѣніе, какъ-будто мячикъ поднимается вверхъ и потомъ, достигнувъ высшей точки (въ изображеніи подѣ 6-мъ вырѣзкомъ), начинаетъ опускаться. Такіе приборы устроиваются иногда въ очень большихъ размѣрахъ: посредствомъ ихъ можно передавать нагляднымъ образомъ различныя движенія людей и животныхъ, ходъ машинъ и т. д.

Способность
глаза примѣ-
няться къ раз-
личнымъ раз-
стояніямъ
предмета.

324. Способность глаза примѣняться къ различнымъ разстояніямъ предмета. Мы можемъ ясно видѣть предметъ тогда только, когда лучи, идущіе изъ него въ нашъ глазъ, соединяются на самой сѣтчатой оболочкѣ. Другими словами, для яснаго зрѣнія нужно, чтобы изображение предмета, производимое хрусталикомъ, ложилось на самую сѣтчатую ткань. Но хрусталикъ дѣйствуетъ какъ выпуклое стекло, а изображенія происходящія отъ такого стекла, не всегда получаются на одинаковомъ отъ него разстояніи. Опыты 313 *a* и *b* показали, что изображеніе отдаленнаго предмета лежитъ ближе къ стеклу, а изображеніе близкаго предмета — далѣе отъ него, и только тѣла одинаково удаленныя отъ стекла, даютъ одинаково же удаленныя изображенія. Изъ этого нужно заключить, что только при

извѣстномъ удаленіи предмета, изображеніе его внутри глаза получится на сѣтчатой оболочкѣ. Для другаго предмета, болѣе удаленнаго, оно составитъ уже передъ этой оболочкой, а для предмета ближайшаго — позади ея. И въ томъ, и въ другомъ случаѣ предметъ не можетъ быть видимъ ясно.

Опытъ. Очиненный карандашъ или обожженная сѣрная спичка держится въ рукѣ такимъ-образомъ, чтобы только маленькая часть очиненнаго или обугленнаго кончика высовывалась наружу. Этотъ карандашъ помѣщается на такомъ разстояніи, чтобы очиненный кончикъ былъ ясно замѣтенъ; затѣмъ закрывается одинъ глазъ. Если пристально смотрѣть на этотъ ближайшій конецъ карандаша, то предметы отдаленные будутъ казаться не ясными, какъ-будто въ туманѣ; идущіе отъ нихъ лучи соединяются при этомъ не на самой сѣтчатой оболочкѣ. Если же, не перемѣняя мѣста глаза, разсматривать отдаленные предметы, то увидимъ ихъ совершенно ясно, но зато очиненный кончикъ карандаша едѣлается вовсе непримѣтнымъ. Изъ этого слѣдуетъ заключить, что при второмъ наблюденіи съ глазомъ произошла какая-то перемѣна, вслѣдствіе которой онъ получилъ способность видѣть ясно только предметы отдаленные.

Смотря долго и пристально вдаль и потомъ вдругъ обращая взоръ на предметы близкіе, мы дѣйствительно чувствуемъ, что въ глазу происходитъ какая-то перемѣна, что мы должны употребить какое-то усиліе. Здоровый или, какъ говорятъ, нормальный глазъ имѣетъ замѣчательную способность измѣнять свой видъ и примѣняться къ разстоянію видимаго имъ предмета. Въ-

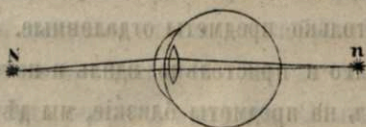
роятно, когда нужно разсмотрѣть близкій предметъ, глазъ дѣлается выпуклѣе, отъ чего хрусталикъ отдѣляется отъ сѣтчатой оболочки и изображеніе, которое безъ этого составлялось бы слишкомъ далеко, приходится на самой сѣтчатой оболочкѣ. Напротивъ, когда смотримъ на отдаленный предметъ, глазъ дѣлается плоче; въ это время хрусталикъ приближается къ сѣтчатой оболочкѣ и изображеніе, которое безъ того образовалось бы впереди послѣдней, опять ложится на ней.

Дальнозор-
кость и близ-
зорокость.

325. Дальнозоркость и близзорокость. Съ лѣтами или отъ привычки, глазъ можетъ потерять способность примѣняться къ разстоянію. Тогда онъ видитъ ясно или одни только отдаленные предметы, такіе глаза называются дальнозоркими. Или же напротивъ, близкіе предметы онъ разсматриваетъ ясно, но не видитъ вдаль; въ этомъ случаѣ глазъ называется близзорукимъ. И близзорокость и дальнозоркость равно зависятъ отъ несовершенства приспособленія.

Дальнозоркость обыкновенно бываетъ у стариковъ; вѣроятно жидкости глаза съ лѣтами высыхаютъ, а

фиг. 337.



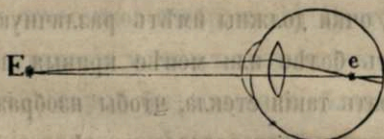
Дальнозоркій глазъ.

хрусталикъ и роговая оболочка дѣлаются менѣе выпуклыми. Охотники, поселяне, вообще люди привыкшіе смотрѣть вдаль, дѣлаются дальнозоркими даже и въ

молодыхъ лѣтахъ. Дальнорзкаго можно узнать потому, что, читая, онъ держитъ книгу иногда позади свѣчи и вообще далѣе 8—10 дюймовъ отъ глаза, т. е. далѣе того разстоянія, на которомъ всего яснѣе видитъ нормальный глазъ. Изображеніе близкаго предмета N у дальнорзкаго составляется позади сѣтчатой оболочки; лучи свѣта преломляются не довольно сильно, чтобы соединиться на ней; слѣдовательно, путь лучей до ихъ соединенія у дальнорзкаго слишкомъ великъ.

Близорукость происходитъ отъ привычки держать книгу или работу слишкомъ близко къ глазамъ. Отъ

Фиг. 338.



Близорукій глазъ.

этого хрусталикъ и роговая оболочка съ теченіемъ времени становятся слишкомъ выпуклыми и теряютъ способность примѣняться къ большимъ разстояніямъ. Лучи, идущіе изъ какой-нибудь отдаленной точки E , преломляются слишкомъ сильно и, еще не достигнувъ сѣтчатой оболочки, соединяются передъ нею въ точкѣ e . Путь лучей до ихъ соединенія у близорукаго слишкомъ коротокъ.

326. Очки. Для вознагражденія этихъ недостатковъ глаза, люди близорукіе и дальнорзкіе употребляютъ вогнутыя и выпуклыя стекла—очки. Первое примѣненіе стеколъ къ устройству очковъ относится, какъ кажется, къ 1330 году и принадлежитъ итальянскому монаху Александру Спина.

Очки.

У дальноркаго лучи преломляются слишкомъ слабо и соединеніе ихъ происходитъ слишкомъ далеко; нужно ихъ собрать, соединить ближе къ хрусталику, такъ чтобы изображеніе упало на ретину; для этого стоитъ только помѣстить передъ глазомъ выпуклое стекло. По этому люди дальноркіе употребляютъ выпуклые очки. Напротивъ, у близорукаго лучи преломляются слишкомъ сильно, нужно отдалить ихъ соединеніе; этой цѣли удовлетворяютъ вогнутыя стекла; они разсѣиваютъ лучи свѣта и слѣдовательно замедляютъ ихъ соединеніе. Поэтому, для близорукихъ нужны вогнутые очки. Смотря по степени близорукости или дальноркости глазъ, очки должны имѣть различную силу, т. е. должны имѣть болѣе или менѣе кривыя поверхности; нужно выбирать такія стекла, чтобы изображенія предметовъ постоянно составлялись на сѣтчатой оболочкѣ, безъ особенныхъ усилій глаза. Поэтому очки бываютъ различныхъ нумеровъ; обыкновенно нумеръ опредѣляется числомъ дюймовъ въ діаметрѣ того шара, по которому отшлифовано выпуклое или вогнутое стекло. Нисшіе нумера принадлежатъ меньшимъ шарамъ, и очки, означенные этими нумерами, имѣютъ наибольшую кривизну; это самые сильные очки. Обыкновенно выбираютъ не тѣ очки, въ которыхъ изображенія предмета всего яснѣе, но нумеромъ выше.

Дѣйствіе очковъ можно объяснить еще другимъ образомъ. Дальноркій глазъ видитъ ясно на большомъ разстояніи, по этому для него нужно отдалить близкій предметъ; но вмѣстѣ съ тѣмъ, чтобы этотъ предметъ могъ быть отчетливо видѣнъ, необходимо увеличить его. А мы знаемъ изъ опыта 314, что выпуклое стекло

увеличиваетъ и удаляетъ предметы. Напротивъ, близорукий глазъ видитъ ясно на небольшомъ разстояніи; поэтому для него нужно вогнутое стекло, сквозь которое (опытъ 315 б.) предметъ кажется ближе.

327. Лупа и простой микроскопъ. Желая яснѣе рассмотреть весьма малый предметъ, мы по возможности приближаемъ его къ глазу; потому что чѣмъ онъ ближе, тѣмъ кажется больше. Но наименьшее разстояніе, на которомъ нормальный глазъ можетъ ясно видѣть, равно 8 дюймамъ; какъ скоро предметъ будетъ ближе этого предѣла, то мы не въ состояніи приспособить глазъ такъ, чтобы лучи соединились на сѣтчатой оболочкѣ и составили отчетливое изображеніе. Поэтому, для лучшаго разсматриванія мелкихъ предметовъ нуженъ такой инструментъ, который бы отдалялъ близкій предметъ на разстояніе яснаго зрѣнія, а чтобы предметъ не казался отъ этого слишкомъ малъ, нужно чтобы онъ былъ въ то же время увеличенъ. Мы видѣли въ 314 опытѣ, что если смотрѣть въ выпуклое стекло на предметъ, помѣщенный между стекломъ

фиг. 339.



и его фокусомъ, то этотъ предметъ представляется увеличеннымъ и отдаленнымъ. Поэтому выпуклое стекло весьма удобно примѣнить къ разсматриванію малыхъ предметовъ. Если къ такому стеклу приложимъ глазъ въ o , то малый предметъ, помѣщенный въ G , будетъ намъ казаться въ g , т. е. далѣе отъ стекла, и притомъ въ увеличенномъ видѣ. Теперь представимъ себѣ, что мы имѣемъ выпуклое стекло, фокусъ котораго лежитъ весьма близко къ поверхности стекла, или фокусное

Лупа и простой микроскопъ.

разстояніе котораго очень мало, какъ обыкновенно говорятъ. Тогда предметъ, помѣщенный между фокусомъ и стекломъ, будетъ лежать весьма близко къ глазу. Но смотря изъ *о* сквозь стекло, мы можемъ такъ помѣстить предметъ, что изображеніе *g* придется на разстояніи 8 дюймовъ, слѣдовательно будетъ видно совершенно ясно. Если возьмемъ стекло съ меньшимъ фокуснымъ разстояніемъ, то предметъ нужно придвинуть къ нему еще ближе; тогда крайніе лучи, изображенные на фигурѣ, будутъ расходиться еще далѣ другъ отъ друга, и изображеніе *g* будетъ еще болѣе. Слѣдовательно, выпуклое стекло увеличиваетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ короче его фокусное разстояніе. Положимъ, что фокусное разстояніе стекла равняется 1 дюйму, а разстояніе яснаго зрѣнія для глаза наблюдателя—8 дюймамъ; тогда предметъ будетъ отстоять отъ глаза почти на 1 дюймъ, а представится на разстояніи 8 дюймовъ, слѣдовательно онъ будетъ казаться въ восемь разъ длиннѣе. Если фокусное разстояніе равно $\frac{1}{4}$ дюйма, то увеличеніе будетъ въ 32 раза. Эти числа показываютъ, во сколько разъ увеличивается длина предмета или линія соединяющая двѣ какія-нибудь крайнія точки его; такое увеличеніе называется линейнымъ. Когда длина и ширина предмета увеличиваются въ 8 разъ, тогда вся площадь его будетъ казаться больше въ $8 \times 8 = 64$ раза.

Всякое выпуклое стекло съ короткимъ фокуснымъ разстояніемъ называется луною; если же фокусное разстояніе менѣе $\frac{1}{2}$ дюйма, то стекло получаетъ названіе простаго микроскопа. Луна и микроскопъ увеличиваютъ во столько разъ, сколько разъ фокусное

разстояніе содержится въ разстояніи яснаго зрѣнія глаза.

Луна болѣе простаго микроскопа и имѣетъ въ діаметрѣ отъ 1 до 2 дюймовъ; при разсматриваніи она обыкновенно держится въ рукѣ. Увеличеніе ея не бываетъ болѣе 16. Такія стекла употребляются у часовыхъ мастеровъ и граверовъ при работахъ, у банкировъ — для разузнанія фальшивыхъ ассигнацій, у естествоиспытателей, когда они желаютъ разсмотрѣть общую форму насѣкомаго или какой-нибудь части растенія. Самыя лучшія лупы — цилиндрическія, состоятъ изъ сплошнаго стекляннаго цилиндра, ограниченнаго съ обѣихъ сторонъ выпуклыми поверхностями. Эти лупы даютъ превосходныя изображенія. При употребленіи лупы нужно какъ можно ближе приставлять къ ней глазъ, если желаемъ видѣть разомъ весь предметъ; если же нужно разсмотрѣть подробнѣе небольшую часть его, то можно отодвигать глазъ на 6—8 дюймовъ, нисколько не вредя ясности изображенія.

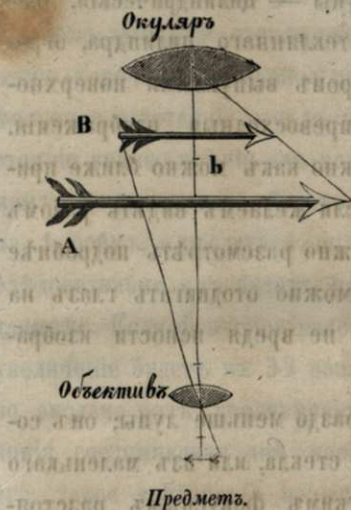
Простой микроскопъ гораздо меньше лупы; онъ состоитъ или изъ выпуклаго стекла, или изъ маленькаго шарика, съ весьма короткимъ фокуснымъ разстояніемъ, и утверждается на подставкѣ. Съ помощію простаго микроскопа можно разсматривать только малую часть предмета. Увеличиваетъ онъ гораздо сильнѣе, нежели лупа; но вмѣстѣ съ тѣмъ изображеніе бываетъ не такъ ясно, потому-что по малости стекла въ него проходитъ только небольшое количество лучей свѣта.

328. Сложный микроскопъ. Сложный микроскопъ изобрѣтенъ въ 1590 году голландскимъ оптикомъ Заха-
Сложный микроскопъ.

ріемъ Янсеномъ. Въ простѣйшемъ видѣ этотъ снарядъ состоитъ изъ двухъ выпуклыхъ стеколъ. Одно изъ нихъ обращено къ разсматриваемому предмету, который помѣщается вблизи его,—это предметное стекло или объективъ; оно весьма выпукло и имѣетъ короткое фокусное разстояніе. Другое стекло, въ которое смотритъ глазъ, называется глазнымъ, или окуляромъ.

Предметъ помѣщается передъ объективомъ нѣсколько далѣе фокуса послѣдняго; объективъ даетъ

фиг. 340.



увеличенное и обратное изображение его; на фигурѣ оно обозначено буквою *B*. Это изображение разсматривается глазомъ въ окуляръ, какъ въ лупу, при чемъ еще болѣе увеличивается. Разстояніе между предметнымъ и глазнымъ стекломъ должно быть таково, чтобы изображение *B* приходилось между окуляромъ и его фокусомъ *b*.

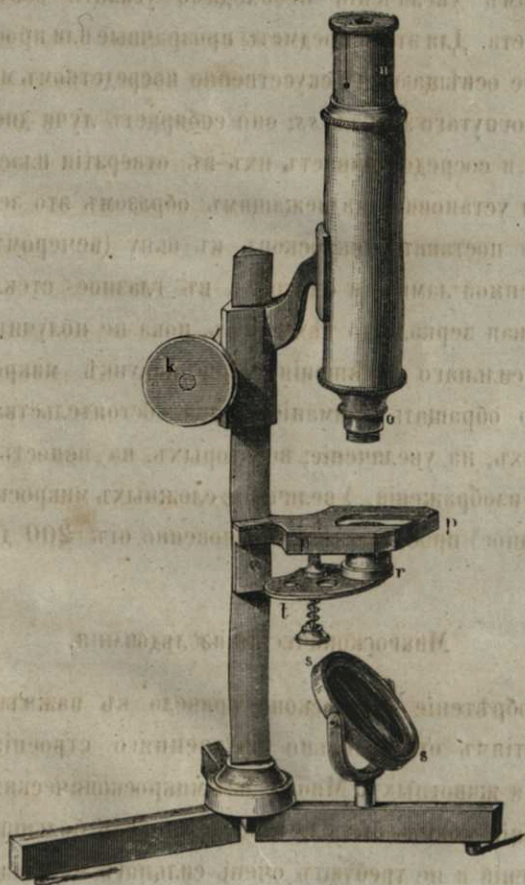
Такимъ-образомъ предметъ, дважды увеличенный, представляется глазу въ обратномъ видѣ. Часто прибавляютъ еще другое глазное стекло, оно помѣщается подлѣ перваго и увеличиваетъ ясность и отчетливость изображенія.

Принадлеж-
ность микро-
скопа.

Все эти стекла помѣщаются въ трубкѣ, которая окрашена внутри черною краскою. Обыкновенно трубкѣ дается вертикальное положеніе; внизу находится обь-

ективъ, вверху — окуляръ. Трубка утверждается на подставкѣ; смотря по надобности, ее можно подвигать вверхъ и внизъ и укрѣплять въ надлежащемъ положеніи посредствомъ винта *k*. Подъ объективомъ находится пластинка *p* съ отверстіемъ въ срединѣ, на ней помѣщается разсматриваемый предметъ. Отверстіе покрывается маленькимъ стеклышкомъ, на него кладется предметъ и покрывается сверху другимъ стекломъ. Для наблюдений необходимо, чтобы микроскопъ былъ

фиг. 341, *a*.



хорошо установленъ, т. е. чтобы предметъ находился въ надлежащемъ разстояніи отъ объектива. Съ этою цѣлью къ пластинкѣ придѣляется винтъ p , посредствомъ котораго можно повышать и понижать предметъ до тѣхъ поръ, пока не увидимъ его въ трубкѣ совершенно ясно. Глазъ наблюдателя помѣщается возлѣ самаго окуляра, чтобы устранить всякое постороннее освѣщеніе. Чѣмъ сильнѣе увеличеніе, тѣмъ слабѣе становится яркость изображеній. Поэтому, при значительномъ увеличеніи необходимо усилить освѣщеніе предмета. Для этого предметы прозрачные или просвѣчивающіе освѣщаются искусственно посредствомъ маленькаго вогнутаго зеркала ss ; оно собираетъ лучи дневнаго свѣта и сосредоточиваетъ ихъ въ отверстіи пластинки. Чтобы установить надлежащимъ образомъ это зеркало, нужно поставить микроскопъ къ окну (вечеромъ—къ зажженной лампѣ) и смотрѣть въ глазное стекло, поворачивая зеркало до тѣхъ поръ, пока не получится самаго сильнаго освѣщенія. При поукнкѣ микроскопа нужно обращать вниманіе на два обстоятельства: во-первыхъ, на увеличеніе; во-вторыхъ, на ясность и чистоту изображеній. Увеличеніе сложныхъ микроскоповъ (линейное) простирается обыкновенно отъ 200 до 500 разъ.

Микроскопическія изслѣдованія.

Наблюденія съ
помощію ми-
кроскопа.

Изобрѣтеніе микроскопа привело къ важнѣйшимъ открытіямъ относительно внутренняго строенія растений и животныхъ. Многія изъ микроскопическихъ наблюденій могутъ быть произведены безъ большихъ затрудненій и не требуютъ очень сильнаго микроскопа.

МИКРОСКОПИЧЕСКІЯ ИЗСЛѢДОВАНІЯ ВЪ ЦАРСТВѢ РАСТИТЕЛЬНОМЪ.

Опытъ а. Растительныя клѣточки. Вода, постоянная довольно долго въ сосудѣ, а также почти всякая стоячая вода, заключаетъ въ себѣ зеленые клѣтчи, состоящіе изъ тонкихъ нѣжныхъ нитей (*Conservae*). Положивъ одну изъ такихъ нитей въ каплѣ воды на стеклышко микроскопа, и покрывъ сверху другимъ стекломъ, замѣтимъ, что эта нить состоитъ изъ клѣточекъ, расположенныхъ одна подлѣ другой подобно бусамъ. Этотъ опытъ показываетъ самымъ яснымъ образомъ основную форму всѣхъ видовъ растений — клѣточку. Вмѣстѣ съ тѣмъ мы замѣтимъ, что каждая клѣточка со всѣхъ сторонъ закрыта.

Микроскопическія изслѣдованія въ растительномъ царствѣ.

Опытъ b. Форма клѣточекъ. Круглую и шестиугольную форму клѣточекъ всего яснѣе можно видѣть, разсматривая въ микроскопъ сердцевину бузины, подсолнечника или ситника. Для этого нужно срезать бритвою чрезвычайно тонкій слой сердцевины, и высушивъ положить ее подъ объективъ микроскопа.

Опытъ c. Ленъ и хлопчатая бумага. Основываясь на формѣ клѣточекъ, можно легко различить ленъ и хлопчатую бумагу. Ленъ и пенька имѣютъ клѣточки длинныя и представляютъ круглыя нити, повсюду равной толщины. Напротивъ, клѣточки хлопчатой бумаги представляются въ видѣ плоской ленты съ округленными краями. Такимъ образомъ можно открывать примѣсь бумаги въ полотнѣ.

Опытъ d. Колючки крапивы. Сорвавъ осторожно вѣтку крапивы, кладутъ на столъ стеклышко микро-

скопа и срѣзываютъ надъ нимъ ножницами нѣсколько волосковъ или колючекъ этого растенія. Помѣстивъ стеклышко подъ микроскопъ и разсматривая лежащія на немъ колючки, замѣтимъ на нѣкоторыхъ изъ нихъ утолщенія, составляющія вмѣстѣ съ волоскомъ одну клѣточку и заключающія въ себѣ ждкій, жгучій сокъ, который, при раскрытіи ихъ, разливается по стеклу.

Опытъ е. Спиральные сосуды. Листъ розы, дуда или винограда осторожно разрывается, такъ, чтобы обѣ половинки соединялись еще тонкими бѣлыми волокнами. Отрѣзавъ ножницами одно изъ такихъ волоконъ и положивъ подъ микроскопъ, увидимъ сосуды винтообразной, спиральной формы. Они составляютъ отложенія растительнаго сока, образовавшіяся въ клѣточкахъ.

Опытъ f. Крахмалъ. Въ клѣточкахъ растеній между прочимъ содержится крахмалъ. Нѣсколько зернышекъ его кладутся подъ микроскопъ и разсматриваются. При этомъ картофельный крахмалъ представится въ видѣ яичекъ, которыя состоятъ изъ множества оболочекъ, лежащихъ одна на другой. Напротивъ, пшеничный крахмалъ представляетъ сплюснутыя зерна, въ родѣ чечевицы.

Опытъ g. Цвѣточная пыль. Тончайшая цвѣточная пыль подъ микроскопомъ также разлагается на отдѣльныя зерна. Для этихъ наблюдений можно употреблять такъ называемое плаунное сѣмя (*Semen Lycopodii*); употреблявшееся уже прежде для электрическихъ опытовъ (опытъ 186). Нѣсколько пылинокъ этого порошка насыпаются на стеклышко микроскопа, смачиваются водою, покрываются стеклянной пластинкой и кладутся подъ объективъ.

МИКРОСКОПИЧЕСКІЯ НАБЛЮДЕНІЯ ИЗЪ ЦАРСТВА ЖИВОТНЫХЪ.

Опытъ h. Инфузоріи (наливочныя животныя). Берутъ изъ пруда или канавы немного воды, содержащей въ себѣ водяныя растенія. Если, придерживая по слѣднія кусочкомъ дерева, слить жидкость въ чистую аптечную стеклянку, то полученная вода всегда почти будетъ заключать въ себѣ множество микроскопическихъ животныхъ, или инфузорій. Стеклянка закупоривается пробкой и можетъ быть сберегаема нѣсколько дней. Можно также получить инфузорій, обливая водою древесные листья или траву и давши жидкости постоять на тепломъ воздухѣ отъ одной до двухъ недѣль. Для наблюденій обмакиваютъ въ эту воду деревянную палочку, повисшую на ней каплю воды опускаютъ на стекло, покрываютъ сверху другимъ стекломъ и кладутъ подъ микроскопъ. Въ этой каплѣ мы увидимъ множество небольшихъ животныхъ различной формы, которыя быстро движутся въ разныя стороны, внезапно оборачиваются и вертятся кругомъ.

Микроскопическія изслѣдованія въ царствѣ животныхъ.

Опытъ i. Обширное поле для микроскопическихъ наблюденій доставляютъ насѣкомыя. Разматривая усики майскаго жука, можно ясно различить на ихъ кончикахъ шишечки, состоящія изъ отдѣльныхъ листиковъ. Усики комара представляются въ видѣ нитей о 14 колѣнахъ; крылышки стрекозы и подѣнки (однодневной мухи), представляютъ красивыя сѣти, переплетенныя кровеносными сосудами и жилками. Пыль съ крыльевъ бабочки оказывается состоящею изъ чешуекъ, наложенныхъ одна на другую, подобно кровельной черепицѣ. Эти чешуйки можно отдѣлить отъ крыльевъ, слегка

Фиг. 341, б.



придавливая верхнее стекло къ нижнему, послѣ чего онѣ остаются на послѣднемъ. Въ ножкѣ мухи или паука замѣчаются нѣсколько суставовъ или колѣнъ.

Фиг. 341, с.



Фиг. 341, б, изображаетъ разнообразныя формы, которыя представляетъ подъ микроскопомъ пыль, снятая съ крыльевъ бабочки; каждая пылинка прикрѣпляется къ крылу особымъ корешкомъ. На фиг. 341, с, изображена въ увеличенномъ видѣ ножка паука; на ней ясно замѣтны гребни и щеточки, служащія этому насѣкомому для тканья паутины.

Опытъ к. Кровь. Если слегка уколоть палецъ и положить вытекшую каплю крови на

стеклышко микроскопа и слегка развести сахарной водой, то увидимъ множество продолговатыхъ шариковъ желтовато-краснаго цвѣта. Разжиженіе необходимо потому, что густая кровь содержитъ слишкомъ много кровяныхъ шариковъ, такъ что они покрываютъ другъ друга и не могутъ быть ясно разсмотрѣны.

Опытъ I. Волосъ. Человѣческій волосъ, положенный между двумя стеклышками подъ объективъ микроскопа, представляется полою трубочкой; въ ней находится жидкость, которая сообщаетъ волосамъ тотъ или другой цвѣтъ.

329. Зрительныя трубы съ предметными стеклами или Телескопы. рефракторы. Какъ микроскопъ употребляется при разсматриваніи весьма малыхъ предметовъ, помѣщенныхъ въблизи глаза, такъ зрительная труба служитъ для разсматриванія предметовъ отдаленныхъ, которые по причинѣ значительнаго разстоянія, кажутся намъ слишкомъ малыми. Изобрѣтеніе первой или голландской зрительной трубы обыкновенно приписывается Захарію Янсену или Юганидесу, оптику въ нидерландскомъ городѣ Миддльбургѣ; этотъ же Янсень, какъ мы видѣли, устроилъ и первый сложный микроскопъ. Голландская зрительная труба состояла изъ выпуклаго предметнаго стекла, или объектива, и изъ вогнутаго глазнаго стекла, или окуляра; нынѣ онъ рѣдко употребляется. Сначала Янсень дѣлалъ небольшія зрительныя трубы, длиною не болѣе 16-ти дюймовъ; только въ 1609 году удалось ему наконецъ устроить большую трубу, въ которую можно было наблюдать звѣзды. Онъ поднесъ ее принцу Морицу нассаускому, получивъ отъ него значительное вознагражденіе, и общалъ хранить

въ тайнѣ свое открытіе, которое могло доставить большія выгоды при веденіи войны. Въ томъ же году пришелъ въ Миддльбургъ одинъ иностранецъ, слышавшій о новомъ открытіи, и желалъ отыскать изобрѣтателя. Въ своихъ поискахъ онъ попалъ въ домъ другаго оптика, Іоганна Лапрея или Линперзейма, и переговоривъ съ нимъ, заказалъ ему нѣсколько выпуклыхъ и выгнутыхъ стеколъ. Въ свое время онъ пришелъ за ними, и держа въ рукахъ два разныя стекла, расположенныя такъ же, какъ въ зрительной трубѣ, смотрѣлъ сквозь нихъ на различные предметы. Такимъ образомъ Лапрей завладѣлъ тайною; но онъ не чувствовалъ всей важности ея. Онъ устроилъ телескопъ и показывалъ въ немъ всѣмъ проходившимъ отдаленный флюгеръ башни, который казался при этомъ гораздо больше и ближе. Вскорѣ стали стекаться къ Лапрею цѣлыя толпы народа, чтобы собственными глазами убѣдиться въ справедливости чудесной молвы. Въ 1609 году, Галилей, профессоръ въ Падуѣ, узналъ объ этомъ открытіи и приготовилъ по доставленному ему описанію большую зрительную трубу. Этимъ снарядомъ онъ произвелъ въ нѣсколько мѣсяцевъ свои знаменитыя открытія: замѣтилъ на лунѣ большія горы и пропасти; доказалъ, что многія туманныя пятна на небѣ состоятъ изъ отдѣльныхъ звѣздъ, замѣтилъ впервые четырехъ спутниковъ Юпитера, и т. д. Известно, что великій герцогъ тосканскій вызвалъ его на выгодныхъ условіяхъ во Флоренцію. Спустя нѣсколько лѣтъ, въ 1633 году, когда Галилей былъ уже слабымъ семидесятилѣтнимъ старикомъ, инквизиція потребовала его въ Римъ, гдѣ онъ долженъ былъ подѣ

клятвою отречься отъ ученія о движеніи земли. Последнія пять лѣтъ своей жизни онъ провелъ въ совершенной слѣпотѣ и умеръ въ 1642 году.

Мысль объ устройствѣ астрономической трубы — предложена въ 1611 году знаменитымъ астрономомъ Кеплеромъ; ее привелъ въ исполненіе два года спустя іезуитъ Христофъ Шейнеръ. Земной телескопъ устроилъ Рейта.

Изображеніе отдаленнаго предмета въ зрительной трубѣ производится или большимъ выпуклымъ стекломъ, или же большимъ вогнутымъ зеркаломъ.

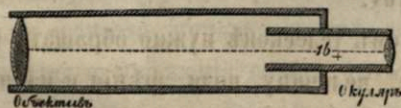
Это изображеніе разсматривается съ помощію глазнаго стекла, которое здѣсь играетъ роль луны. Такимъ образомъ телескопы бываютъ двухъ родовъ: одни — съ предметными стеклами; ихъ называютъ трубами или рефракторами; другіе — съ предметными зеркалами; они называются зеркальными телескопами или рефлекторами. Къ первымъ принадлежатъ:

Телескопы съ предметными стеклами.

1) *Астрономическая труба*. Она состоитъ изъ двухъ выпуклыхъ стеколъ. Стекло, обращенное къ предмету, объективъ, бываетъ большихъ размѣровъ, для того, чтобы оно пропускало какъ можно болѣе

Астрономическая труба.

Фиг. 342.



лучей свѣта и производило ясное изображеніе предмета. Выпуклость этого стекла незначительна, слѣдовательно оно имѣетъ большое фокусное разстояніе. Это дѣлается съ тою цѣлю, чтобы обратное изображе-

ніе, которое образуется близъ фокуса b , было бы по возможности больше. Изображеніе, произведенное предметнымъ стекломъ, разсматривается съ помощью окуляра. Последний имѣетъ здѣсь значеніе луны; по этому у него фокусное разстояніе несравненно короче, чѣмъ у объектива. Изображеніе должно лежать между окуляромъ и его фокусомъ; для этого, предметное и глазное стекла располагаются такимъ-образомъ, чтобы фокусы ихъ совпадали въ одной точкѣ b . Отсюда ясно, что длина астрономическаго телескопа равняется длинѣ обоихъ фокусныхъ разстояній, вмѣстѣ взятыхъ. Этотъ телескопъ показываетъ всѣ предметы въ обратномъ видѣ, что впрочемъ при разсматриваніи небесныхъ тѣлъ не составляетъ неудобства.

Чтобы устранить всякій посторонній свѣтъ, вредящій яркости изображеній, оба стекла помѣщаются въ трубкахъ, внутри вычерненныхъ.

Было бы несообразно съ цѣлью — прикрѣпить оба стекла неизмѣнно къ одной трубкѣ; въ этомъ случаѣ изображенія близкихъ предметовъ, составляясь бы далѣе отъ объектива и падали бы слишкомъ близко къ окуляру. Поэтому окуляръ вставляется въ особую трубочку и его можно, по желанію, удалить отъ объектива, раздвигая трубу.

Во всякомъ телескопѣ нужно обращать вниманіе на увеличеніе, величину поля зрѣнія и на яркость изображеній. Отъ чего зависитъ увеличеніе телескопа? Во-первыхъ, очевидно, отъ величины изображенія, производимаго предметнымъ стекломъ. Сравнивая изображенія одного и того же отдаленнаго предмета, проходящія отъ различныхъ выпуклыхъ стеколъ, мы най-

демъ, что изображеніе бывасть тѣмъ больше, чѣмъ больше фокусное разстояніе стекла. Для всякаго стекла, обратное изображеніе дальняго предмета *G* составляется вблизи фокуса; величина изображенія опредѣляется двумя крайними лучами, которые проходятъ сквозь стекло, не преломляясь (смотри фигуру). Поло-

фиг. 343.



жимъ, что при извѣстномъ фокусномъ разстояніи изображеніе получается въ *b* (1), тогда для стекла съ большимъ фокуснымъ разстояніемъ оно произойдетъ гдѣ нибудь въ *B* и будетъ болѣе прежняго (2). Слѣдовательно, чѣмъ длиннѣе фокусное разстояніе стекла, тѣмъ больше изображеніе отдаленнаго предмета. Еслибы это изображеніе отстояло отъ стекла такъ же далеко, какъ и предметъ; то величина изображенія и предмета была бы одинакова. Но очевидно, что изображеніе гораздо ближе къ стеклу (потому-что составляется близъ фокуса, а фокусное разстояніе составляетъ очень малую часть отъ разстоянія предмета) и слѣдовательно гораздо меньше, нежели предметъ. И именно, величина изображенія должна быть во столько же разъ меньше величины предмета, во сколько разстояніе изображенія отъ стекла (фокусное разстояніе) меньше разстоянія предмета. Положимъ, что фокусное разстояніе объектива въ нашемъ телескопѣ равняется 36 дюймамъ и мы разсматриваемъ предметъ, отстоящій

на 1.000,000 дюймовъ. Тогда фокусное разстояніе объектива составитъ только $\frac{36}{1000000}$ разстоянія предмета, слѣдовательно и величина изображенія будетъ только $\frac{36}{1000000}$ величины предмета. Но это изображеніе несравненно ближе къ наблюдателю, нежели отдаленный предметъ и можетъ быть разсматриваемо на разстояніи яснаго зрѣнія, которое для нормальнаго глаза равняется 8 дюймамъ. При этихъ условіяхъ изображеніе будетъ къ наблюдателю во столько разъ ближе предмета, во сколько 1000000 дюймовъ больше 8 дюймовъ, т. е. въ $\frac{1000000}{8}$ разъ. Еслибы при такомъ приближеніи изображеніе равнялось по величинѣ самому предмету, то оно казалось бы намъ въ $\frac{1000000}{8}$ разъ больше послѣдняго. Но такъ какъ величина изображенія составляетъ только $\frac{36}{1000000}$ величины предмета; то оно будетъ казаться увеличеннымъ въ $\frac{36}{1000000} \times \frac{1000000}{8} = \frac{36}{8}$ разъ. Это изображеніе разсматривается однакожъ не прямо глазомъ, но чрезъ окуляръ. Положимъ, что къ упомянутому предметному стеклу присоединенъ окуляръ, или лупа съ фокуснымъ разстояніемъ въ 1 дюймъ. По § 327, эта лупа увеличиваетъ во столько разъ, во сколько разъ ея фокусное разстояніе содержится въ 8 дюймахъ — въ разстояніи яснаго зрѣнія, слѣдовательно въ $\frac{8}{1}$ разъ. Отъ дѣйствія ея изображеніе, произведенное объективомъ и имѣющее видимую величину въ $\frac{36}{8}$ болѣе предмета, увеличивается еще въ $\frac{8}{1}$ разъ. Слѣдовательно, полное увеличеніе телескопа будетъ въ $\frac{36}{8} \times \frac{8}{1} = \frac{36}{1}$ разъ. Но 36 дюймовъ составляютъ фокусное разстояніе предметнаго стекла, а 1 дюймъ — глазнаго; поэтому заключаемъ, что астрономическая труба увеличиваетъ

во столько разъ, во сколько разъ фокусное разстояніе объектива больше фокуснаго разстоянія окуляра. Отсюда — увеличеніе тѣмъ больше, чѣмъ бѣльшее фокусное разстояніе имѣеть объективъ и чѣмъ мѣньшее — окуляръ. Оба эти фокусныя разстоянія можно опредѣлить по способу, изложенному въ § 312 *a*. Если же лаемъ узнать увеличеніе небольшой зрительной трубы какого бы то ни было устройства или сравнить нѣсколько такихъ инструментовъ между собою, то надобно испытать, на какомъ отдаленіи мы можемъ съ помощію каждаго изъ нихъ читать одинъ и тотъ же шрифтъ.

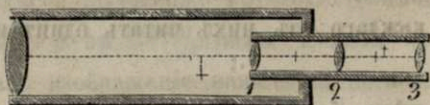
Итакъ, чѣмъ больше будетъ фокусное разстояніе предметнаго стекла и чѣмъ меньше глазнаго, тѣмъ сильнѣе будетъ увеличеніе телескопа. Но съ другой стороны тѣмъ меньше будетъ становиться поле зрѣнія инструмента, т.-е. то пространство, которое можно обозрѣть помощію его за одинъ разъ. Въ то же время, съ уменьшеніемъ фокуснаго разстоянія окуляра, уменьшается и яркость изображеній. Такимъ-образомъ условія, требуемыя отъ хорошей трубы, взаимно другъ друга ограничиваютъ. Искусство оптика состоитъ именно въ томъ, чтобы каждому изъ нихъ удовлетворить по возможности.

2) *Земная труба*. Ни одинъ телескопъ не даетъ *Земная труба*. столь яркихъ и отчетливыхъ изображеній, какъ астрономическій; но для разсматриванія земныхъ предметовъ онъ представляетъ то неудобство, что показываетъ предметы въ обратномъ видѣ. Для устраненія этого недостатка, нужно превратить еще разъ помощію стеколъ обратное изображеніе, произведенное

астрономическою трубою; тогда это новое изображеніе получится уже въ прямомъ видѣ и мы будемъ въ состояніи разсматривать его черезъ окуляръ.

Земной телескопъ состоитъ изъ большого предметнаго стекла и трехъ глазныхъ. Глазные стекла вставляются неподвижно въ одну и ту же (глазную) трубку и располагаются такимъ-образомъ, что фокусъ каждого предыдущаго стекла совпадаетъ съ фокусомъ слѣдующа-

фиг. 344.



го. Они называются первымъ, вторымъ и третьимъ, начиная съ того, которое ближе всѣхъ къ объективу. Оба среднія стекла, первое и второе, совершенно одинаковы; они дѣйствуютъ почти какъ одно стекло и превращаютъ обратное изображеніе, производимое объективомъ, слѣдовательно даютъ прямое изображеніе предмета. Это прямое изображеніе по величинѣ равняется обратному изображенію предметнаго стекла и образуется между послѣднимъ окуляромъ и его фокусомъ. Въ этотъ послѣдній, третій окуляръ, какъ въ лупу, оно разсматривается наблюдателемъ и представляется въ болѣе увеличенномъ видѣ. Слѣдовательно, земной телескопъ имѣетъ то же увеличеніе, какъ и астрономическій, имѣющій такой же объективъ и такой же послѣдній (третій) окуляръ.

Несравненно слабѣйшее увеличеніе даетъ третій и самый несовершенный родъ телескоповъ — голландскій или Галилея телескопъ, изобрѣтенный прежде

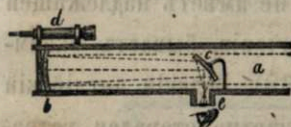
другихъ. Онъ состоитъ изъ выпуклаго предметнаго стекла и изъ выпуклаго глазнаго.

330. Зеркальные телескопы или рефлекторы. Въ зеркальныхъ телескопахъ, которымъ мы обязаны многими астрономическими открытіями, изображеніе отдаленнаго предмета происходитъ не отъ предметнаго стекла, а отъ большаго вогнутаго зеркала. При употребленіи обыкновенныхъ стеколъ, изображеніе не имѣетъ надлежащей яркости и, при сильномъ увеличеніи, бываетъ окаймлено радужными цвѣтами (§ 338). Великій англійскій естествоиспытатель Ньютонъ тщетно старался устранить это послѣднее неудобство; онъ долженъ былъ отказаться отъ своихъ попытокъ, и тогда-то ему пришла мысль замѣнить предметное стекло телескопа вогнутымъ зеркаломъ.

Зеркальные
телескопы.

Ньютоновъ телескопъ послужилъ образцомъ для всѣхъ позднѣйшихъ инструментовъ этого рода. Онъ состоитъ изъ вогнутаго зеркала шести футовъ въ діаметрѣ и весьма большимъ фокуснымъ разстояніемъ (до 50 футовъ). Это зеркало утверждено на одномъ концѣ большой трубы; другой конецъ ея открытъ. Труба лежитъ на штативѣ (подставкѣ) и направляется по произволу посредствомъ особаго механизма. Изображеніе отдаленнаго предмета, обратное и уменьшенное, составилось бы на оси зеркала немного далѣе фокуса, если бы отраженные лучи не встрѣчали никакихъ препятствій. Но прежде чѣмъ эти лучи успѣютъ соединиться и составить такое изображеніе, они встрѣчаютъ небольшое плоское зеркало, помѣщенное близъ отверстія трубы. Это зеркало располагается такимъ образомъ, что середина его совпадаетъ съ осью вогнутаго зер-

кала, къ которой оно наклонено подъ угломъ въ 45 градусовъ. Такимъ-образомъ, путь лучей измѣняется; отражаясь отъ маленькаго зеркала, они направляются къ стѣнкѣ трубы и производятъ здѣсь горизонтальное обратное изображеніе предмета. Въ этомъ мѣстѣ, въ большую трубу телескопа вставлена боковая трубка съ однимъ окуляромъ; изображеніе



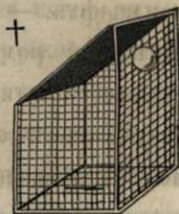
показывается въ ней въ увеличенномъ видѣ. Такъ-какъ въ Ньютоновъ телескопъ нужно глядѣть съ боку, то посредствомъ его трудно отыскать желаемый предметъ. Поэтому сверху большой трубы придѣлывается параллельно съ нею другая, маленькая трубка, называемая искателемъ; посредствомъ нея, телескопъ наводится куда нужно. Такъ-какъ плоское зеркальце не имѣетъ никакого вліянія на величину изображеній, то зеркальный телескопъ увеличиваетъ во столько разъ, во сколько фокусное разстояніе вогнутаго зеркала больше фокуснаго разстоянія окуляра.

Такого рода телескопъ послужилъ Вильяму Гершелю для его знаменитыхъ открытій. Впрочемъ, въ Гершелевомъ телескопѣ не было плоскаго зеркала, а въ замѣнъ того, вогнутое зеркало имѣло нѣсколько наклонное положеніе, такъ что изображеніе происходило близъ внутренней стѣнки трубы. Наблюдатель съ окуляромъ помѣщался вверху и посредствомъ говорной трубы передавалъ приказанія работнику, который стоялъ внизу у подмостокъ и управлялъ телескопомъ. При наблюденіи неподвижныхъ звѣздъ, увеличеніе можно было доводить до 3000 разъ; но при разматриваніи

планетъ довольствовались увеличеніемъ въ десять разъ меньшимъ. Впослѣдствіи, большое зеркало Гершелёва телескопа потеряло политуру и инструментъ сдѣлался негоденъ къ употребленію. Впрочемъ огромная труба его, длиною въ 40 футовъ, оставлена на прежнемъ мѣстѣ, какъ памятникъ великому астроному; въ этой трубѣ родственники Гершеля устроили въ память его семейный праздникъ.

334. Подвижная панорама и косморама. Обыкновенная подвижная панорама (раекъ) состоитъ изъ ящика, въ которомъ съ передней стороны вдѣлано выпуклое стекло, служащее луною. Напротивъ стекла, на задней отлогой стѣнкѣ ящика, находится плоское зеркало, наклоненное подъ угломъ въ 45 градусовъ. Большая часть задней стѣнки оставляется непокрытою, чтобы дать возможность дневнымъ или ламповымъ лучамъ освѣщать разсматриваемые рисунки. Рисунки эти кладутся на дно ящика, въ обратномъ видѣ относительно наблюдателя, который смотритъ въ выпуклое стекло. На нихъ изображаются различные ландшафты, зданія или замѣчательные памятники искусствъ. Въ наклоненномъ зеркалѣ всѣ эти предметы представляются въ прямомъ видѣ (§ 301 с.) и увеличенные луною, кажутся намъ въ своей естественной величинѣ.

фиг. 346.

Подвижная
панорама
(раекъ).

Рядъ большихъ подвижныхъ панорамъ, установленныхъ одна возлѣ другой, составляетъ космораму. Картины ея представляютъ предметы въ уменьшенномъ видѣ, но должны быть вѣрно срисованы съ натуры. Онѣ изображаютъ замѣчательныя мѣстности изъ раз-

Косморама.

личныхъ странъ и частей свѣта, и такимъ-образомъ наглядно знакомятъ зрителей съ географіею.

Діорама и
панорама.

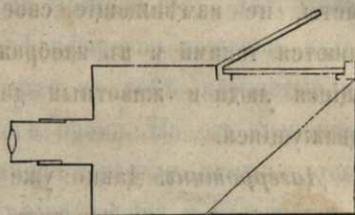
Напротивъ, въ діорамѣ и панорамѣ уже самыя картины представляютъ все предметы въ натуральную величину. Въ панорамѣ картина располагается кругомъ зрителя. Видъ города, гавани или другой какой нибудь ландшафтъ изображаются здѣсь такъ, какъ бы они казались наблюдателю, смотрящему во все стороны съ довольно возвышеннаго мѣста. Картина, расположенная въ круглой комнатѣ, освѣщается сверху дневнымъ свѣтомъ и производитъ на зрителя такое впечатлѣніе, какъ-будто передъ нимъ находится дѣйствительный ландшафтъ. — Въ діорамѣ поле картины ограничено извѣстной рамкой; зритель смотритъ какъ будто въ окошко. Картина дѣлается прозрачною и освѣщается сзади, черезъ окно. Между окномъ и картиною расположено нѣсколько занавѣсокъ; цвѣта ихъ подбираются такимъ-образомъ, чтобы можно было по произволу наводить на картину то тѣнь, то сильное освѣщеніе и изображать ясное небо, облака, солнечное сіяніе и проч. Видъ Везувія при восхожденіи луны, или внутренность храма, сперва темная, потомъ постепенно освѣщаемая, — вотъ обыкновенные предметы для діорамы.

Объективные
инструменты.

332. Камера-обскура и дагерротипъ. Описанные нами оптическіе инструменты—луна и косморама, микроскопъ и телескопы не даютъ такого изображенія предметовъ, которое въ одно время могли бы разсматривать нѣсколько зрителей, какъ это бываетъ въ панорамѣ и діорамѣ. Теперь же мы разсмотримъ такіе инструменты, которые даютъ объективныя изображенія, видимыя въ одно и то же время нѣсколькими лицами.

Камера-обскура (темная комната) устроивается очень просто. Она состоитъ изъ четырехугольнаго ящика, сдѣланнаго изъ картона или дерева и выкрашеннаго внутри черною краской. Сверху онъ закрывается крышкой, которая можетъ подниматься и опускаться. Въ срединѣ одной изъ боковыхъ стѣнокъ ящика дѣлается отверстіе, въ которое вставляется

фиг. 347.



трубка съ выпуклымъ стекломъ. Такую трубку можно сдѣлать изъ картона; стекло ущемляется между двумя проволочными кольцами. Напротивъ трубки ставится плоское зеркало, наклоненное подъ угломъ въ 45 градусовъ; къ краямъ его приклеиваются бумажныя полоски, посредствомъ которыхъ оно прикрѣпляется къ стѣнкамъ ящика. Выпуклое стекло даетъ небольшія изображенія отдаленныхъ предметовъ, въ-особенности сильно освѣщенныхъ солнцемъ; зеркало же отражаетъ лучи свѣта такимъ-образомъ, что эти изображенія состояются на верху, въ горизонтальномъ положеніи. Для принятія изображенія крышка приподнимается и на отверстіе кладется или матовое стекло, приготовленное по способу § 289, или обыкновенное стекло, покрытое сверху прозрачною бумагой, или наконецъ лоскутокъ прозрачной бумаги, натянутый на картонную рамку. Крышка переднимъ краемъ прикрѣпляется къ ящику посредствомъ кожи или матеріи и должна легко приподниматься; она служитъ для того, чтобы предохранить прозрачную бумажку отъ всякаго посторонняго освѣщенія

Камера-
обскура.

сверху. Съ тою же цѣлью, по обѣимъ сторонамъ крышки, приклеиваются къ ящику два боковые отвѣсные клапана изъ толстой бумаги. Трубка со стекломъ должна быть вдвинута на столько, чтобы изображеніе на прозрачной бумагѣ обрисовывалось совершенно ясно. Предметы, не измѣняющіе своего положенія, представляются такими и въ изображеніи; напротивъ, движущіеся люди и животныя даютъ изображенія также движущіеся.

Дагерротипъ. *Дагерротипъ.* Давно уже было извѣстно, что солнечный свѣтъ производитъ химическія разложенія. Этимъ свойствомъ солнечныхъ лучей старались воспользоваться, чтобы удержатъ или укрѣпить красивыя изображенія камеры-обскуры, такъ вѣрно передающія природу. Но только въ 1839 году, декораторъ Дагерръ, въ Парижѣ, послѣ многихъ трудныхъ изысканій, достигъ этой цѣли. Открытый имъ способъ производить свѣтописныя или дагерротипныя изображенія состоитъ изъ слѣдующихъ пяти приемовъ:

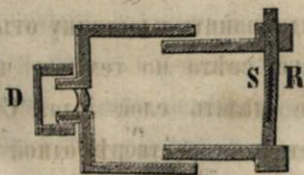
- 1) Полированія пластинки,
- 2) Покрытія ея іодомъ,
- 3) Дѣйствія на нее солнечнаго свѣта въ камеръ-обскурѣ,
- 4) Амальгамированія пластинки ртутью и
- 5) Удаленія остатковъ іода.

Мѣдная, съ одной стороны высеребренная, пластинка, на которой должно получиться изображеніе; прежде всего смачивается нѣсколькими каплями чистаго терпентиннаго масла; за тѣмъ на нее насыпается немного мелко истолченнаго трепеля; порошокъ растирается по пластинкѣ хлопчатой бумагой. Далѣе,

полированіе производится посредствомъ крокуса и новаго куска хлопчатой бумаги до тѣхъ поръ, пока на досечекѣ при дыханіи не будетъ оставаться ни малѣйшаго пятнышка. За тѣмъ она вкладывается въ рамку, сдѣланную по размѣрамъ камеръ-обскуры, и подвергается дѣйствию паровъ іода (іодированіе). Для этого служитъ четырехугольная фарфоровая чашечка, куда наливаютъ воды, содержащей въ себѣ хлористый и іодистый растворъ и немного брома. На эту чашечку кладется рамка съ пластинкой и плотно прижимается къ верхнимъ краямъ ея; полированная и высеребренная сторона пластинки должна быть обращена внизъ. Пары іода, поднимаясь изъ жидкости, осаждаются на серебрѣ и сообщаютъ ему золотисто-желѣзный цвѣтъ; образуется тонкій слой іодистаго серебра. Это вещество крайне чувствительно къ дѣйствию свѣта и потому необходимо на время закрыть раму выдвижною досечкою, пока камера-обскура не будетъ совсѣмъ готова къ употребленію.

Камера-обскура, въ которой приготовленная такимъ образомъ пластинка подвергается дѣйствию свѣта, имѣетъ слѣдующее устройство. Она состоитъ изъ двухъ ящичковъ, вдвинутыхъ одинъ въ другой; изображеніе происходитъ противъ выпуклаго стекла въ *R*. Въ этомъ мѣстѣ ящикъ снабженъ отверзтіемъ, куда вставляется рама *R*. Сначала стекло наводится на тотъ предметъ, изображеніе котораго желаютъ получить, потомъ въ от-

фиг. 348.



верзтіе *R* вкладывается рамка съ матовымъ стекломъ и ящички раздвигаются на столько, чтобы на поверхности матоваго стекла составилось совершенно отчетливое изображеніе. Далѣе, трубка съ выпуклымъ стекломъ закрывается крышкою *D*, матовое стекло вынимается и вмѣсто него вставляется рамка съ приготовленной заранѣе пластинкой; выдвижная досечка *S* открывается и крышка *D* быстро снимается. Время, необходимое для дѣйствія свѣта, зависитъ отъ силы освѣщенія и измѣняется отъ $\frac{1}{2}$ секунды до 2 минутъ; опредѣлить его можно только по навыку.

Послѣ этого на пластинкѣ остается легкій, непримѣтный отпечатокъ; далѣе приступаютъ къ амальгамированію. На трубку камеръ-обскуры надѣвается крышка *D*, рама закрывается выдвижной досечкой и переносится въ темную комнату. Здѣсь пластинка вынимается и кладется рисункомъ внизъ на ящичекъ съ ртутью. Этотъ ящичекъ имѣетъ четырехугольную форму, на днѣ его находится желѣзная чашечка съ ртутью, нагрѣваемая снизу спиртовою лампою. Въ стѣнкѣ ящичка сдѣлано отверстіе, черезъ которое можно видѣть пластинку при свѣтѣ свѣчи. На тѣхъ мѣстахъ пластинки, куда упали лучи отъ самыхъ свѣтлыхъ точекъ предмета, іодъ выдѣлился отъ дѣйствія свѣта; на этихъ-то частяхъ изображенія осаждаются ртутные пары и производятъ видимый рисунокъ. Но чтобы предохранить пластинку отъ дальнѣйшаго вліянія дневнаго свѣта на темныя части рисунка, необходимо еще удалить слой іода. Съ этою цѣлью пластинка моется въ растворѣ одной части (по вѣсу) сѣрниоватистокислаго натра въ восьми частяхъ воды.

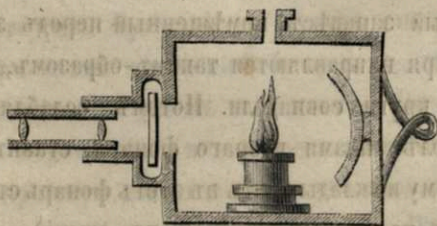
Самыя темныя мѣста изображенія, фонъ его, на которыя свѣтъ не дѣйствовалъ, лежатъ тамъ, гдѣ осталось чистое серебро; самый рисунокъ производится осаждающимися парами ртути. Слѣдовательно, дагерротипные снимки суть изображенія, производимыя ртутью на серебряномъ фонѣ, вслѣдствіе дѣйствія свѣта на іодистое серебро.

333. Волшебный фонарь и туманные картины. Въ камеръ-обскурѣ изображаемый предметъ находится внѣ снаряда, а внутренность послѣдняго содержится въ темнотѣ. Напротивъ, въ волшебномъ фонарѣ ярко освѣщенный предметъ помѣщается внутри снаряда, а внѣ его должно быть темное пространство.

Волшебный
фонарь.

Волшебный фонарь состоитъ изъ ящика, внутри котораго помѣщены—лампа, небольшое вогнутое зеркало и два выпуклыя стекла. Ящикъ фонаря дѣлается изъ

фиг. 349.



жести, со всѣхъ сторонъ закрыть и только сверху имѣть отверстіе для выпуска дыма. Въ переднюю стѣнку ящика впаяна трубка съ двумя выпуклыми стеклами; въ одной изъ боковыхъ стѣнокъ находится дверца, плотно запирающаяся, черезъ которую ставится въ приборъ зажженная лампа. Лампа помѣщается въ фокусъ маленькаго металлическаго вогнутаго зеркала; оно служитъ для освѣщенія изображаемаго предмета,

отраженными на него лучи свѣта. Предметомъ служить рисунокъ, сдѣланный на стеклѣ прозрачными красками; онъ вставляется въ приборъ между ламною и выпуклыми стеклами. Стекла эти расположены близко одно къ другому и дѣйствуютъ какъ одно болѣе выпуклое стекло, но представляютъ передъ нимъ то преимущество, что даютъ болѣе яркое изображеніе. Это изображеніе объективное и представляетъ предметъ въ обратномъ и увеличенномъ видѣ; оно происходитъ на значительномъ разстояніи отъ снаряда и можетъ быть принято на стѣну темной комнаты или на прозрачный занавѣсъ. Для того, чтобы оно представлялось въ прямомъ видѣ, рисунокъ дается обратное положеніе.

Туманные
картины.

Для представленія туманныхъ или переменяющихся картинъ нужно два волшебные фонаря. Каждый изъ нихъ, пока въ него еще не вставленъ рисунокъ, даетъ изображеніе свѣтлаго круга, которое падаетъ на прозрачный занавѣсъ, помѣщенный передъ зрителями. Оба фонаря направляются такимъ-образомъ, чтобы эти свѣтлые круги совпадали. Потомъ ослабляютъ какъ можно болѣе пламя втораго фонаря, ставятъ передъ нимъ ширму и вкладываютъ въ этотъ фонарь стеклянную пластинку, на которой изображенъ зимній ландшафтъ. Этотъ рисунокъ покажетъ не дастъ изображенія на занавѣсѣ. Между тѣмъ въ первомъ фонарѣ лампа горитъ ярко; сюда помѣщается другой рисунокъ, представляющій тотъ же ландшафтъ, только въ лѣтнее время. Этотъ лѣтній ландшафтъ рисуется передъ зрителями на прозрачномъ занавѣсѣ. Вслѣдъ за тѣмъ начинаютъ уменьшать освѣщеніе въ первомъ фонарѣ, отъ этого изображеніе на занавѣсѣ мало-по-малу теряетъ яс-

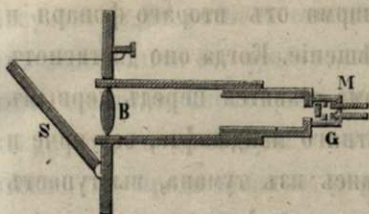
ность очертаній и покрывается какъ-бы туманомъ. Въ то же время удаляется ширма отъ втораго фонаря и въ немъ усиливается освѣщеніе. Когда оно достигнетъ достаточной яркости, ширма ставится передъ первымъ фонаремъ и на мѣсто лѣтняго ландшафта, все ярче и ярче, какъ бы освобождаясь изъ тумана, выступаетъ зимній. Въ это время въ первый фонарь вкладывается другая картина, которая впослѣдствіи является на мѣсто зимняго вида, исчезающаго какъ бы въ туманѣ, и въ свою очередь смѣняется новою картиною втораго фонаря. Часто послѣ картинъ показываютъ красивую игру цвѣтовъ. Для этого, на двухъ круглыхъ стеклянныхъ пластинкахъ рисуются красками различныя правильныя, звѣздообразныя фигуры; оба эти стекла помѣщаются одно позади другаго въ волшебномъ фонарѣ на томъ мѣстѣ, куда обыкновенно вкладываются рисунки и вертятся около одной оси, но въ противоположныя стороны. Вращеніе то ускоряется, то замедляется, при этомъ на занавѣсѣ происходятъ изображенія различныхъ звѣздъ и розетокъ, которыя безпрестанно перемѣняютъ видъ и представляютъ пеструю, довольно пріятную для глаза игру цвѣтовъ.

334. Солнечный и водородный микроскопы. Изображенія малыхъ предметовъ, получаемыя въ микроскопѣ и сильно увеличенныя имъ, можно принять въ темной комнатѣ на бѣлую ширму и разсматривать въ одно время нѣсколькимъ зрителямъ, также какъ и картины волшебнаго фонаря.

Въ солнечномъ микроскопѣ предметъ освѣщается лучами солнца. Передъ отверстіемъ, сдѣланнымъ въ оконномъ ставнѣ, помѣщается снаружи плоское зеркало

Солнечный
микроскопъ.

Фиг. 350.



S, ему дается такое положеніе, чтобы отраженные лучи проходили сквозь отверстіе ставня. Въ это отверстіе вставлена трубка съ выпуклымъ стекломъ *B*. Лучи, отраженные отъ плоскаго зеркала, собираются въ фокусѣ стекла и производятъ здѣсь сильное освѣщеніе. Въ этой части трубки устанавливается малый предметъ *G*; микроскопическое стекло *M* производитъ сильно увеличенное изображеніе его на стѣнѣ темной комнаты. Сильное освѣщеніе необходимо здѣсь потому, что лучи, падающіе на предметъ, распространяются въ изображеніи на гораздо большее пространство, и чѣмъ сильнѣе увеличеніе, тѣмъ меньше будетъ яркость изображенія.

Газовый
микроскопъ.

Употребленіе солнечнаго микроскопа ограничивается извѣстнымъ временемъ дня и требуетъ ясной погоды. Это неудобство устранено въ водородномъ или газовомъ микроскопѣ, гдѣ предметъ освѣщается Друммондовымъ свѣтомъ (§ 288). Такое освѣщеніе производитъ кусочикъ извести, накаливаемый до-бѣла въ пламени водорода и кислорода, отъ чего приборъ и получилъ свое названіе. Въ такомъ случаѣ, микроскопъ имѣетъ видъ волшебнаго фонаря, въ которомъ мѣсто лампы занимаетъ раскаленная известь, а стекла замѣнены однимъ двояковыпуклымъ микроскопическимъ стекломъ. Тотъ же Друммондовъ свѣтъ можетъ служить и для туманныхъ картинъ. Ни одинъ изъ объективных ми-

крескоповъ не даетъ однакожь столь отчетливыхъ изображеній, какъ обыкновенный сложный микроскопъ.

ЦВѢТНЫЕ ЛУЧИ СВѢТА.

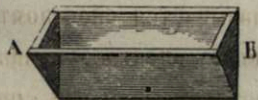
335. Разложеніе бѣлаго солнечнаго луча на цвѣтные.

Для нижеслѣдующихъ опытовъ необходимо имѣть призму. Призмой называется треугольный столбикъ изъ стекла, воды или другого прозрачнаго тѣла. Чтобы приготовить ее самымъ дешевымъ образомъ, надобно

купить у стекольщика двѣ одинаковыя пластинки обыкновеннаго бѣлаго стекла, которыя бы имѣли видъ продолговатыхъ прямоугольни-

фиг. 351.

ковъ, длиною въ 5, шириною въ $1\frac{1}{2}$ дюйма. Нижнія длинныя ребра этихъ пластинокъ



подогрѣваются нѣсколько на спиртовой лампѣ и склеиваются сургучемъ такъ, чтобы верхнія ребра отстояли другъ отъ друга на $1\frac{1}{2}$ дюйма. Тогда образуется треугольный сосудъ, который дополняется съ обоихъ концовъ двумя досечками *A* и *B*. Каждая изъ нихъ имѣетъ видъ равносторонняго треугольника. Досечки эти приклеиваются къ ребрамъ пластинокъ тоже сургучомъ. Такая призма, наполненная водою, которая нигдѣ не должна просачиваться, послужить намъ для слѣдующихъ опытовъ.

Опытъ. Передъ окномъ, въ которое падаютъ лучи солнца, кладется отвѣсно листъ картонной бумаги, съ небольшимъ отверстіемъ въ срединѣ. Бѣлые без-

Приготовленіе
призмы.

Призматическій спектръ.

цвѣтные лучи солнца, проходя сквозь это отверстіе и падая на противоположную стѣну, или, еще лучше, на листъ бумаги, произведутъ бѣлое круглое изображеніе солнца.

Далѣе, эти лучи пропускаются сквозь призму, расположенную близъ отверстія ширмы. Вслѣдствіе преломленія, изображеніе солнца будетъ уже не на прежнемъ мѣстѣ, но выше; потому-что лучи свѣта, какъ при входѣ въ призму, такъ и при выходѣ изъ нея, отклонятся вверхъ. Но кромѣ этого, самый видъ изображенія будетъ уже другой: вслѣдствіе сильнаго преломленія, лучи расширятся въ видѣ вѣера и образуютъ на стѣнѣ не кругъ, а продолговатую полоску, округленную вверху и внизу. Эта полоска уже не бѣлая, а представляетъ семь различныхъ цвѣтовъ и называется спектромъ. Радужные или призматическіе цвѣта спектра, начиная снизу, слѣдуютъ въ такомъ порядкѣ: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синій, фіолетовый. Впрочемъ, они не отдѣляются рѣзкими границами, но представляютъ постепенный переходъ изъ одного оттѣнка въ другой.

Этотъ опытъ былъ произведенъ съ большою точностію англійскимъ математикомъ Ньютономъ (1666 года) въ темной комнатѣ, и показалъ, что бѣлый лучъ свѣта, при преломленіи въ призмѣ, разлагается на цвѣтные лучи. Слѣдовательно, бѣлый солнечный свѣтъ не есть простой, одноцвѣтный, но состоитъ изъ семи радужныхъ цвѣтовъ. Красный цвѣтъ лежитъ всѣхъ ближе къ прежнему бѣлому изображенію, значитъ красные лучи отклоняются меньше прочихъ отъ своего первоначальнаго направленія, т. е. претерпѣваютъ

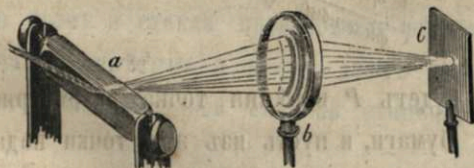
самое слабое преломленіе. Цвѣтные лучи, проходя чрезъ одну и ту же призму, неодинаково отклоняются отъ своего первоначальнаго пути и выходятъ изъ призмы по разнымъ направленіямъ. По этому, когда сквозь призму проходитъ бѣлый цвѣтъ, представляющій собою смѣсь всѣхъ семи цвѣтовъ, то содержащіеся въ немъ фіолетовые и синіе лучи преломляются гораздо сильнѣе, нежели желтые и красные и потому падаютъ на ширму выше послѣднихъ. Чтò прежде было смѣшано, то теперь разлагается, и мы видимъ на ширмѣ отдѣльныя полосы различныхъ цвѣтовъ. Каждый изъ этихъ цвѣтовъ уже простой, т. е. неразлагается въ свою очередь. Для доказательства, въ ширмѣ, на которую падаетъ цвѣтное изображеніе (спектръ), дѣлается небольшое отверстіе и въ него пропускаются лучи одного какого нибудь цвѣта, наприм. красные. Если принять ихъ на другую призму, то они хотя и преломятся въ ней, но уже не разложатся на новые цвѣтные лучи.

336. Образованіе бѣлаго свѣта изъ цвѣтныхъ лучей.

Опытъ. Если бѣлый лучъ есть соединеніе цвѣтныхъ лучей, то соединяя послѣдніе мы должны снова получить бѣлый свѣтъ. Но мы знаемъ, что выпуклое

Образованіе
бѣлаго луча
изъ цвѣт-
ныхъ.

фиг. 352.



или зажигательное стекло имѣетъ свойство собирать или соединять падающіе на него лучи. Представимъ себѣ, что на такое стекло падаютъ цвѣтные лучи,

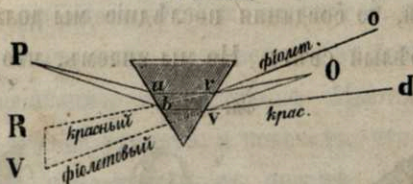
вышедшіе изъ призмы; при этомъ надобно дать стеклу отвѣсное положеніе и сзади его поставить ширму изъ бѣлой бумаги, верхній конецъ ширмы долженъ быть нѣсколько ближе къ стеклу, нежели нижній. Опытъ покажетъ, каково должно быть разстояніе между бумагою и стекломъ, чтобы фокусъ послѣдняго приходился на ширмѣ. При этихъ условіяхъ, мы дѣйствительно увидимъ на бумагѣ круглое бѣлое пятно, а это и доказываетъ, что всѣ призматическіе цвѣта, вмѣстѣ взятые, составляютъ бѣлый.

337. Цвѣтныя коймы у предметовъ, разсматриваемыхъ въ призму.

Окрашенная
коймы.

Опытъ. Довольно большой лоскутокъ бѣлой бумаги помѣщается въ отвѣсномъ положеніи и разсматривается сквозь призму; послѣдняя помѣщается какъ можно ближе къ глазамъ. Тогда бумага будетъ казаться окомленною радужными цвѣтами: верхній край — краснымъ и оранжевымъ, нижній — фіолетовымъ и синимъ; середина же бумаги останется бѣлою.

фиг. 353.



Пусть будетъ P верхняя точка разсматриваемаго лоскутка бумаги, и пусть изъ этой точки падаютъ на призму лучи Pa и Pb . Верхній изъ этихъ лучей разложится на цвѣтныя лучи, между которыми нижній красный вступитъ въ глазъ O , а всѣ прочіе, наприм. фіолетовый ro , проходятъ слишкомъ высоко и не по-

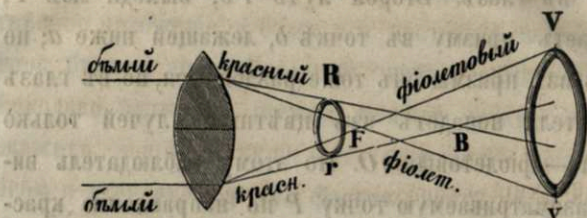
падутъ въ глазъ. Второй лучъ Pb , выходя изъ P , встрѣчаетъ призму въ точкѣ b , лежащей ниже a ; по выходѣ изъ призмы онъ тоже разложится, но въ глазъ наблюдателя попадетъ изъ цвѣтныхъ лучей только верхній — фіолетовый vO . По этому наблюдатель видитъ разсматриваемую точку P по направленію краснаго луча OrR и по направленію фіолетоваго луча ObV ; вмѣсто точки ему представляется цѣлая полоска RV покрытая цвѣтами спектра — вверху краснымъ, внизу фіолетовымъ. Ниже точки P лежитъ другая точка, которая тоже представится въ видѣ цвѣтной полоски, но ниже расположенной, такъ что ея красный цвѣтъ совпадаетъ съ оранжевымъ цвѣтомъ первой полоски. Итакъ, вверху разсматриваемаго лоскутка бумаги мы увидимъ красную и оранжевую койму. Въ среднихъ точкахъ лоскутка, семь цвѣтовъ спектра отъ различныхъ точекъ упадутъ одинъ на другой и составятъ бѣлый; на нижнемъ же краѣ останутся синій и фіолетовый цвѣта, которые дадутъ здѣсь окрашенную койму.

338. Окрашенные края предметовъ, при преломленіи лучей въ оптическихъ стеклахъ. Поверхности выпуклаго стекла наклонены между собою, подобно плоскостямъ призмы. По этому и стекла производятъ разложеніе бѣлаго луча на цвѣтные и также даютъ цвѣтныя коймы, хотя и не въ такой сильной степени, какъ призма.

Окрашенные коймы производимы дѣйствіемъ стеколъ.

Опытъ а. Солнечный лучъ принимается на зажигательное стекло. Тогда близъ фокуса стекла получится круглое, бѣлое изображеніе солнца. Но если помѣстить бѣлую ширму далѣе фокуса, гдѣ нибудь въ Vv , то на

Фиг. 354.



ней получится свѣтлый кружокъ, окруженный фіолетовою коймою. Если же поставить ширму въ Rr , ближе фокуса, и преградить такимъ-образомъ путь лучей прежде, чѣмъ ихъ соединенія, то бѣлое изображеніе будетъ окружено красною коймою. Нижняя часть стекла дѣйствуетъ, какъ призма, обращенная ребромъ внизъ и разлагаетъ бѣлый лучъ на цвѣтные, изъ которыхъ фіолетовый лежитъ вверху и падаетъ въ V , а красный идетъ черезъ r и B . Верхняя половина стекла, представляя призму съ ребромъ обращеннымъ вверхъ, дѣйствуетъ обратно: она разлагаетъ бѣлый лучъ такимъ образомъ, что красный лучъ лежитъ вверху и идетъ въ R , а фіолетовый проходитъ ниже его въ v . Передъ соединеніемъ лучей въ фокусѣ, самый крайній цвѣтъ — красный и здѣсь получается красная койма; напротивъ, по другую сторону отъ фокуса, самые крайніе лучи — фіолетовые и потому здѣсь образуется фіолетовая койма. Въ пространство между этими крайними лучами, падаютъ всѣ цвѣта спектра и даютъ вмѣстѣ бѣлый цвѣтъ. Притомъ фіолетовые лучи соединяются прежде другихъ, потому что претерпѣваютъ въ стеклѣ сильнѣйшее преломленіе; красные, напротивъ, соединяются послѣ всѣхъ. Фокусъ фіолетовыхъ лучей лежитъ въ точкѣ F , а красныхъ — въ B , далѣе отъ

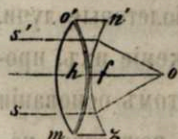
стекла. Цвѣтныя коймы, окружающія края предметовъ, разсматриваемыхъ помощію стеколъ, производятъ неясность изображенія, лишаютъ его чистоты и отчетливости, которая особенно важна для телескоповъ. Посмотримъ, какимъ-образомъ можно избѣжать этого неудобства. Такъ-какъ фіолетовые лучи соединяются слишкомъ близко къ стеклу, то должно разсѣять ихъ такимъ-образомъ, чтобы они совпадали съ красными и другими цвѣтными лучами и составили бѣлый цвѣтъ. Для этой цѣли, по § 315, можно пользоваться вогнутымъ стекломъ, помѣстивъ его позади выпуклаго. Но это новое стекло должно быть столько же вогнуто, сколько переднее выпукло; а при такомъ условіи оно уничтожитъ преломляющее дѣйствіе выпуклаго стекла и тогда вовсе не получится изображенія. Итакъ, необходимо сохранить преломленіе и уничтожить только разложеніе на цвѣта. Для этого, вогнутое стекло должно имѣть меньшую кривизну нежели выпуклое, и дѣйствовать въ соединеніи какъ одно выпуклое стекло, только не такъ сильно, какъ бы дѣйствовало выпуклое стекло взятое отдѣльно. Несмотря однакожь на малую кривизну своей поверхности, вогнутое стекло должно столь же сильно разсѣвать цвѣтные лучи, какъ и выпуклое, и на столько удалить другъ отъ друга фіолетовые лучи, чтобы устранить преждевременное сближеніе ихъ, произведенное выпуклымъ стекломъ. На этомъ основаніи для вогнутаго стекла выбирается такое вещество, которое, при меньшей вогнутости, давало бы столь же длинный спектръ какъ обыкновенное зеркальное стекло, а при одинаковой вогнутости — болѣе длинный спектръ.

Опытъ в. Драхма свинцоваго сахара (уксуснокислой окиси свинца) растворяется въ нѣсколько большемъ количествѣ воды, нежели сколько можетъ помѣститься въ нашей пустой призмѣ. Ежели растворъ помутнѣетъ, то надобно подбавить нѣсколько капель уксусу, пока жидкость не сдѣлается прозрачною. Потомъ призма наполняется простой водой; образующійся спектръ принимается на бѣлую ширму (какъ въ опытѣ 335) и на ней замѣчается мѣсто среднихъ желтыхъ лучей и вся длина спектра. Послѣ этого, вода выливается изъ призмы и вмѣсто нея наливается растворъ свинцоваго сахара. При этомъ, если призма и ширма остались въ томъ же самомъ положеніи, желтые лучи появятся на этомъ же мѣстѣ, какъ и прежде, но длина спектра будетъ теперь гораздо больше. Итакъ вещества, имѣющія въ составѣ своемъ свинецъ, оказываютъ на средніе лучи такое же преломляющее дѣйствіе, какъ и вещества не содержація свинца, но отклоняютъ фіолетовые лучи гораздо сильнѣе.

Ахроматическія стекла.

Англичанинъ Доллондъ, въ 1757 году, приготовилъ стекло, содержащее въ себѣ примѣсь свинца; оно называется флинтглассомъ и представляетъ, относительно

Фиг. 355. обыкновеннаго стекла или кронгласа то же, что растворъ свинцоваго сахара относительно обыкновенной воды. Представимъ себѣ, что сзади выпуклаго стекла изъ кронгласа помѣщено болѣе плоское вогнутое изъ флинтгласса, который отклоняетъ фіолетовые лучи почти вдвое сильнѣе, чѣмъ кронгласъ. При надлежащей кривизнѣ двухъ такихъ стеколъ, различные цвѣтные лучи, выйдя изъ нихъ, пойдутъ всѣ, что



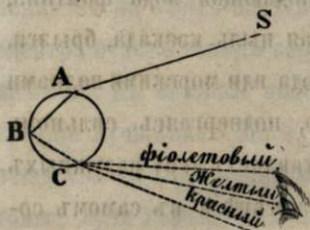
ясно изъ чертежа, по одному и тому же направленію; этимъ уничтожаются радужные края изображеній. Но преломляющее дѣйствіе выпуклаго стекла не будетъ уничтожено вогнутымъ, потому-что послѣднее для этого слишкомъ плоско. Подобное сложное стекло, составленное изъ выпуклаго кронглассоваго и вогнутого флинтглассоваго, называется ахроматическимъ, т.-е. не дающимъ цвѣтовъ. Такія стекла употребляются нынѣ во всѣхъ хорошихъ оптическихъ инструментахъ.

339. Радуга. Всякій разъ, когда водяныя капли, падая въ большомъ количествѣ, подвергаются сильному солнечному освѣщенію, происходитъ явленіе радуги. Это явленіе можетъ обнаруживаться при различныхъ обстоятельствахъ. Ниспадающая вода фонтана, струя пожарной трубы, водяная пыль каскада, брызги, производимыя колесами парохода или морскими волнами при ударѣ о берега; все это, подвергаясь сильному солнечному освѣщенію, представляетъ игру радужныхъ цвѣтовъ. Но въ большемъ размѣрѣ и въ самомъ совершенномъ видѣ радуга образуется въ томъ случаѣ, когда солнечныя лучи падаютъ на капли дождя, идущаго въ сторонѣ противоположной солнцу. При этихъ условіяхъ, радуга является въ видѣ дуги, состоящей изъ семи полосъ, окрашенныхъ цвѣтами спектра; самое наружное мѣсто занимаетъ красный цвѣтъ, а самое внутреннее—фіолетовый. Присутствіе водяныхъ капель необходимо для образованія радуги; гдѣ нѣтъ капель, тамъ не можетъ быть и радуги. Если пространство, занимаемое дождемъ, не довольно велико, или если дождь падаетъ только изъ нѣкоторой части облака, то мы видимъ только часть цвѣтной дуги—не-

Радуга.

совершенною радугу. Всѣ эти обстоятельства прямо указываютъ на то, что рассматриваемое явленіе зависить отъ измѣненій, которымъ подвергается солнечный свѣтъ въ капляхъ воды. Эти измѣненія суть: преломленіе и разложеніе бѣлаго луча на цвѣтные. Но чтобы видѣть радугу, необходимо стать лицомъ къ дождевому облаку, а спиною къ солнцу. Какимъ же образомъ лучи, выходящіе изъ дождевой капли, могутъ попадать въ глазъ наблюдателя? Для этого необходимо, чтобы кромѣ преломленія и разложенія на цвѣта, они претерпѣвали еще отраженіе отъ задней, не освѣщенной стѣнки капли. Итакъ, для образованія радуги, солнечные

фиг. 336.

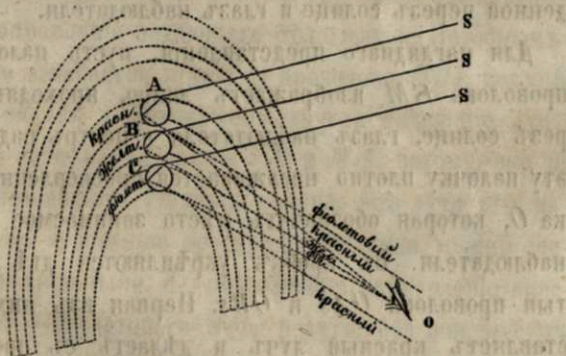


лучи должны преломиться при вступленіи въ каплю дождя, отразиться отъ заднихъ стѣнокъ ея, еще разъ преломиться выходя изъ капли, и разложиться на цвѣта. Весь этотъ путь лучей легко прослѣдить, помѣстивъ въ темной комнатѣ стеклянный шарикъ, наполненный водою, и пропустивъ на него солнечный лучъ. На фиг. 357-й изображена дождевая капля, на которую падаетъ солнечный лучъ SA . Вступая въ каплю въ точкѣ A , этотъ лучъ преломится по направленію AB и въ точкѣ B упадетъ на заднюю темную стѣнку капли. Въ этой точкѣ B онъ отразится, пойдетъ къ C и здѣсь, выходя изъ капли, подвергнется вторичному преломленію и вмѣстѣ съ тѣмъ разложится на семь цвѣтныхъ лучей; изъ нихъ красный, какъ наименѣе отклоненный, пойдетъ въ самомъ низу. Направленіе, которое при-

метъ этотъ красный лучъ по выходѣ изъ капли, составить съ первоначальнымъ лучомъ SA уголъ въ 42 градуса (т.-е. почти половину прямого угла).

Который изъ этихъ цвѣтныхъ лучей достигнетъ глаза наблюдателя,—это зависитъ отъ положенія самаго глаза. Если послѣдній находится по направленію красныхъ лучей, то онъ увидитъ красный цвѣтъ, если по направленію желтыхъ — желтый. Наблюдая капли росы, образующіяся на листочкахъ растений, легко убѣдиться, что каждая изъ нихъ, при данномъ положеніи нашего глаза, имѣетъ одинъ только цвѣтъ; лучи же прочихъ цвѣтовъ имѣютъ такія направленія, что проходятъ мимо глаза. Одна изъ этихъ капель будетъ казаться красною; другая, лежащая нѣсколько ниже, — фіолетовою, и т. д. Теперь представимъ себѣ, что передъ нами большое облако, изъ котораго льется дождь; тогда мы будемъ имѣть достаточное количество капель,

Фиг. 357.



чтобы видѣть все радужные цвѣта. Изъ верхнихъ капель мы получимъ только самые нижніе лучи, т.-е. красные, все же прочіе пойдутъ слишкомъ высоко и не попадутъ въ нашъ глазъ. Напротивъ, нижнія капли,

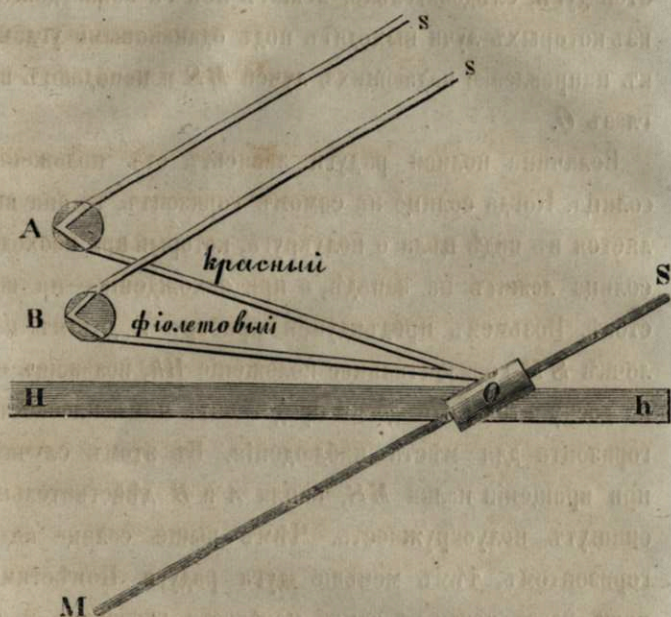
находящіеся на внутренней сторонѣ радуги, будутъ казаться фіолетовыми, потому—что остальные выходящіе изъ нихъ лучи, наприм. красные, пойдутъ слишкомъ низко и опять мимо глазъ.

Дугообразная
форма радуги.

Отчего радуга имѣетъ видъ дуги круга? Очевидно, что тѣ капли, которыя будутъ намъ казаться окрашенными въ одинъ и тотъ же цвѣтъ, должны имѣть одинаковое расположеніе относительно солнца и глаза наблюдателя. Всѣ красные лучи выходятъ изъ капель дождя подъ однимъ и тѣмъ же угломъ съ первоначальными бѣлыми лучами солнца, потому—что съ измѣненіемъ угла измѣняется и цвѣтъ луча. Но въ то же время всѣ выходящіе лучи должны направляться къ нашему глазу, иначе мы ихъ не увидимъ. Этимъ двумъ условіямъ удовлетворяютъ только тѣ капли, которыя лежатъ на одной окружности. Наблюденія показываютъ, что центръ этой окружности, часть которой составляетъ дуга радуги, лежитъ на прямой линіи, проведенной черезъ солнце и глазъ наблюдателя.

Для нагляднаго представленія, пусть палочка или проволока SM изображаетъ линію, проходящую черезъ солнце, глазъ наблюдателя и центръ радуги. На эту палочку плотно насаживается просверленная пробка O , которая обозначитъ мѣсто занимаемое глазомъ наблюдателя. Въ пробкѣ укрѣпляются двѣ изогнутыя проволоки OAs и OBs . Первая изъ нихъ представляетъ красный лучъ и дѣлаетъ съ проволокой SM въ точкѣ O уголъ въ 42 градуса. Въ точкѣ перегиба A , гдѣ лучъ претерпѣваетъ два раза преломленіе и одинъ разъ отраженіе, проволока AOs снабжается небольшимъ кружкомъ, изображающимъ каплю

Фиг. 358.



дождя; верхній, свободный конецъ проволоки идетъ параллельно палочкѣ MS . Такимъ-образомъ, sA показываетъ направлѣніе падающаго бѣлаго луча. Подобнымъ-образомъ изгибается и другая проволока OBs , верхній конецъ ея sB , изображающій другой падающій лучъ, долженъ идти параллельно sA и MS , потому-что по причинѣ большого удаленія солнца, веѣ лучи его, падающіе на небольшое пространство земли, можно считать параллельными. AO показываетъ направлѣніе краснаго, BO —фіолетоваго луча радуги; оба они имѣютъ опредѣленное, неизмѣнное положеніе относительно солнца и глаза наблюдателя. Далѣе нижній конецъ M палки MS ставится на столъ, а верхній конецъ S берется въ руку и весь приборъ вращается около оси MS . Тогда капли A и B опишутъ около M дугу круга; на

этой дугѣ, слѣдовательно, лежатъ всѣ тѣ капли дождя, изъ которыхъ лучи выходятъ подъ одинаковыми углами къ направленію падающихъ лучей MS и попадаютъ въ глазъ O .

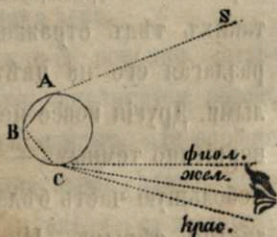
Величина
радуги.

Величина полной радуги зависитъ отъ положенія солнца. Когда солнце на самомъ горизонтѣ, то она является въ видѣ цѣлаго полукруга, который при восходѣ солнца лежитъ на западѣ, а при захожденіи—на востокѣ. Возьмемъ предыдущій приборъ и дадимъ палочкѣ SM горизонтальное положеніе Nh , положивъ ее на доску стола; эта доска представитъ намъ плоскость горизонта для мѣста наблюденія. Въ этомъ случаѣ, при вращеніи палки MS , капли A и B дѣйствительно опишутъ полуокружность. Чѣмъ выше солнце надъ горизонтомъ, тѣмъ меньше дуга радуги. Помѣстимъ нашъ глазъ почти въ самой плоскости горизонта, т.-е. доски стола, и дадимъ пробкѣ O косвенное положеніе. Если вообразимъ себѣ, что въ S , по направленію палки, находится солнце, то поймемъ, что чѣмъ выше оно стоитъ надъ горизонтомъ, тѣмъ меньшую дугу опишутъ капли A и B . Центръ M окружности, которой принадлежитъ эта дуга, находится на столько же ниже горизонта, на сколько солнце выше послѣдняго. Когда солнце стоитъ слишкомъ высоко, выше 42 градусовъ, то наблюдатель находящійся въ плоскости горизонта вовсе не увидитъ радуги. Въ-самомъ-дѣлѣ, если оставивъ пробку въ точкѣ O , поставимъ верхній конецъ s палки подъ угломъ болѣе 42 градусовъ къ плоскости стола, то капли A и B будутъ подъ горизонтомъ. Значитъ, при этомъ положеніи солнца, для мѣста лежащаго на поверхности земли, не будетъ такихъ капель, ко-

торья бы могли образовать радугу. Съ вершины горы можно однакожь наблюдать это явленіе, хотя бы солнце стояло и выше 42 градусовъ; это покажетъ и нашъ приборъ, если подвинемъ его вверхъ, такъ чтобы глазъ *O* находился выше горизонта *Hh*. Подобнымъ образомъ можно показать, что при весьма низкомъ положеніи солнца, для наблюдателя находящагося на вершинѣ высокой горы, радуга будетъ больше полуокружности. Для этого стоитъ только положить конецъ *s* палки на плоскость стола *Hh*, потомъ приподнять немного пробку *O* и сообщить каплямъ *A* и *B* вращательное движеніе.

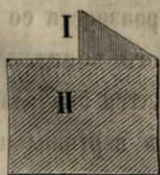
Обыкновенно надъ главной радугою замѣчается еще другая, побочная; она лежитъ внѣ главной, не такъ ярка и обращена къ внутренней сторонѣ краснымъ цвѣтомъ, а къ внѣшней — фіолетовымъ. Эта побочная или внѣшняя радуга образуется въ верхнихъ капляхъ дождя посредствомъ двукратнаго преломленія и двукратнаго отраженія солнечныхъ лучей. Пусть *SB* будетъ бѣлый лучъ солнца, падающій на каплю въ *A*. Преломившись въ точкѣ *A*, онъ

фиг. 359.



пойдетъ по *AB*, въ *B* отразится по направленію *BC*, въ *C* снова отразится и наконецъ въ *D*, послѣ втораго преломленія, выдетъ въ воздухъ, раздѣленный на цвѣтные лучи. Красный лучъ, наименѣе отклоненный, займетъ самое верхнее мѣсто, а фіолетовый — самое нижнее. Такимъ образомъ, глазъ наблюдателя, помѣщенный въ *O*, имѣя предъ собою цѣлый рядъ такихъ капель, получитъ отъ верхнихъ капель *A* самые нижніе, фіолетовые лучи, а отъ

свѣтъ, а противъ него помѣщается фиг. 361.
 подь острымъ угломъ листъ бѣлой
 бумаги. Тогда на последнемъ замѣ-
 тимъ, со стороны обращенной къ цвѣт-
 ному предмету, пространство, окрашен-
 ное тѣмъ же самымъ цвѣтомъ. Бѣлый
 листъ бумаги способенъ отражать лучи всякихъ цвѣ-
 товъ, но цвѣтной лоскутокъ отражаетъ только одинъ
 опредѣленный цвѣтъ; отраженные отъ него лучи, падая
 на бѣлую бумагу, сообщаютъ и ей тотъ же цвѣтъ.



Опытъ в. Въ темной комнатѣ, вечеромъ, зажигается
 спиртовая лампа; края свѣтильни предварительно нати-
 раются поваренною солью. Такая лампа производитъ
 желтое освѣщеніе. При свѣтѣ ея, бѣлая бумага кажется
 желтою, потому-что она способна между прочимъ от-
 ражать и желтые лучи; желтые предметы представ-
 ляются очень яркими, такъ какъ они отражаютъ весь
 желтый свѣтъ. Тѣла краснаго цвѣта, при желтомъ
 освѣщеніи, покажутся темными, какъ-бы сѣрыми; они
 отражаютъ слишкомъ мало желтыхъ лучей.

341. Голубой цвѣтъ неба и вечерняя заря.

Опытъ а. Горлышко стеклянной воронки заты-
 кается пробкой; затѣмъ воронка наполняется водою,
 разбавленной кофеемъ, краснымъ виномъ, или вообще
 какимъ-нибудь несовершенно прозрачнымъ тѣломъ. Если
 сквозь такую воронку смотрѣть на свѣтъ, то жидкость
 въ широкой части ея будетъ казаться гуще окрашен-
 ною, нежели въ узкомъ концѣ. То же самое увидимъ,
 если, пропустивъ на воронку дневной свѣтъ, поста-
 вимъ сзади ея несвѣтящійся, черный предметъ и ста-
 немъ смотрѣть на жидкость: вверху, въ широкой части

Цвѣта
 прозрачныхъ
 тѣлъ.

сосуда цвѣтъ опять будетъ гуще. Тотъ же опытъ можно произвести со стеклянной трубкой, запаянной съ одного конца. Для этого она наполняется водою и держится сначала въ горизонтальномъ положеніи, потомъ въ вертикальномъ; въ первомъ случаѣ мы смотримъ сквозь меньшую массу воды, а во второмъ — сквозь большую.

Опытъ b. Если прямо посмотрѣть на пластинку бѣлаго оконнаго стекла, то она представляется совершенно прозрачною и безцвѣтною. Но если положить одну на другую нѣсколько такихъ пластинокъ, то они покажутся голубовато-зеленаго цвѣта. Мы замѣтимъ то же самое явленіе, если посмотримъ на одну пластинку по направленію ея длины. Подобное явленіе представляютъ также ледъ и вода; оно показываетъ, что всѣ эти тѣла, хотя мы ихъ и называемъ прозрачными, въ сущности не совершенно прозрачны. Вообще, когда толстый слой какого-нибудь прозрачнаго вещества отражаетъ или пропускаетъ лучи свѣта, то это вещество кажется окрашеннымъ.

Голубой
цвѣтъ неба.

Такъ и воздухъ въ большой массѣ представляетъ прекрасный голубой цвѣтъ, происходящій отъ отраженія свѣта. Съ возвышенныхъ точекъ атмосферы, куда поднимаются воздухоплаватели на аэростатахъ, и съ вершинъ высокихъ горъ, гдѣ надъ головою наблюдателя лежатъ разрѣженные и болѣе прозрачные слои воздуха, небесное пространство представляется совершенно темнымъ, чернымъ. Обыкновенный голубой цвѣтъ неба происходитъ отъ присутствія атмосфернаго воздуха, который наиболѣе отражаетъ голубые лучи.

Частицы дыма и пыли, и преимущественно водяные

пары, носящіеся въ воздухѣ въ видѣ легкаго тумана, сообщаютъ ему болѣе блѣдный цвѣтъ. Самый чистый лазуревый цвѣтъ неба обыкновенно бываетъ послѣ дождя, когда всѣ эти примѣси, находившіеся въ воздухѣ, осадутъ на землю.

Водяные пары, содержащіеся въ воздухѣ, служатъ также причиною вечерней и утренней зари. Совершенно газообразные пары вполне прозрачны и безцвѣтны (§ 364); при охлажденіи они сгущаются въ бѣлый туманъ. Между этими двумя видами паровъ — собственно парами и туманомъ есть еще третій промежуточный видъ.

Вечерняя и
утренняя
заря.

Опытъ с. Въ нетопленной комнатѣ, на окнѣ, освѣщенномъ солнцемъ, ставится сосудъ съ кипяткомъ; если отойдемъ отъ него по возможности дальше и посмотримъ сквозь паръ на часть неба, лежащую ниже солнца, то черезъ нѣсколько времени замѣтимъ, что на высотѣ одного или двухъ футовъ надъ сосудомъ, паръ мало-по-малу охлаждается и переходитъ въ упомянутое нами промежуточное состояніе, причемъ онъ имѣетъ замѣтно красноватый или желтоватый цвѣтъ.

То же явленіе можно наблюдать на высотѣ нѣсколькихъ футовъ отъ предохранительнаго клапана локомотива, когда выпускается паръ.

Въ этомъ переходномъ состояніи пары бываютъ въ атмосферѣ при заходѣ и восхожденіи солнца и тогда они пропускаютъ только оранжево-красные лучи солнечнаго свѣта.

При заходѣ солнца, земля и воздухъ постепенно охлаждаются; лучи солнца совершаютъ длиннѣйшій путь сквозь водяные пары атмосферы, которые мало-

по-малу сгущаются (§ 375) въ туманные пузырьки. Въ этомъ состояніи, они производятъ великолѣпное явленіе вечерней зари. Но когда въ атмосферѣ слишкомъ много паровъ и они уже до заката солнца сгустились въ туманъ и облака, тогда является блѣдная, желтая зоря — признакъ близкаго дождя. Утромъ пары начинаютъ подниматься уже тогда, когда солнце взошло на нѣкоторую высоту надъ горизонтомъ; при этомъ лучи его встрѣчаютъ гораздо меньше водяныхъ паровъ. Потому-то утренняя зоря вообще бываетъ слабѣе вечерней. Но когда въ воздухѣ такъ много паровъ, что они въ верхнихъ слояхъ его переходятъ въ туманное состояніе и въ облака, несмотря на дѣйствіе выходящаго солнца, тогда утренняя зоря является во всемъ своемъ великолѣпнѣ. Яркая утренняя зоря тоже служитъ предвѣстницею дождей, равно какъ и блѣдная вечерняя; тогда какъ яркая вечерняя и блѣдная, сѣроватая утренняя — признакъ хорошей погоды.

Главные и
переходные
цвѣта.

342. Главные и переходные цвѣта. Въ числѣ веществъ, которыя разлагаютъ при отраженіи бѣлый свѣтъ и передаютъ нашему глазу только нѣкоторые изъ цвѣтныхъ лучей, есть такія, которыя способны измельчаться въ тонкій порошокъ. Эти вещества употребляются для красокъ.

Для предлагаемыхъ опытовъ нужно достать по небольшому кусочку слѣдующихъ четырехъ красокъ: красной — кармина, голубой — индиго, синей — берлинской лазури и желтой — гумми-гутта. Около половины каждаго кусочка растирается отдѣльно на стеклянной пластинкѣ съ водою, содержащею въ растворѣ немного аравійской камеди (гумми-арабика).

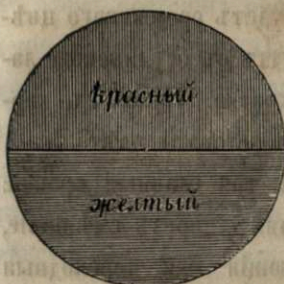
Опытъ а. Часть оставшагося кармина растворяется съ гумми-гуттомъ, смѣсь ихъ будетъ оранжеваго цвѣта. Если же растереть гумми-гуттъ съ берлинскою лазурью, то получится зеленая краска. Наконецъ карминъ и индиго дадутъ краску фіолетоваго цвѣта.

Въ живописи употребляются три главныя краски: красная, желтая и синяя; изъ нихъ, черезъ смѣшеніе, составляются всѣ посредствующія или переходныя краски, соотвѣтствующія остальнымъ цвѣтамъ спектра. Оранжевый цвѣтъ лежитъ на спектрѣ (§ 335) между краснымъ и желтымъ, зеленый — между желтымъ и голубымъ; фіолетовый — есть промежуточный между предпоследнимъ — синимъ и первымъ краснымъ. Цвѣта эти на призматическомъ спектрѣ простые, неразложимые; но тамъ, гдѣ они происходятъ въслѣдствіе отраженія, они бываютъ обыкновенно составные или сложные. Въ живописи, каждый изъ этихъ переходныхъ или составныхъ цвѣтовъ получается черезъ смѣшеніе двухъ главныхъ цвѣтовъ, между которыми онъ лежитъ на спектрѣ:

Красный и желтый.	Желтый и синій.	Синій и красный.
<u>Оранжевый.</u>	<u>Зеленый.</u>	<u>Фіолетовый.</u>

Опытъ в. Составные цвѣта можно произвести не только смѣшивая по двѣ главныя краски, но также соединяя для глаза впечатлѣнія двухъ главныхъ цвѣтовъ. Для этого берется кружокъ изъ тонкаго картона, дюймовъ пяти въ діаметрѣ, и одна половина его покрывается красной краской, а другая — желтой. Если сообщить этому кружку быстрое вращеніе около вертикальной оси по способу, изложенному въ опытахъ

фиг. 362.



разомъ можно получить цвѣта: зеленый и фіолетовый.

Опытъ с. На томъ же приборѣ можно съ помощію отраженныхъ цвѣтовъ показать, что все цвѣта спектра вмѣстѣ взятые, составляютъ бѣлый. Для этого берется такой же картонный кружокъ пяти дюймовъ въ

фиг. 363.



диаметрѣ и дѣлится по направленію діаметровъ на семь вырѣзковъ такой величины, какую каждый изъ семи цвѣтовъ занимаетъ въ призматическомъ спектрѣ. На долю краснаго цвѣта должно отдѣлить 45 градусовъ, оранжеваго — 27, желтаго — 48, зеленаго — 60, голубаго — тоже 60, синяго — 40, фіолетоваго — 80. Голубой и синій можно считать за одинъ цвѣтъ; въ такомъ случаѣ кружокъ будетъ имѣть только шесть вырѣзковъ. Каждый вырѣзокъ окрашивается въ соотвѣтственный цвѣтъ. Если такой кружокъ привести въ быстрое вращательное движеніе, то онъ будетъ казаться бѣлымъ. Обыкновенно этотъ бѣлый цвѣтъ вы-

323 *б* и *с*, то увидимъ весь кружокъ окрашеннымъ сплошь въ оранжевый цвѣтъ. Впечатлѣнія двухъ красокъ слѣдуютъ такъ быстро одно за другимъ, что сливаются въ нашемъ сознаніи въ одно общее впечатлѣніе состав-

наго цвѣта. Подобнымъ образомъ можно получить цвѣта: зеленый и фіолетовый.

ходить нѣсколько сѣроватымъ, по причинѣ недостаточной яркости; для усиленія бѣлаго цвѣта, середина кружка покрывается черной краской. Если при вращеніи преобладаетъ какой-нибудь отдѣльный цвѣтъ, то нужно или ослабить его, проводя по немъ кисточкой, обмокнутой въ чистую воду, или усилить прочіе цвѣта, покрывъ ихъ новымъ слоемъ краски.

Опытъ d. Красный цвѣтъ кружка закрывается лоскуткомъ бѣлой бумаги. Для этого нужно выкроить изъ бумаги вырѣзокъ одинаковой величины съ краснымъ вырѣзкомъ кружка, но съ удлинненіемъ на узкомъ концѣ; это удлинненіе прокалывается въ срединѣ, надѣвается на ось кружка и плотно прижимается къ нему пробкой. При быстромъ вращеніи, новый кружокъ покажется зеленымъ. Еслибъ къ этому зеленому цвѣту прибавили недостающій красный цвѣтъ, то получился бы бѣлый. Наоборотъ, если закрыть зеленый цвѣтъ кружка, то при вращеніи получится впечатлѣніе красноватаго цвѣта. Подобнымъ-образомъ, если исключимъ изъ кружка оранжевый цвѣтъ, то получимъ голубой а если къ этому голубому прибавимъ прежній оранжевый, то оба цвѣта дополняютъ другъ друга и дадутъ бѣлый.

Дополнительные цвѣта.

Опытъ e. На этомъ основаніи, если закроемъ всѣ цвѣта кружка, кромѣ краснаго и зеленого, то все-таки при быстромъ вращеніи получимъ бѣлый, также какъ и отъ всѣхъ семи цвѣтовъ.

Цвѣта, служащіе дополненіемъ одинъ другому для составленія бѣлаго, называются взаимно-дополнительными. Въ нашемъ шестицвѣтномъ кружкѣ (принимая

голубой и синій за одинъ цвѣтъ) дополнительные цвѣта расположены одинъ напротивъ другаго; таковы:

Красный и зеленый,

Оранжевый и синій,

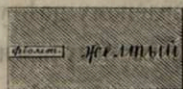
Желтый и фіолетовый.

Субъектив-
ные цвѣта.

343. Субъективные цвѣта. Иногда случается, что мы видимъ цвѣта, на самомъ дѣлѣ несуществующіе; подобные оптическіе обманы называются субъективными цвѣтами (сравни § 301). Такъ наприм., во время вечерней зари снѣгъ и облака представляются намъ окрашенными въ зеленоватый цвѣтъ.

Опытъ а. Недалеко отъ наблюдателя, по направлению къ окну комнаты, помѣщается лоскутокъ одно-

фиг. 364.



цвѣтной и просвѣчивающей бумаги.

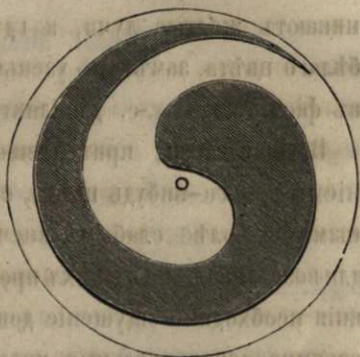
Для этого можно употребить цвѣтную обертку, а лучше всего яркое цвѣтное стекло. Если сквозь подобный цвѣтной предметъ смотрѣть на дневной свѣтъ и потомъ на узенькую бѣлую бумажку, сложенную вдвое и помѣщенную на самомъ цвѣтномъ лоскуткѣ, то эта бѣлая бумажка покажется окрашенной. Если цвѣтной лоскутокъ — желтый, то цвѣтъ бѣлой бумажки будетъ казаться фіолетовымъ; вообще онъ будетъ дополнитель- ный къ цвѣту окрашеннаго лоскутка.

Смотря на яркій желтый свѣтъ, пропускаемый цвѣтною бумагою, нашъ глазъ дѣлается нечувствитель- нымъ къ болѣе слабымъ желтымъ лучамъ, которые вмѣстѣ съ прочими цвѣтными лучами отражаются отъ бѣлой бумажки. Глазъ какъ-бы притупляется къ вос- приятію впечатлѣній желтаго цвѣта; поэтому, получая все цвѣтные лучи, отражаемые бѣлою бумажкою, онъ

видитъ всѣ лучи кромѣ желтыхъ, что и возбуждаетъ въ немъ впечатлѣніе фіолетоваго цвѣта, дополнительнаго къ желтому.

Опытъ b. На бѣлый картонный кружокъ, пяти дюймовъ въ діаметрѣ, наклеивается вырѣзанная въ видѣ спирали полоска, какой-нибудь яркой, наприм. красной бумаги. Эта цвѣтная

фиг. 365.



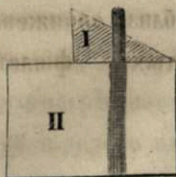
полоска должна имѣть такую ширину, чтобы оставшаяся бѣлая часть кружка представляла спираль такой же величины. Посредствомъ прибора,

описаннаго въ опытѣ 323 с, кружокъ приводится въ быстрое вращательное движеніе; при этомъ онъ будетъ казаться окрашеннымъ сплошь въ красный цвѣтъ. Потомъ, не измѣняя положенія глаза и продолжая пристально смотрѣть на кружокъ, замедляютъ внезапно вращеніе. Долго смотря на красное, глазъ притупляется къ впечатлѣнію красныхъ лучей, и бѣлая полоска на кружкѣ будетъ казаться окрашеною въ зеленый цвѣтъ.

Опытъ c. Какой-нибудь одноцвѣтный предметъ, наприм. лоскутокъ цвѣтной бумаги I,

фиг. 366.

располагается такъ, чтобы на него косвенно падали лучи дневнаго свѣта. Противъ него помѣщается подъ острымъ угломъ листокъ тонкой, слегка просвѣчивающей писчей бумаги



II. Глазъ наблюдателя, помѣщенный передъ бѣлой бумагой II, видитъ сквозь нее отраженные цвѣтные, наприм. желтые, лучи предмета I. Если позади бѣлаго листа поставить карандашъ, то на листѣ образуется тѣнь его, которая, будучи освѣщена желтыми лучами, принимаетъ желтый цвѣтъ. На одномъ изъ предѣловъ этой тѣни, на рисункѣ на лѣвой сторонѣ, куда не проникаютъ желтые лучи, и гдѣ слѣдовало бы ожидать бѣлаго цвѣта, замѣтимъ узенькую полоску, окрашенную въ фіолетовый, т.-е. дополнительный цвѣтъ.

Вообще глаза, притупленные сильнымъ впечатлѣніемъ какого-нибудь цвѣта, становятся нечувствительными къ болѣе слабымъ впечатлѣніямъ этого цвѣта и для возстановленія въ нихъ прежняго, нормального состоянія необходимо ощущение дополнительнаго цвѣта. Два взаимно дополнительные цвѣта всегда гармонируютъ между собою, такъ сказать уравниваютъ другъ друга, потому-что своимъ смѣшеніемъ даютъ тотъ бѣлый свѣтъ, который мы привыкли получать отъ солнца,—главнаго источника свѣта на земномъ шарѣ. По этой причинѣ, дополнительные цвѣта называются иногда гармоническими. При сочетаніи различныхъ цвѣтовъ, условія изящнаго вкуса требуютъ, чтобы дополнительные цвѣта стояли рядомъ одинъ подле друга. Такъ наприм. при составленіи букета стараются помѣстить возлѣ красныхъ цвѣтовъ побольше зелени, близъ оранжевыхъ располагаются голубые; близъ желтыхъ — фіолетовые цвѣты.

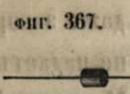
Гармониче-
скіе цвѣта.

ТЕПЛОТА.

ВОЗБУЖДЕНІЕ ТЕПЛОТЫ.

344. I. Возбужденіе теплоты посредствомъ тренія.

Возбужденіе
теплоты по-
средствомъ
трениа.

Опытъ а. Пробка прокалывается булавкой и сквозъ нее продѣвается вязальная спица. Если тогда быстро двигать пробку взадь и впередъ по спицѣ,  фиг. 367. причемъ онѣ будутъ тереться одна объ другую, то, прикасаясь къ ней рукою, тотчасъ почувствуемъ, что она замѣтно нагрѣлась.

Опытъ б. Стертая мѣдная монета кладется гладкою поверхностью на полъ или на доску, имѣющую болѣе фута длины. Затѣмъ монета надавливается двумя пальцами и слегка двигается по направленію древесныхъ волоконъ. При треніи о дерево, монета мало-по-малу такъ нагрѣвается, что приходится отнять палецъ.

Такого рода явленія мы встрѣчаемъ ежедневно въ огромномъ количествѣ. Чтобы счистить ржавчину съ иглокъ, кладутъ ихъ обыкновенно на полъ, ставятъ на нихъ ногу, и потомъ двигаютъ ею взадь и впередъ; если послѣ этого поднимаемъ иголки, то найдемъ, что онѣ сильно нагрѣлись. При чисткѣ ножей, лезвіе нагрѣвается. Буравы, пилы и подпилки до того нагрѣваются на мѣстахъ, трущихся нѣкоторое время о дерево или металлъ, что къ нимъ нельзя прикоснуться рукою; если

металлическіе инструменты точить на колесѣ, то они раскаливаются и отбрасываютъ искры. Токарь украшаетъ свою работу изъ дерева черными кольцами именно такимъ-образомъ, что нажимаетъ на вращающуюся вещь кусокъ твердаго дерева до-тѣхъ-поръ, пока трущаяся часть не обуглится отъ жара. Дурно смазанныя экипажныя оси, загораются при скорой ѣздѣ, и потому стираются на краяхъ; желѣзные тормоза часто до того разгорячаются отъ тренія о поверхность крутой горы, что шипятъ, попадая на влажное мѣсто. Веревки сильно трущіяся о блокъ и несмазанныя оси машинныхъ колесъ, разгорячаются до воспламененія; иногда даже загораются мельницы отъ того, что подъ жернова не падаетъ болѣе зеренъ и они трутся другъ о друга. Мы тремъ себѣ зимою руки, для того, чтобы согрѣть ихъ. Даже полозья, скользя по холодному снѣгу, становятся теплыми; ледъ, воскъ и сало таютъ при треніи о холодные предметы. Изъ этихъ явленій вытекаетъ слѣдующій

Законъ: при треніи возбуждается теплота.

Огниво.

Этимъ средствомъ издавна пользуются для добыванія огня. Дикіе народы знаютъ только одно огниво: два сухихъ куска дерева разной плотности; они трутъ эти куски другъ о друга до-тѣхъ-поръ, пока не получаютъ искры. Послѣ этого они покрываютъ ихъ сухими листьями и, махая ими въ воздухъ, вызываютъ такимъ-образомъ яркое пламя. Болѣе совершенное огниво состоитъ изъ стали и кремня. При сильномъ ударѣ кремня и стали другъ о друга, отъ нихъ откакиваются раскаленные кусочки; вечеромъ почти при каждомъ шагѣ лошади по мощеной улицѣ, летятъ по всеѣмъ направле-

ніямъ раскаленныя частички желѣзной подковы; такъ точно при ударѣ стали о кремень, появляется множество искръ, зажигающихъ трутъ, сожанныя ветошки, гнилое дерево. Если разсматривать искры, упавшія на бѣлую бумагу, чрезъ увеличительное (зажигательное) стекло, то въ нихъ можно узнать кусочки стали, раскаленные вельдствіе сильнаго тренія. Наши зажига- тельныя спички воспламеняются, если шаркать ими о шероховатую поверхность. Для приготовленія такой спички, конецъ ея сперва обмакивается въ растоплен- ную сѣру, затѣмъ ей даютъ остыть и покрываютъ за- жигательной массой, состоящей изъ фосфора, аравійской камеди и селитры. Одинъ фосфоръ воспламеняется самъ собою уже при обыкновенной лѣтней температурѣ, сое- диняясь при этомъ съ кислородомъ воздуха; поэтому фосфоръ плавится обыкновенно въ желѣзномъ сосудѣ подъ водою, затѣмъ къ ней прибавляютъ камеди и по охлажденіи смѣси кладутъ въ нее селитру; въ эту клей- кую массу обмакиваются сѣрные спички. Такимъ-обра- зомъ фосфоръ заключенъ въ камедистой оболочкѣ, ко- торая пренятствуетъ доступу воздуха; если шаркнуть спичкой объ стѣну, то камедистая оболочка стирается, фосфоръ разгорячается до того, что воспламеняется и, соединяясь съ кислородомъ, въ изобиліи содержа- щемся въ селитрѣ, горитъ до-тѣхъ-поръ, пока не за- жжетъ сѣры и дерева.

345. II. Возбужденіе теплоты посредствомъ сжатія.

Опытъ. Если тонкій кусочекъ резинки быстро вы- тянуть въ длину, то она сожмется по ширинѣ и разъ- единенныя до того частички приблизятся другъ къ другу.

Возбужденіе
теплоты по-
средствомъ
сжатія.

Если тогда приложимъ ее къ губамъ, то почувствуемъ, что отъ сжатія резинка сдѣлалась теплою.

Предметы, подверженные сильному давленію гидростатическаго пресса, оказываются довольно теплыми. Металлическіе кружки, вырѣзанные штампомъ (§ 57), изъ толстыхъ листовъ и лежащіе между двумя штемпелями чеканнаго станка для приготовленія изъ нихъ монетъ, быстро нагрѣваются, лишь только верхній штемпель будетъ сильно надавленъ винтомъ и сожметъ металлическій кружокъ. Воздухъ согрѣвается отъ сильнаго давленія въ прикладѣ духового ружья; въ неудобномъ для ежедневнаго употребленія воздушномъ огнивѣ, состоящемъ изъ полой, закрытой съ одного конца металлической трубки и плотно входящаго въ нее поршня, кусокъ трута воспламеняется, если быстро вдвинуть поршень и такимъ-образомъ сжать находящійся въ трубкѣ воздухъ. Холодный желѣзный прутъ отъ сильныхъ ударовъ молота на наковальнѣ нагрѣвается до того, что отъ него загораются сѣрные нитки. Гремучая ртуть и гремучее серебро при малѣйшемъ давленіи (или треніи) нагрѣваются, превращаются въ газы и производятъ взрывъ; они получаютъ при раствореніи серебра или ртути въ азотной кислотѣ, за тѣмъ растворы эти смѣшиваются съ крѣпкимъ спиртомъ. Гремучая ртуть, смѣшанная съ порохомъ, употребляется при приготовленіи пистоновъ для ударныхъ ружей; а еще легче воспламеняющееся гремучее серебро, употребляется для наполненія различнаго рода хлопушекъ. Изъ бертолетовой соли, сѣры и мелкаго угля, смѣшанныхъ съ трагантомъ, приготовляются зажигательные шарики, которые вкладываются въ ла-

троны особаго рода ружей съ иглами, служащими для ихъ прокалыванія; шарики при этомъ воспламеняются и пронесодитъ выстрѣлъ. По этому несомнѣнно, что сжатіемъ возбуждается теплота.

346. III. Возбужденіе теплоты посредствомъ химическихъ процессовъ. Всего чаще мы вызываемъ теплоту, сжигая дерево и другіе горючіе матеріалы; горѣніе—химическій процессъ; о немъ мы уже говорили въ § 246, и слѣд. Равныя по вѣсу количества различныхъ горючихъ веществъ, даютъ неодинаковое количество теплоты. Для опредѣленія степени даваемого ими жара, произведены были опыты съ цѣлію найти, сколько фунтовъ воды нагрѣвается до извѣстной температуры однимъ фунтомъ каждаго изъ изслѣдуемыхъ горючихъ матеріаловъ. Такимъ-образомъ найдено, что каменный уголь, древесный уголь, какъ и спиртъ, даютъ четверное количество тепла; сухое же дерево двойное количество, сравнительно съ теплотою, получаемую при сжиганіи обыкновеннаго торфа. Чтобы воспользоваться теплотою, возбуждаемою горѣніемъ, по возможности вполнѣ и наиболѣе выгодно, должно стараться устроить разнаго рода печи сообразно съ ихъ назначеніемъ; между-тѣмъ какъ при открытомъ очагѣ дѣйствительную пользу приносить только одна двадцатая, въ болѣе же части комнатныхъ печей одна пятая часть получаемаго количества теплоты, остальное пропадаетъ. Въ хорошо устроенной печи значительная поверхность ея должна быть обращена внутрь комнаты, горѣніе должно происходить быстро и полно, и дымъ, прежде чѣмъ выйдетъ изъ трубы, долженъ быть проведенъ внутри печи такимъ-обра-

Возбужденіе
теплоты по-
средствомъ
химическихъ
процессовъ.

Степень
жара.

зомъ, чтобы могъ передать ей большую часть своей теплоты. Въ изразцовыхъ комнатныхъ печахъ на огнепостоянномъ фундаментѣ находится желѣзный ящикъ, печной ящикъ, въ которомъ горитъ топливо; изъ отверстія, находящагося на верхнемъ его листѣ, дымъ идетъ въ дымовые ходы, направленные отъ одной стороны печи къ другой, или вверхъ и внизъ. Для уменьшенія тяги согрѣтаго комнатнаго воздуха, въ печи устраиваются двойныя дверцы, плотно закрывающіяся и вовсе не имѣющія отверстія; подъ рѣшетку, въ нижней части печнаго ящика, на разстояніи десяти дюймовъ вставляется для бѣльшей выгоды другая рѣшетка, на которой совершенно сгораютъ упавшіе угли; чрезъ обѣ эти рѣшетки воздухъ достигаетъ пламени.

Большая часть химическихъ процессовъ, равно какъ и горѣніе, сопровождаются развитіемъ тепла.

Гашеніе
извести.

Опытъ а. Если вспрыскивать водою обожженную известь, то въ короткое время она разгорячается до того, что къ ней нельзя прикоснуться рукою, и распадается при этомъ въ мельчайшій порошокъ, превосходящій вѣсомъ самую известь. Вода соединилась съ известью въ новое тѣло, гашеную известь, въ которомъ она находится уже въ твердомъ видѣ. Этотъ опытъ въ большомъ размѣрѣ можно наблюдать при каменныхъ постройкахъ; обожженную известь, употребляемую для штукатурки, должно сначала превратить въ гашеную, сыпать въ открытыя ямы и облить водою; при этомъ возбуждается столь сильная теплота, что вся масса начинаетъ кипѣть.

Разбавленіе
сѣрной ки-
слоты.

Опытъ в. Въ воду приливается мало-по-малу крѣпкая сѣрная кислота. При смѣшеніи, жидкости нагрѣваются

до того, что сосудъ дѣлается теплымъ; поэтому, при разжиженіи сѣрной кислоты поступаютъ по способу, указанному въ § 234. Нагрѣваніе жидкости становится еще сильнѣе, если наоборотъ въ сѣрную кислоту нечаянно налить воды.

Опытъ с. Нѣсколько зернышекъ хлорноватокислаго кали, съ которымъ должно обращаться весьма осторожно, потому-что при треніи или ударѣ соль эта легко воспламеняется, смѣшиваются между пальцами съ измельченной сѣрой, исыпаются въ крѣпкую сѣрную кислоту; при этомъ произойдетъ трескъ и воспламенение сѣры. Поэтому-то химическое огниво (нѣсколько лѣтъ тому назадъ бывшее въ общемъ употребленіи) содержитъ небольшое количество сѣрной кислоты, налитой на азбестъ (горный ленъ), а принадлежащія къ нему сѣрные спички на нижнемъ своемъ концѣ покрываются смѣсью хлорноватокислого кали, сѣры, киновари и камеди. При обмакиваніи спичекъ въ сѣрную кислоту, хлорноватокислосое кали разлагается и при исходящемъ отъ того повышеніи температуры, сѣра загорается; киноваръ употребляется здѣсь только для окрашиванія смѣси, азбестъ же мѣшаетъ сѣрной спичкѣ слишкомъ глубоко опускаться въ жидкость, которая бы размочила сѣру.

Химическое
огниво.

Законъ: При большей части химическихъ процессовъ возбуждается теплота.

Химическіе процессы, кромѣ-того, составляютъ причину такъ-называемыхъ самовозгораній. Въ концѣ прошлаго столѣтія въ Кронштадтѣ и Петербургѣ, изъ наменныхъ магазиновъ, въ которыхъ между прочимъ хранились сажа и конопляное масло, нѣсколько разъ

Самовозгораніе.

выкидывало пламя. Опыты, произведенные по повелѣнію Императрицы Екатерины II, показали, что смѣсь упомянутыхъ двухъ веществъ, по прошествіи нѣкотораго времени, лишь только открывали двери, начинала дымиться и загоралась. Такимъ же образомъ нагрѣваются сами собою хорошо упакованная жирная шерсть, сжатая шерстяная матерія, если они не были передъ тѣмъ сваляны и освобождены отъ жира, и всѣ вообще лакированныя вещи, которыя плотно лежатъ одна подлѣ другой, и при высыханіи вбираютъ въ себя и сгущаютъ значительное количество кислорода. Влажные растительныя вещества, сѣно, трилистникъ, навозъ, опилки, сложенные въ кучи, при гніеніи превращаются въ черную, богатую углеродомъ массу и сильно нагрѣваются; при этомъ быстро развиваются углеродоводородные газы, которые могутъ воспламеняться даже при свободномъ доступѣ воздуха; если молотый кофе и цикорій упакованы еще теплыми, то отъ нихъ также можно опасаться пожара. Большія массы измельченнаго угля, какъ показали несчастные случаи на пороховыхъ заводахъ, вбираютъ въ себя газы и сгущаютъ ихъ до того, что сами воспламеняются въ непродолжительномъ времени.

Теплота
солнечныхъ
лучей.

347. IV. Теплота солнечныхъ лучей. Главный источникъ теплоты на земномъ шарѣ представляютъ тепловые лучи солнца.

Опытъ. Сначала держать руку въ такомъ направленіи къ солнечнымъ лучамъ, чтобы они падали на нее весьма косвенно, такъ сказать слегка касались ее; а потомъ обращаютъ поверхность руки такъ, чтобы лучи падали подъ прямымъ угломъ; въ послѣднемъ случаѣ теплота чувствуется сильнѣе, нежели въ первомъ.

Потому, косвенно стоящіе тротуарные столбики, въ полдень, когда солнечные лучи падаютъ на ихъ поверхность подѣ прямымъ угломъ, поражаютъ своимъ жаромъ, руку прикасающуюся къ нимъ; ноги пѣшехода чувствуютъ большую теплоту почвы на южномъ склонѣ песчанаго холма; на крышахъ, освѣщаемыхъ солнечными лучами почти подѣ прямымъ угломъ, снѣгъ таетъ скорѣе, нежели на горизонтальной поверхности. Слѣдовательно, согрѣвающая сила солнечныхъ лучей зависитъ отъ направленія, въ которомъ они падаютъ на поверхность.

Закономъ: солнечные лучи производятъ наибольшую теплоту, когда они падаютъ на поверхность подѣ прямымъ угломъ; чѣмъ косвеннѣе они падаютъ на тѣло, тѣмъ меньше будутъ нагревать его.

Этимъ объясняется: 1) суточное измѣненіе температуры. Различіе между зимой и лѣтомъ точно также зависитъ отъ того, что лѣтомъ во время полдня солнце стоитъ гораздо выше, и лучи его падаютъ на нашу часть земли отвѣснѣе, чѣмъ зимою; къ этому нужно прибавить, что солнце, въ лѣтніе дни дольше находится надъ горизонтомъ и нагреваетъ землю сильнѣе, нежели зимой. 2) Далѣе, различіе поясовъ на землѣ зависитъ отъ различнаго направленія лучей солнца, которые въ жаркомъ поясѣ падаютъ почти отвѣсно, въ умѣренныхъ болѣе косвенно, и наконецъ въ холодныхъ только скользятъ на поверхности земли; этимъ обусловливается палящій зной экваторіальныхъ странъ и холодъ полярныхъ, гдѣ земля и вода промер-

заютъ на значительную глубину, и не оттаиваютъ большую часть года.

Зажигатель-
ныя стекла
и зеркала.

Посредствомъ зажигательныхъ стеколъ и зеркалъ (§ 304 и 512) воспринимается извѣстное количество согрѣвающихъ лучей солнца, и направленіе ихъ такъ измѣняется, что все они сходятся въ одну точку, и тутъ, дѣйствуя совокупно, производятъ столь сильный жаръ, что зажигаютъ легко воспламеняющіяся вещества. Такимъ-образомъ графъ Чирнгаузенъ заказалъ зажигательное зеркало изъ толстой листовой мѣди, шести футовъ въ поперечникѣ, при помощи котораго можно было на разстояніи четырехъ футовъ плавить серебро и покрывать глазурью кирпичъ; графъ Бюффонъ въ Парижѣ установилъ 168 плоскихъ зеркалъ такимъ-образомъ, что все они соединяли въ одно мѣсто падающіе на нихъ лучи солнца, и зажигали дрова на разстояніи 200 футовъ. Подобное же соединеніе плоскихъ зеркалъ представляло вѣроятно то зажигательное зеркало, посредствомъ котораго Архимедъ съ крѣпостныхъ стѣнъ зажегъ римскій флотъ, стоявшій передъ Сиракузами. Такого рода опытъ можно легко сдѣлать съ пятью или шестью зеркалами; если отражаемая ими изображенія солнца совпадаютъ, то рука едва можетъ вынести жаръ въ этомъ мѣстѣ. Сколько извѣстно, самое большое зажигательное стекло Паркера въ Лондонѣ, вѣсящее 212 фунтовъ, имѣетъ 3 фута въ поперечникѣ, а фокусъ его находится на разстояніи 7 футовъ отъ стекла; при помощи его плавятся платина, желѣзо и изумрудъ. Стекланные шары и графины, наполненные водою, при паденіи на нихъ солнечныхъ лучей, дѣй-

ствують подобно зажигательному стеклу, и бывали даже причиною пожаровъ.

V. Возбужденіе теплоты посредствомъ электричества см. § 189, 196, 206—208.

ДѢЙСТВІЕ ТЕПЛОТЫ.

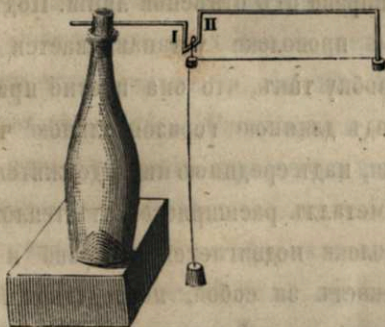
I. Расширеніе тѣлъ.

348. Расширеніе твердыхъ тѣлъ отъ теплоты.

Опытъ. Берется мѣдная проволока, болѣе фута длиною и такой толщины, чтобы она ни сколько не сгибалась

Расширеніе
твердыхъ
тѣлъ отъ
теплоты.

Фиг. 368.



отъ собственнаго вѣса, если ее держать рукою за одинъ конецъ. Эта проволока сгибается слѣдующимъ образомъ: правый конецъ ея, длиною въ $1\frac{1}{2}$ дюйма, загибается отвѣсно внизъ, приблизительно на одинъ дюймъ; послѣ этого проволока сгибается на $1\frac{1}{2}$ дюйма впередъ, потомъ около дюйма вверхъ; оставшаяся часть идетъ горизонтально надъво. Изъ обѣихъ отвѣсныхъ частей,

I и *II*, первая находится ближе къ наблюдателю и лежитъ впереди второй. На правомъ концѣ проволоки подилкомъ дѣлается кольцообразное углубленіе для того, чтобы въ этомъ мѣстѣ можно было прикрѣпить нитку. За неимѣніемъ подставки, лѣвый конецъ проволоки можно пропустить чрезъ пробку бутылки и такимъ-образомъ переносить всю проволоку вмѣстѣ съ бутылкой. На горизонтальную часть, между *I* и *II*, вѣшается вторая очень тонкая проволока, длиною по крайней-мѣрѣ въ 15 дюймовъ, и загнутая вверху крючкомъ. На эту проволоку нагоняется пробка и къ ней привязывается, на $\frac{1}{2}$ дюйма ниже точки прикрѣпленія проволоки, тонкая нить; другой конецъ ея укрѣпляется въ зарубкѣ толстой проволоки. Нить должна быть натянута такъ, чтобы висящая проволока отклонялась вправо отъ отвѣсной линіи. Подъ нижнимъ концомъ этой проволоки устанавливается игла, воткнутая въ пробку такъ, что она плотно прилежитъ къ острію ея. Подъ длиною горизонтальною частью толстой проволоки, надъ серединою нити, держится спиртовая лампа; тогда металлъ расширяется отъ теплоты, правый конецъ проволоки подвигается направо и въ ту же сторону увлекаетъ за собой, посредствомъ нити, висящую проволоку; послѣдняя представляетъ чувствительный рычагъ; отъ точки привѣса до мѣста прикрѣпленія нити, плечо его имѣетъ $\frac{1}{2}$ дюйма длины, до нижняго же конца проволоки по крайней-мѣрѣ тридцать такихъ частей. Такимъ-образомъ конецъ этотъ проходитъ не менѣе какъ въ тридцать разъ большее пространство, чѣмъ точка прикрѣпленія нити, а потому ясно и въ увеличенномъ размѣрѣ обнаруживаетъ рас-

ширеніе толстой проволоки. При охлажденіи рычагъ снова возвращается къ острію иглы; правый конецъ толстой проволоки подвинется при этомъ налѣво и проволока при охлажденіи снова сожмется. Изъ опыта видно, что твердое тѣло расширяется отъ теплоты, при охлажденіи же сжимается. Еслибы при нагрѣваніи проволоки, рычагъ, вмѣсто-того чтобы идти направо подвинулся налѣво, то это показало бы, что проволока была слишкомъ тонка, и потому искривилась.

Родственные явленія. Горшокъ, который едва проходитъ въ печныя дверцы, пока онъ холоденъ, нельзя вынуть назадъ, потому-что нагрѣвшись онъ расширился; плитки, накалиныя до-красна, почти совершенно плотно входятъ въ утюгъ, между-тѣмъ какъ холодныя занимаютъ менѣе мѣста, и при сотрясеніи двигаются тамъ взадъ и впередъ; металлическій шаръ, только-что проходящій чрезъ кольцо, такъ расширяется отъ сильнаго нагрѣванія, что уже болѣе не проходитъ чрезъ него. Раскаленная шина, надѣтая на колесо, при охлажденіи сжимается, и плотно прилегаетъ къ нему; отливаемые вещи, по охлажденіи не совершенно наполняютъ свою форму, точно также горячіе гвозди, вбитые въ формы, легко вынимаются, когда нѣсколько остынутъ. Рельсы въ теплую погоду вытѣсняются изъ своихъ мѣстъ, если концы ихъ слишкомъ плотно прилегаютъ другъ къ другу, почему и остаются достаточныя промежутки для ихъ расширенія; цинковые листы на крышахъ не приколачиваются гвоздями, но прикрѣпляются другъ къ другу только загнутыми краями для того, чтобы могли сжиматься, не разрываясь, и расширяться, не коробясь. Стклянку, слишкомъ крѣпко

Родственные
явленія.

закупоренную стеклянной пробкой, можно легко откупорить, нагрѣвая ее горлышко посредствомъ тренія; для этого его обвиваютъ разъ или два толстой тесемкой, два человѣка берутъ концы ее и быстро двигаютъ тесемку взадъ и впередъ; горлышко стклянки, нагрѣваясь при этомъ расширяется такъ, что еще несогрѣтая пробка легко выходитъ изъ него. Въ парижской консерваторіи искусствъ, нагрѣваніемъ и охлажденіемъ желѣзныхъ листовъ даже стѣны зданія приведены были снова въ отвѣсное направленіе: въ одной изъ большихъ галлерей обѣ боковыя стѣны раздвинулись отъ тяжести крыши и ихъ стянули желѣзными шестами, которые снабжены были большими гайками; но никакой силой нельзя было навинтить гайки и такимъ-образомъ привести стѣны въ прежнее ихъ положеніе; тогда Мольердъ приказалъ нагрѣть желѣзные шесты лампами и, когда они отъ того удлинятся, плотнѣе привинтить гайки; при охлажденіи шесты укоротились, и стѣны снова приблизились одна къ другой, приходя въ отвѣсное положеніе. Когда большой куполь церкви Петра въ Римѣ растрескался и угрожалъ паденіемъ, то его стянули пятью раскаленными желѣзными обручами, при охлажденіи которыхъ трещины исчезли; впослѣдствіи же, когда одинъ изъ обручей треснулъ во время подземнаго удара, то къ нимъ прибавили еще шестой. Этими фактами доказывается для твердыхъ тѣлъ слѣдующій

Законъ: отъ теплоты тѣла расширяются, при охлажденіи же сжимаются.

Явленія неравномѣрнаго расширенія.

Если части какого-нибудь тѣла, или прикасающіяся между собою тѣла неравномѣрно расширяются, то болѣею частію при этомъ происходятъ неблагопріят-

ныя явленія. Если стаканъ поставить на горячую печь или на дно его налить горячей воды, то онъ легко можетъ лопнуть вълѣдствіе неравномѣрнаго расширенія, которое происходитъ быстрѣе и сильнѣе на днѣ, чѣмъ въ менѣе нагрѣтыхъ стѣнкахъ, и вълѣдствіе хрупкости стекла, которая не позволяетъ сгибаться. Слишкомъ быстрое сообщеніе теплоты отъ печи къ дну стакана легко можетъ быть замедлено подложенною подъ него бумагою. Дерево, бумага и картонъ коробятся, если они съ одной стороны болѣе нагрѣты и потому болѣе расширяются, чѣмъ съ другой. Глина въ печныхъ снахъ отдѣляется отъ изразцовъ, если они расширяются сильнѣе глины; при быстромъ нагрѣваніи или охлажденіи, глазурь посуды лопается и отпадаетъ; желѣзныя скобки, плотно примыкающія къ зданію при сильномъ зимнемъ холодѣ, отстаютъ въ болѣе теплое время.

349. Расширеніе капельножидкихъ тѣлъ отъ теплоты.

Расширеніе капельножидкихъ тѣлъ.

Опытъ. Чтобы ясно видѣть расширеніе какой-либо жидкости отъ теплоты, въ стеклянку (или достаточно широкую пробирку) вставляютъ пробку, предварительно слегка расколоченную деревяннымъ молоткомъ; въ срединѣ пробки дѣлается круглое отверстіе, въ которое плотно вгоняется узкая стеклянная трубочка, лучше всего волосная, такъ, чтобы она лишь немного выдавалась снизу изъ пробки. Затѣмъ стеклянка наполняется водою на столько, чтобы при плотно вложенной пробкѣ

фиг. 369.



она покрывала часть трубки; высота воды опредѣляется посредствомъ навощенной нитки, обернутой вокругъ трубочки. Стклянка держится отвѣсно въ одной рукѣ, а другою подъ дномъ ея двигается спиртовая лампа, такъ, чтобы стклянка нагрѣвалась постепенно, и только черезъ нѣсколько минутъ подъ нее ставится лампа. Нагрѣтая вода начнетъ подниматься въ трубочкѣ; она займетъ при этомъ большее пространство, нежели прежде, ибо расширится отъ теплоты; тѣмъ болѣе вода нагрѣта, тѣмъ сильнѣе будетъ ея расширеніе.

Въ каждой кухнѣ легко можно замѣтить, что вода, молоко и другія жидкости, наполняющія сосудъ до краевъ, при достаточномъ нагрѣваніи льются черезъ край или, какъ говорятъ обыкновенно, уходятъ; если же своевременно снять сосудъ съ огня, то охлаждающаяся жидкость понижается и занимаетъ меньшее пространство. 25 ведеръ спирта, купленные во время суровой зимы, расширяются при лѣтнемъ зноѣ до того, что оказывается около ведра лишнѣе.

Расширеніе
воздуха.

350. Расширеніе газообразныхъ тѣлъ отъ теплоты.

Опытъ а. Пробирная трубочка, или лучше, трубочка съ выдутымъ шарикомъ на концѣ, опускается открытымъ концомъ въ стаканъ съ водою, и удерживается за нижнюю часть въ наклонномъ положеніи; закрытый конецъ цилиндра, или шарикъ, нагрѣвается посредствомъ спиртовой лампы. Содержащійся въ немъ воздухъ при этомъ расширяется, и, не находя болѣе мѣста въ сосудѣ, съ замѣтнымъ шумомъ (въ видѣ пузырьковъ) выходитъ чрезъ воду. Оставшійся же теплый воздухъ наполняетъ всю трубку. При удаленіи лампы, масса воздуха, охлаждаясь, снова сжимается, и вода отъ дав-

Фиг. 370.



ления атмосфернаго воздуха, поднимается въ трубчкѣ выше чѣмъ прежде, потому-что въ ней находится тогда менѣе воздуха, нежели при началѣ опыта. Этотъ опытъ происходитъ еще явственнѣе, если цилиндръ заткнуть проколотою пробкой, изъ которой выдается стеклянная трубчка въ нѣсколько дюймовъ длины; трубка эта опускается въ воду и тогда можно будетъ нагрѣвать всю реторту.

Опытъ в. Черезъ пробку реторты или другаго какого-нибудь сосуда съ тонкими стѣнками, проводится узкая трубчка; она должна входить очень Фиг. 371. плотно и имѣть такую длину, чтобы могла доходить почти до самаго дна сосуда. Еще прежде въ него паливается немного воды, которая, по § 85, будетъ стоять въ волосной трубчкѣ выше поверхности окружающей ее жидкости. Если верхнюю часть сосуда, содержащую въ себѣ воздухъ, обхватить теплой рукой, то воздухъ расширится, займетъ большее пространство и вытѣснитъ часть воды, вслѣдствіе чего она поднимается въ трубчкѣ. Если пробка закрываетъ



сосудъ непроницаемо для воздуха, то снарядъ этотъ бываетъ до того чувствителенъ, что жидкость повышается въ немъ уже отъ прикосновенія къ сосуду двумя пальцами и выливается изъ трубочки, если на сосудъ попадаютъ солнечные лучи.

Опытъ с. Пузырь, заключающій небольшое количество воздуха, крѣпко завязывается и кладется на горячую печь, или держится надъ горящими угольями; тогда отъ расширенія нагрѣваемого воздуха онъ раздается такъ, какъ-будто бы его надували.

Точно такъ же и углекислота расширяется въ пивныхъ бутылкахъ и выбиваетъ изъ нихъ пробки, въ теплой комнатѣ. Если совершенно сухое дерево положить на огонь, то содержащійся внутри его воздухъ, расширяется, съ трескомъ разрываетъ его и разбрасываетъ оторванныя частички.

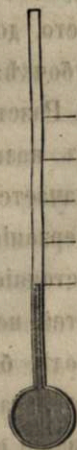
Поэтому для всѣхъ тѣлъ безъ различія существуетъ общій

Общій законъ
расширенія
тѣлъ отъ
теплоты.
Устройство
термометра.

Законъ: отъ теплоты всѣ тѣла расширяются; при охлажденіи же сжимаются.

351. Термометръ Реомюра. На расширеніи тѣлъ отъ теплоты основывается устройство термометра или термомѣра. Такъ-какъ отъ бѣльшаго нагрѣванія зависитъ болѣе значительное расширеніе, то по степени наблюдаемаго нами расширенія можно судить о степени теплоты, т.-е. по дѣйствию заключать о причинѣ. Если нѣкоторое количество ртути сильно расширяется отъ дѣйствія теплоты воздуха, то онъ долженъ имѣть высокую степень температуры, потому-что расширеніе это можетъ произойти только отъ сильнаго нагрѣванія.

Термометръ состоитъ изъ трехъ частей: трубочки, ртути и градуснаго дѣленія, или шкалы. Трубочка термометра бываетъ обыкновенно очень узка, имѣетъ по всей длинѣ одинаковую ширину и оканчивается внизу полнымъ шарикомъ. Ртуть можно налить въ шарикъ только чрезъ трубочку, верхній конецъ которой впослѣдствіи запаивается. Шарикъ термометра нагревается на спиртовой лампѣ, какъ въ опытѣ *a* предыдущаго §, и отверстіе трубочки опускается въ ртуть; часть расширившагося воздуха выходитъ изъ нея, и мѣсто его, при охлажденіи шарика, занимаетъ ртуть. Но какъ въ шарикѣ все-еще остается воздухъ, то для удаленія его, шарикъ нагревается до-тѣхъ-поръ, пока ртуть не начнетъ кипѣть, и парами своими не наполнитъ всей трубочки; затѣмъ она снова опускается въ ртуть. Наконецъ шарикъ нагревается въ третій разъ до-тѣхъ-поръ, пока расширяющаяся ртуть не наполнитъ всей трубки, и не станетъ изъ нея выливаться; въ это самое время запаивается отверстіе. Слѣдовательно, трубочка термометра будетъ закрыта со всѣхъ сторонъ и недоступна для атмосфернаго воздуха; она не содержитъ воздуха и заключаетъ одну только ртуть, по расширенію которой и измѣряется температура. Ртуть въ этомъ отношеніи потому предпочитается всѣмъ прочимъ жидкостямъ, что она весьма чувствительна къ увеличенію или уменьшенію теплоты, совершенно равномерно расширяется и при обыкновенныхъ температурахъ не кипитъ и не замерзаетъ.



Для измѣренія расширенія ртути, подлѣ трубочки термометра помѣщается градусное дѣленіе или шкала; а чтобы показанія термометра находились въ согласіи между собою, при приготовленіи ея производится слѣдующій опытъ. Шарикъ термометра и трубочка до поверхности ртути опускаются сначала въ размельченный тающій ледъ; точка, до которой понижается ртуть, замѣчается на трубочкѣ посредствомъ алмаза. Определенная такимъ-образомъ точка, называется точкою замерзанія. Затѣмъ снарядъ погружается въ кипящую воду, или еще лучше — помѣщается надъ парами, и то мѣсто, до котораго поднялась ртуть, отмѣчается на трубочкѣ; эта вторая точка, называется точкою кипѣнія. Разстояніе между обѣими определенными точками, такъ называемое основное разстояніе, измѣряется и означается на бумагѣ, деревѣ или стеклѣ. При точкѣ замерзанія отмѣчается цифра 0, при точкѣ кипѣнія—80; разстояніе между обѣими раздѣляется на 80 равныхъ частей, называемыхъ градусами. Такъ-какъ ртуть при холодѣ, болѣе того, который соотвѣтствуетъ таенію льда, сжимается еще болѣе, то ниже точки замерзанія отмѣчаются еще нѣсколько такой же величины градусовъ, и потомъ шкала придѣлывается къ трубочкѣ термометра. Всѣ приготовленные такимъ-образомъ термометры вполнѣ согласуются между собою, и при одинаковой температурѣ показываютъ одинаковое число градусовъ, хотя бы длина ихъ была не одинакова на различныхъ термометрахъ. Градусы, находящіеся выше точки замерзанія, обыкновенно называютъ градусами тепла, и означаются знакомъ +; градусы же отмѣченные ниже точки замерзанія, назы-

ваются, напротивъ, градусами холода, и обозначаютъ знакомъ —. Для отличія градусовъ Реомюра термометра, наиболѣе употребительнаго въ Россіи, къ нимъ прибавляется буква *R*. Поэтому $+ 3^{\circ} R$ означаетъ 3 градуса тепла, по термометру Реомюра; $- 3^{\circ} R$ означаетъ 3 градуса холода по Реомюру.

352. Употребленіе термометра.

Употребленіе
термометра.

Опытъ а. Если къ шарiku термометра приложить сухую теплую руку, то ртуть принимаетъ тотчасъ температуру ея, и повышается сначала быстро, потомъ медленнѣе, пока не остановится на $+ 29$ градусовъ *R*. Это и есть теплота человеческой крови.

Теплота
крови.

Опытъ б. Въ отопленной комнатѣ вѣшается термометръ на нѣкоторомъ разстояніи отъ печки и отъ окна; онъ принимаетъ температуру комнатнаго воздуха, которая обыкновенно доходитъ до $12—16$ градусовъ тепла, особенно если въ комнатѣ есть больные.

Комнатная
теплота.

Опытъ с. Опытъ показываетъ, что чувства наши значительно могутъ погрѣшать при обсуживаніи степени тепла; воздухъ въ погребѣ лѣтомъ кажется намъ холоднымъ, а зимою теплымъ. Если же съ помощью термометра точнѣе опредѣлимъ температуру хорошо устроеннаго погреба, зимою и лѣтомъ, то она оказывается въ оба эти времени года почти одинаковою.

Температура
погреба.

Для наблюденія температуры наружнаго воздуха, термометръ вѣшается на наружной сторонѣ дома и при томъ въ тѣни.

Атмосферная
теплота.

Опытъ е. Для опредѣленія температуры воды, напр. свѣжей колодезной воды, въ нее погружается шарикъ термометра. Удобнѣе всего для этого термометръ, вставленный въ стеклянную трубку, внутри которой

Замерзаніе и
кипѣніе воды.

находится шкала. Вода замерзаетъ при 0 градусо́въ; кипитъ при 80 градусо́въ *R*.

Термометръ вполне необходимъ при наблюденіи атмосферной теплоты; съ нимъ естествоиспытатель отправляется на вершины горъ, онъ же употребляется воздухоплавателями, при поднятіяхъ на значительныя высоты. Садовникъ, при помощи термометра, регулируетъ температуру оранжерей; врачъ температуру ванны и комнаты больного, пивоваръ температуру высушиваемаго солода.

Историческія
свѣдѣнія о
термометрѣ.

353. Историческія свѣдѣнія о термометрѣ. Открытіе термометра приписывается голландцу Корнелию Дреббелю, воспитателю сыновей германскаго императора

фиг. 373.

Фердинанда II, врачу и естествоиспытателю, весьма уважаемому при дворахъ Англіи и Германіи. Его тепломѣръ, открытый вскорѣ послѣ 1600 года, былъ не ртутный, но воздушный термометръ. Дреббель бралъ стеклянную трубку, оканчивающуюся вверху довольно большимъ шарикомъ, разрѣжалъ, посредствомъ нагрѣванія, содержащейся въ ней воздухъ и вставлялъ нижній открытый конецъ трубки въ сосудъ съ окрашеною жидкостью. При охлажденіи прибора, вслѣдствіе давленія атмосфернаго воздуха, жидкость поднималась почти до середины трубки. Если тогда на шарикъ падали солнечныя лучи, или наблюдатель прикасался къ нему рукою, то воздухъ расширился и давилъ воду внизъ; если же, напротивъ, температура воздуха въ шарикѣ уменьшалась, то воздухъ занималъ меньшее пространство и вода снова поднималась въ трубкѣ. Этимъ средствомъ преимущественно пользовались врачи, чтобы точнѣе судить о жарѣ больного; но это имѣло уже то



неудобство, что повышеніе или пониженіе воды вмѣстѣ съ тѣмъ зависѣло отъ давленія атмосфернаго воздуха, и слѣдовательно могло случиться, что теплота уменьшалась, а уровень воды не понижался, потому-что въ то же время увеличивалось атмосферное давленіе.

Для избѣжанія этого неудобства, члены флорентійской академіи устроили термометръ, закрытый со всѣхъ сторонъ. Они брали стеклянную трубку, съ шарикомъ внизу, наполняли ее краснымъ виннымъ спиртомъ, выгоняли, разгорячая ее, весь воздухъ и потомъ запаивали трубочку. Въ флорентійскомъ термометрѣ, по вышнему своему виду послужившемъ основной формой нашего термометра, отъ теплоты расширялся только винный спиртъ; шкалы этихъ термометровъ приготовлялись такимъ-образомъ, чтобы показанія ихъ были согласны съ показаніями одного нормальнаго термометра; его вмѣстѣ съ другими подвергали дѣйствию одной и той же температуры, и потомъ на термометрахъ обозначали тѣ же градусы, которые давалъ нормальный термометръ.

Флорентій-
скій термо-
метръ.

Но какъ расширеніе виннаго спирта не совершенно правильно, и такъ какъ онъ кипитъ ранше воды, а потому могъ употребляться только при болѣе низкихъ температурахъ, то Фаренгейтъ, данцигскій механикъ, наполнялъ термометръ ртутью. Вмѣстѣ съ тѣмъ онъ ввелъ въ употребленіе постоянныя точки термометра; но исходнымъ пунктомъ своего градуснаго дѣленія онъ принималъ температуру низ-

Ртутный
термометръ
Фаренгейта.

Фиг. 374.



шую температуры тающего льда. Онъ производилъ среднюю температуру зимы 1709 года посредствомъ искусственнаго смѣшенія снѣга и наштаыря, принималъ эту искусственную точку замерзанія за самую низкую изъ обыкновенныхъ температуръ, и обозначилъ ее нулемъ. Съ этой точки до точки кипѣнія воды онъ считалъ 212 градусовъ, такъ что вода поѣтому кипитъ при 212 градусахъ Фаренгейта. Вскорѣ онъ замѣтилъ, что и таянiе льда постоянно происходитъ при одной и той же температурѣ, при 32 градусахъ его термометра. Впредь онъ погружалъ свои термометры въ тающій ледъ и кипящую воду, но удержалъ свою прежнюю шкалу, на которой при естественной точкѣ замерзанія означалось 32 градуса.

Реомюръ.

Улучшенiе Реомюра было рѣшительно шагомъ назадъ, когда онъ для наполненiя термометра сталъ употреблять винный спиртъ смѣшанный съ водою. Такъ какъ 1000 частей этой смѣси отъ точки замерзанiя до точки кипѣнiя расширялись такимъ-образомъ, что занимали пространство 1080 частей, то основное разстоянiе Реомюра раздѣлилъ на 80 градусовъ и точку замерзанiя обозначилъ нулемъ. Эта шкала, основанная на расширенiи виннаго спирта, удержалась у насъ, хотя впоследствии и перестали наполнять термометръ виннымъ спиртомъ, и обратились снова къ ртути. Очевидно, число градусовъ между точкою замерзанiя и точкою кипѣнiя довольно произвольно; кромѣ дѣленiя Фаренгейта на $212 - 32 = 180$ и Реомюра на 80 градусовъ, есть еще гораздо болѣе распространенное десятичное дѣленiе на 100 градусовъ, принадлежащее шведскому естествоиспытателю Цельзiю. Для взаим-

Цельзiй.

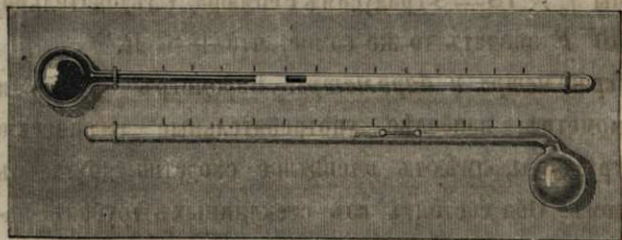
наго сравненія этихъ трехъ шкалъ надо помнить, что $80^{\circ} R. = 100^{\circ} C. = 180^{\circ} F.$, слѣдовательно, 4 градуса Реомюра равны 5 градусамъ Цельзія или 9 градусамъ Фаренгейта. Если надобно градусы Фаренгейта перевести на другіе, то сперва должно привести ихъ къ естественной точкѣ замерзанія; для этого отъ градусовъ тепла должно отнять 32, а къ градусамъ холода прибавить 32, потому-что Фаренгейтъ при естественной точкѣ замерзанія считаетъ 32 градуса тепла. Если дано « $+ 50^{\circ} F.$ », то изъ нихъ 32 градуса Фаренгейта лежатъ ниже естественной точки замерзанія, и слѣдовательно выше ея находится только $50 - 32 = 18^{\circ} F.$ Такъ какъ 9 градусовъ Фаренгейта равны 4 градусамъ Реомюра, а 1 градусъ Фаренгейта соотвѣтствуетъ $\frac{4}{9}$ градуса Реомюра, то 18 градусовъ Фаренгейта равны $\frac{4}{9} \times 18 = 8$ градусамъ Реомюра. Слѣдовательно, $+ 50^{\circ} F$ значить то же самое, что $+ 8^{\circ} R.$

Термометръ и барометръ. Барометръ (§ 15) и термометръ, наиболѣе употребительные физическіе инструменты, имѣютъ очевидное сходство другъ съ другомъ. Оба состоятъ изъ стеклянныхъ трубокъ, наполненныхъ жидкостью, надъ которою не содержится воздуха и оба снабжены шкалами. Существенное же различіе ихъ состоитъ въ слѣдующемъ: 1) Термометръ употребляется для измѣренія степени *теплоты*, которая производитъ расширеніе ртути; барометръ служитъ для измѣренія *давленія* воздуха. 2) Барометръ *внизу* долженъ быть *открытъ* для того, чтобы атмосферный воздухъ могъ производить давленіе на ртуть; термометръ напротивъ, долженъ быть *закрытъ со всѣхъ сторонъ* для избѣжанія воздушнаго давленія. 3) Дѣленіе или шкала

барометра представляет дюймы и линии. Шкала же термометра дѣлится на градусы, длина которыхъ соответствуетъ величинѣ основнаго разстоянія (§ 351) и потому въ различныхъ термометрахъ бываетъ различна. 4) Наконецъ, барометръ имѣетъ вполнѣ *опредѣленную длину*, потому-что высота ртутнаго столба содержитъ опредѣленное число дюймовъ; термометры же имѣютъ *неодинаковую* длину, потому-что длина основнаго разстоянія будетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ больше шарикъ и чѣмъ уже трубка.

Maxim- и minim-термометры. При наблюденіяхъ температуры наружнаго воздуха часто бываетъ важно знать самую высокую температуру, которой достигаетъ воздухъ во время дня и самую низкую, до

Фиг. 375, б.



которой понижается температура его втеченіи ночи, не слѣдя при этомъ постоянно за термометромъ. Такіе термометры, которые сами собою показываютъ наибольшую и наименьшую температуру втеченіи сутокъ, называются *maxim- и minim-термометрами*. Представленный на фиг. 375 б вверху *maxim-термометръ*, употребляемый для опредѣленія наибольшей температуры, имѣетъ въ своемъ безвоздушномъ пространствѣ, вправо отъ ртути, желѣзную палочку *k*; рас-

ширяясь, ртуть двигаетъ ее передъ собою, но опускаясь не увлекаетъ назадъ; желѣзная палочка поэтому показываетъ наибольшую температуру, которой достигалъ окружающій воздухъ. Minimum-термометръ наполняется виннымъ спиртомъ и содержитъ внутри жидкости стеклянную трубочку II; устройство его основывается на томъ, что (§ 75) сѣвление капельной жидкости бываетъ сильнѣе на ея поверхности, нежели внутри. При пониженіи температуры, винный спиртъ сжимается и влечетъ за собою стеклянную трубочку; послѣдняя и остается на этомъ мѣстѣ, потому что при расширеніи своемъ винный спиртъ не можетъ подвинуть стеклянной трубочки, такъ какъ связь внутреннихъ его частицъ слишкомъ слаба. Передъ употребленіемъ оба термометра на одно мгновеніе приводятся въ отвѣсное положеніе; при употребленіи же они находятся въ горизонтальномъ положеніи.

354. Расширеніе воды отъ холода, важное для нашего климата. Вода составляетъ исключеніе изъ того общаго закона, что тѣла расширяются отъ теплоты и при охлажденіи сжимаются.

Расширеніе
отъ холода.

Опытъ а. Стлянка, наполненная до верху водою и снабженная узкою стеклянною трубочкою, какъ въ опытѣ 349, ставится въ сосудъ съ тающимъ снѣгомъ. Сначала вода въ трубочкѣ понижается, при начинающемъ охлажденіи, вполнѣ слѣдуя общему закону; за понижающеюся поверхностью воды подвигаютъ и нить,



Фиг. 376.

которая обхватывает трубку, и такимъ-образомъ замѣчается самое низкое положеніе уровня. При дальнѣйшемъ же охлажденіи, вода начинаетъ снова подниматься, расширяясь мало-по-малу. Равнымъ-образомъ, расширение происходитъ и тогда, когда при самомъ низкомъ положеніи воды, вынимаютъ сосудъ изъ смѣга теплою рукою; слѣдовательно, вода имѣетъ опредѣленную температуру, при которой занимаетъ наименьшее пространство, а потому имѣетъ наибольшій вѣсъ и тогда она расширяется, какъ отъ охлажденія, такъ и отъ нагрѣванія. Для опредѣленія этой температуры, при производствѣ опыта, вставляютъ черезъ другое отверстіе пробки термометръ. Вода при *трехъ градусахъ тепла* имѣетъ наибольшую плотность, а слѣдовательно и наибольшій вѣсъ.

Расширеніе
при замерзаніи.

Опытъ в. Стлянка наполняется водою, осторожно закупоривается и ставится ночью, въ зимнее время, на холодъ. Сосудъ утромъ находятъ лопнувшимъ, и ледъ образовавшійся изъ воды, оказывается большаго объема, нежели самый сосудъ. Вслѣдствіе расширенія воды при замерзаніи, стеклянные и фарфоровые сосуды, даже несовершенно наполненные водою, лопаются ночью въ весьма холодныхъ кухняхъ. Даже чугунныя бомбы, наполненные водою, разрываются при замерзаніи ея; скалы, въ трещинахъ которыхъ образуется ледъ, распадаются; уличная мостовая, если подъ нею находится вода, приподнимается отъ мороза; деревья трескаются, если сокъ ихъ замерзаетъ въ очень суровыя зимы, и твердая глинистая почва при замерзаніи разрыхляется отъ расширенія содержащейся въ

ней воды. По причинѣ этого расширенія, ледъ бываетъ легче воды и плаваетъ на ней.

Знаніе этого исключенія изъ общаго закона расширенія, заставляетъ насъ обратить вниманіе на ту глубокую мудрость, съ какою распределены во вселенной не только самые законы, но и исключенія изъ этихъ законовъ. Наши воды въ началѣ зимы замерзаютъ преимущественно на поверхности, приходящей въ соприкосновеніе съ холоднымъ токомъ воздуха. Въ стоячихъ водахъ, прудахъ и озерахъ, верхній охлажденный и сдѣлавшійся болѣе тяжелымъ слой воды опускается въ такомъ случаѣ ко дну. Болѣе теплая вода, поднимается на его мѣсто, охлаждается въ свою очередь и опускается внизъ. Это повышеніе и пониженіе воды продолжалось бы далѣе—и—далѣе, еслибы вода отъ холода постепенно становилась плотнѣе и тяжелѣе, и нѣсколькихъ холодныхъ дней достаточно было бы для того, чтобы превратить въ ледъ наши воды до самаго ихъ дна. Моря и озера замерзли бы въ одну зиму въ сплошной ледъ, и даже самый сильный солнечный жаръ не былъ бы въ состояніи растопить огромныя массы льда. Умѣренные поясы, по своему суровому климату, оставались бы едва населенными, и вся жизнь сосредоточилась бы на узкомъ поясѣ земли, по обѣ стороны экватора. Но въ дѣйствительности сжатіе воды, а потому и повышеніе и пониженіе ея прекращается, когда температура ея понижается до трехъ градусовъ тепла *R*. При трехъ градусахъ тепла, вода имѣетъ наибольшую плотность; верхній слой ея отъ дальнѣйшаго охлажденія становится легче, плаваетъ на верху, и превращается наконецъ въ ледъ. Слой же льда препят-

Важность
этого исклю-
ченія.

ствуешь холоду проникнуть въ лежащiе подъ нимъ слои воды.

Иначе происходитъ образованiе льда въ проточныхъ водахъ. Въ рѣкахъ, при достаточно быстромъ теченiи, слои воды постоянно смѣшиваются другъ съ другомъ, и вся масса воды охлаждается до точки замерзанiя. Образованiе льда, всегда начинающееся близъ твердыхъ предметовъ, сначала замѣчается у береговъ, скалъ, близъ свай и на днѣ рѣки, гдѣ теченiе бываетъ слабѣе. Пласты льда, образовавшiеся на днѣ, по причинѣ меньшаго относительнаго вѣса, приподнимаются водою болѣе и болѣе, наконецъ разламываются и достигаютъ поверхности. Промежутки между льдинами на поверхности замерзаютъ, и образуется ледяная поверхность, препятствующая дальнѣйшему распространению холода въ глубину.

II. Теченiя въ водѣ и въ воздухѣ.

Кругообразное движениe воды.

355. Кругообразное движениe воды и отопленiе водою.

Опытъ. Берется довольно большая стеклянка съ водою, въ нее насыпаются деревянныя опилки, и затѣмъ стеклянка нагрѣвается на спиртовой лампѣ. При этомъ замѣчается движениe опилокъ, которыя вмѣстѣ съ водою поднимаются прямо надъ лампою и опускаются по сторонамъ ко дну. Частицы жидкости, нагрѣвшись и сдѣлавшись легче, устрѣмляются вверхъ; болѣе же холодныя и тяжелѣйшiя опускаются внизъ, отчего и происходитъ кругообразное движениe жидкости, способ-

ствующее нагрѣванію всей массы воды, если подъ нею находится огонь.

Если же нагрѣвать узкую стеклянную трубочку, наполненную водой, то замѣтимъ, что вода у одной стѣнки поднимается, а у другой понижается.

Такое кругообразное движеніе воды примѣнено къ отопляванію домовъ теплою водою, особенно распространенному въ Англіи. Въ нижнемъ этажѣ зданія устроивается со всѣхъ



Отапливаніе
водою.

сторонъ закрытый котель, въ которомъ нагрѣвается вода. Широкая трубка идетъ изъ верхней части его въ верхній этажъ, откуда направляется внизъ, и снова соединяется съ котломъ въ нижней части. Эта трубка и служитъ для отопленія комнатъ, она проводится по разнымъ направленіямъ, и расширяется въ сосуды, имѣющіе видъ цилиндровъ или вазъ. Наполненіе водою всѣхъ трубокъ и сосудовъ производится черезъ верхнее отверстіе главной трубки. Лишь-только вода нагрѣется въ котлѣ, она начнетъ поднимать ся по главной трубкѣ; между-тѣмъ какъ изъ другихъ трубокъ, идущихъ къ нижней части котла, въ него притекаетъ болѣе холодная вода; изъ главной трубки нагрѣтая жидкость идетъ также по боковымъ трубкамъ, и отопляетъ пересѣкаемыя ими комнаты.

356. Восхожденіе нагрѣтаго воздуха.

Опытъ а. Узкая пластинка сусального золота, въ

Восхожденіе
нагрѣтаго
воздуха.

два дюйма длиною, приклеивается однимъ концомъ къ полоскѣ писчей бумаги и держится надъ пламенемъ зажженной свѣчи, такъ, чтобы пластинка висѣла надъ нимъ на разстояніи ладони. Свободный конецъ ея быстро взлетаетъ тогда кверху, слѣдуя за движеніемъ воздуха, который, сдѣлавшись легче отъ нагрѣванія, выходитъ надъ пламенемъ. То же самое бываетъ, если зимою пластинку сусальнаго золота держать близъ верхней части печи.

Опытъ 6. Изъ тонкой почтовой бумаги вырѣзывается кружокъ величиною въ серебряный рубль, и разрѣзывается въ видѣ спирали. Если держать



эту спиральную полоску за оставленный въ срединѣ небольшой кружокъ, то она свѣшивается внизъ, извиваясь въ видѣ змѣйки; если станемъ держать ее въ такомъ положеніи надъ пламенемъ свѣчи или вблизи затопленной печи, то замѣтимъ, что устремляющійся кверху теплый воздухъ приподнимаетъ нижній конецъ змѣйки. По тяжести своей она снова опускается, потомъ поднимается, и какъ-бы пляшетъ надъ огнемъ. То же самое можно замѣтить, укрѣпивъ змѣйку головкой на вязальной спицѣ, которая вставляется въ досечку или въ пробку. Если же змѣйку повѣсить головкою на верхній конецъ, то восходящій токъ воздуха приводитъ ее въ вращательное движеніе, точно такъ, какъ крылья вѣтреной мельницы приводятся въ вращательное движеніе вѣтромъ.

Когда солнечные лучи падаютъ въ только что выметенную комнату, наполненную еще пылью, то замѣчается, что частицы воздуха, нагрѣтыя солнечными

лучами, поднимаются вверхъ вмѣстѣ съ пылью; во всякой отопленной комнатѣ, болѣе теплый воздухъ находится сверху, что вѣроятно каждому приходилось замѣтить; въ верхней галлерей театра бываетъ невыносимо жарко. Воздушные шары, такъ-называемые монгольфьеры, поднимаются оттого, что содержащийся въ нихъ воздухъ нагревается поддерживаемымъ подъ шаромъ огнемъ, вслѣдствіе чего онъ дѣлается легче (§ 239 и слѣд.).

357. Теченія воздуха и отопливаніе имъ.

Тяга воздуха.

Опытъ а. Зажигается небольшой огарокъ свѣчи и надъ нимъ ставится ламповое стекло на двухъ деревянныхъ брусочкахъ, для того, чтобы

фиг. 379.

доставить свободный доступъ воздуху. Если тогда станемъ наблюдать теченіе воздуха вблизи стекла, по движенію листочковъ сусального золота, или дыма тлѣющаго фитиля, то замѣтимъ, что воздухъ устремляется снизу подъ стекло.



Нагрѣтый воздухъ, наполняющій стекло, образуетъ воздушный столбъ тѣмъ меньшаго вѣса, чѣмъ болѣе онъ нагрѣтъ и расширенъ. Но стекло окружено также столбомъ воздуха, который имѣетъ болѣе вѣсъ при нисшей своей температурѣ, хотя и одинаковъ съ нимъ по высотѣ. Этотъ наружный столбъ воздуха давитъ на болѣе легкій воздухъ, находящійся внутри стекла, и гонитъ его вверхъ. Чѣмъ выше стекло, тѣмъ выше и внѣшній столбъ воздуха, отъ перевѣса котораго зависитъ тяга;

слѣдовательно, тѣмъ сильнѣе будетъ притокъ свѣжаго воздуха, а потому и свѣтъ лампы.

Дымовыя
трубы.

Точно такъ же совершается теченіе воздуха въ дымовыхъ трубахъ. На фабрикахъ, гдѣ необходимъ большой огонь, требующій сильной тяги, устраиваются весьма высокія трубы, потому-что дѣйствующій виѣшній столбъ воздуха будетъ отъ этого выше, а слѣдовательно и перевѣсъ его значительнѣе; но при слишкомъ большой высотѣ, столбъ воздуха слишкомъ недостаточно нагрѣвается вверху. Печныя трубы старинныхъ зданій слишкомъ широки и не производятъ достаточной тяги, такъ-какъ большее количество содержамаго въ нихъ воздуха слабо нагрѣвается и температура его немного выше температуры виѣшняго воздуха. Если же, напротивъ, печная труба слишкомъ узка, то проходящая черезъ нее масса воздуха бываетъ недостаточна для поддержанія горѣнія.

Теченіе
воздуха въ
комнатѣ.

Опытъ в. Если зимою открыть двери топленой комнаты, то у ногъ чувствуется холодный токъ воздуха,

фиг. 380.



устремляющагося по полу снаружи. Пламя зажженной свѣчи (или пластинка сусального золота), поставленной на полу, у открытой двери, ведущей изъ теплой комнаты въ холодную, уклоняется токомъ холоднаго воздуха внутрь теплой комнаты. Если же держать свѣчу у открытой двери вверху, то пламя уклонится

наружу и тѣмъ покажетъ, что теплый комнатный воздухъ течетъ изъ комнаты близъ потолка. Холодный воздухъ, имѣя перевѣсъ въ тяжести, вступаетъ снизу въ нагрѣтое пространство, распространяется къ противоположащей стѣнѣ и давитъ снизу на теплый комнатный воздухъ, который поднимается вверхъ и вдоль потолка вытекаетъ изъ комнаты.

Такимъ теченіемъ воздуха пользуются для отопленія большихъ казенныхъ зданій. Въ подвальномъ большомъ этажѣ устроивается камера съ двойными стѣнами, въ которой воздухъ сильно нагрѣвается посредствомъ печки. Въ то время какъ устроенныя надъ поломъ камеры, отверстія проводятъ въ нее свѣжіи, холодный воздухъ, нагрѣтый поднимается изъ нее въ верхніе этажи зданія, по отвѣснымъ тепловоднымъ трубамъ. Эти трубы надъ поломъ нагрѣваемой комнаты имѣютъ открытыя боковыя трубки съ задвижками; изъ нихъ, по усмотрѣнію, можно впускать въ комнату теплый воздухъ. Такъ-какъ сильно нагрѣтый воздухъ становится чрезвычайно сухимъ и вреднымъ для здоровья, то это неудобство отчасти стараются устранить тѣмъ, что въ камеру ставятся сосуды съ водою.

Отопленіе
воздухомъ.

358. Происхожденіе вѣтровъ. Подобно тому, какъ происходитъ теченіе воздуха, называемое нами тягою, такъ точно происходятъ и болѣе обширныя теченія воздуха, которыя мы называемъ вѣтрами. Соприкасаясь съ теплою почвою, воздухъ нагрѣвается и поднимается вверхъ; на его мѣсто устремляется по поверхности земли болѣе холодный воздухъ. Итакъ, вѣтры происходятъ отъ неравномѣрнаго нагрѣванія земной поверхности.

Происхожде-
ніе вѣтровъ.

Береговые
вѣтры.

Весьма правильно обнаруживается это въ береговыхъ вѣтрахъ, дующихъ почти на всѣхъ прибрежьяхъ жаркаго пояса, на сѣверномъ берегу Средиземнаго моря и на прибрежьяхъ Англіи. Нѣсколько часовъ по восходѣ солнца, съ моря поднимается сначала слабый вѣтерокъ, онъ усиливается по мѣрѣ возвышенія солнца надъ горизонтомъ, и около двухъ часовъ по полудни достигаетъ наибольшей силы. Материкъ быстрѣе нагревается отъ солнечныхъ лучей, воздухъ надъ нимъ поднимается, и болѣе холодный морской воздухъ устремляется къ берегу: отъ этого происходитъ болѣе или менѣе сильный вѣтеръ. Наконецъ онъ мало-по-малу ослабѣваетъ и по захожденіи солнца наступаетъ безвѣтріе; слои воздуха надъ землею и моремъ имѣютъ тогда одинаковую температуру. Но материкъ какъ нагревается, такъ точно и охлаждается скорѣе нежели масса воды, а потому къ полуночи теченіе воздуха направляется съ берега къ болѣе теплomu морю; береговой вѣтеръ усиливается втеченіи ночи и утихаетъ тотчасъ по восхожденіи солнца.

Пассатные
вѣтры.

359. Атмосферныя теченія. Вся земная атмосфера находится въ постоянномъ движеніи, которое проявляется въ пассатныхъ, т.-е. правильныхъ вѣтрахъ и въ перемѣнчивыхъ вѣтрахъ нашихъ странъ. Подъ экваторомъ

Фиг. 381.

лежитъ страна безвѣтрія, въ которой зарождаются вѣтры, дующіе на всемъ земномъ шарѣ. Отвѣсно падающіе лучи солнца нагреваютъ тамъ воздухъ такъ сильно, что онъ постоянно поднимается, образуя вертикально



выходящій токъ. На его мѣсто, съ сѣвера и юга, устремляется по поверхности земли болѣе холодный воздухъ. Теченія воздуха, направляющіяся въ сѣверномъ полушаріи отъ сѣвернаго полюса, а въ южномъ отъ южнаго полюса, составляютъ главный вѣтеръ на землѣ. Однако онъ не остается сѣвернымъ или южнымъ, но пересѣкаетъ жаркій поясъ въ иномъ направленіи. При обращеніи земли около оси, масса воздуха, лежащаго на полюсѣ, вращается только около самой себя, тогда

Фиг. 382.



какъ каждая точка экватора въ одинъ часъ проходитъ путь болѣе чѣмъ въ двѣсти миль. Въ то время, какъ воздухъ движется отъ полюса къ экватору, земля какъ-бы скользитъ подъ нимъ, и точки экватора, въ которыхъ теченіе воздуха должно бы было пересѣкать его, уходятъ болѣе-и-болѣе къ востоку *). Поэтому вѣтеръ уклоняется нѣсколько къ западу, т.-е. отъ сѣвернаго полюса идетъ къ юго-западу, а отъ южнаго къ сѣверо-западу, такъ-что въ сѣверной части жаркаго пояса онъ будетъ сѣверо-восточнымъ, въ юж-

*) Авторъ, желая нагляднѣе объяснить причину уклоненія вѣтровъ, направленныхъ отъ полюсовъ къ экватору, кажется не довольно ясно выразилъ свою мысль. Дѣло въ томъ, что частицы воздуха идутъ при этомъ изъ странъ, движущихся медленнѣе въ страны, имѣющія большую скорость движенія, а слѣдовательно по закону инерціи онѣ должны отставать нѣсколько въ направленіи противоположномъ движенію земли, т.-е. къ западу.

ной же юго-восточнымъ. Оба пассата дуютъ совершенно правильно только на большихъ моряхъ и въ простран-
ныхъ равнинахъ Южной-Америки, гдѣ ни береговые
вѣтры не нарушаютъ ихъ правильности, ни горные
хребты не измѣняютъ ихъ направленія.

Верхнее тече-
ніе воздуха.

Въ то время, какъ болѣе холодный воздухъ прите-
каетъ по поверхности земли отъ полюсовъ къ экватору,
производя пассатные вѣтры, теплый воздухъ, подни-
мающійся въ жаркомъ поясѣ, стекаетъ вверху въ обѣ
стороны, по направленію къ полюсамъ. Это верхнее
теченіе имѣетъ направленіе противоположное нижнему,
и уклоняется такимъ же образомъ, вслѣдствіе вращенія
земли около оси, но уже въ противоположную сторону,
т.-е. къ востоку *), такъ что въ сѣверномъ полушаріи
оно идетъ съ юго-запада. Поэтому, на вершинѣ Тене-
рифскаго пика господствуютъ юго-западные вѣтры,
между-тѣмъ, какъ внизу на морѣ, вблизи острова, пре-
обладаетъ сѣверо-восточный пассатъ; въ 1812 году,
при сѣверо-восточномъ пассатѣ, появился пепельный
дождь, принесенный верхнимъ теченіемъ воздуха отъ
лежащаго на западъ вулкана на островѣ св. Винцента.
Верхнее теченіе воздуха отъ экватора представляетъ
второй главный вѣтеръ, который по свойствамъ своимъ
противоположенъ первому. Воздухъ, приносимый ниж-
нимъ теченіемъ съ сѣвернаго полюса, бываетъ тя-

*) Частицы воздуха, движущіяся отъ экватора къ полюсамъ, переходятъ изъ странъ, имѣющихъ большую скорость движенія, въ страны, движущіяся медленнѣе, а слѣдовательно по закону инерціи онѣ должны уклоняться впередъ по направленію движенія, т.-е. къ востоку.

желѣе, холоднѣе и суше; при этомъ небо становится яснѣе и барометръ поднимается. Воздухъ же, приносимый верхнимъ теченіемъ съ юга, отъ экватора, бываетъ легче, теплѣе и влажнѣе; барометръ тогда понижается и появляются облака, дождь или снѣгъ.

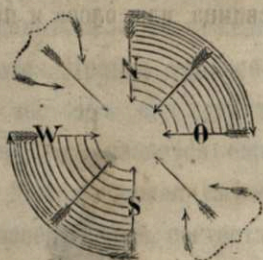
Законъ перехода перемѣнныхъ вѣтровъ изъ одного въ другой.

Законъ перехода вѣтровъ изъ одного въ другой.

Верхнее теченіе воздуха, постоянно охлаждающагося съ удаленіемъ отъ экватора, понижается до поверхности земли. Поэтому, въ на-

фиг. 383.

шихъ странахъ господствуютъ сѣверо-восточные и юго-западные вѣтры, смотря потому, происходятъ ли они отъ нижняго, или бывшаго верхняго теченія. Другія направленія вѣтра происходят тогда, когда



одно плавное теченіе переходитъ въ другое. Вѣтеръ обыкновенно измѣняетъ свое направленіе въ слѣдующемъ порядкѣ: С., С.-В., В., Ю.-В.; Ю., Ю.-З., С.-З., который называется закономъ перехода вѣтровъ изъ одного въ другой.

III. Плавленіе твердыхъ и испареніе жидкихъ тѣлъ.

ПЛАВЛЕНІЕ.

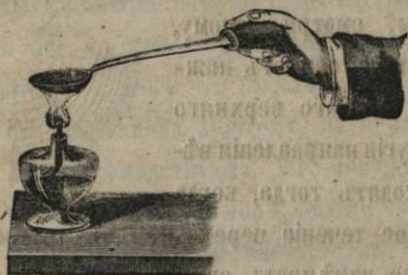
360. Процессъ плавленія. Отъ теплоты тѣла расширяются и частицы ихъ удаляются другъ отъ друга. Но чѣмъ болѣе частицы удалены другъ отъ друга, тѣмъ

Уменьшеніе сѣвленія частицъ тѣла.

съ меньшею силою онѣ сцѣпляются между собою. Следовательно, отъ теплоты взаимная связь между частицами тѣла уменьшается или совершенно прекращается. Вотъ почему, при значительной температурѣ, растительныя и животныя вещества болѣею частию разрушаются, разлагаясь на свои составныя части; другія же тѣла переходятъ въ иное состояніе, въ которомъ взаимное сцѣпленіе частицъ слабѣе, т.-е. изъ твердаго въ жидкое и изъ жидкаго въ газообразное состояніе.

Плавленіе. *Опытъ.* Въ желѣзную ложку кладется кусочикъ свинца или олова и нагрѣвается на спиртовой лампѣ.

Фиг. 384.



Металлъ сначала не измѣняетъ своего вида, но черезъ нѣсколько времени начинаетъ плавиться, т.-е. изъ твердаго состоянія переходитъ въ жидкое. Если жидкому металлу дать достаточно остыть, то онъ снова перейдетъ въ твердое состояніе.

Почти всѣ металлы и ледъ плавятся, не размягчаясь предварительно; напротивъ — воскъ, масло, жиръ, желѣзо и платина сначала размягчаются, а потомъ уже плавятся.

Ледъ, принесенный въ теплую комнату, переходитъ въ жидкое состояніе, между-тѣмъ какъ сальная и восковая свѣча не таетъ еще при той же комнатной

температурѣ; если воскъ держать надъ спиртовой лампой, то онъ гораздо скорѣе растопится, нежели олово или свинецъ. Слѣдовательно, температура, при которой происходитъ плавленіе, — весьма различна для различныхъ тѣлъ. Ледъ таетъ уже при 0, сало при 30, а воскъ при 50 градусохъ *R.*, между-тѣмъ какъ олово плавится только при 185, латунь при 700, а золото и желѣзо едва при 1000 градусохъ *R.* Металлическія смѣси плавятся, напротивъ-того, гораздо легче, нежели отдѣльные металлы, и потому употребляются при спаиваніи, такъ-какъ припой долженъ плавиться легче, нежели тѣ металлы, которые имъ спаиваются. Припой, употребляемый для спаиванія жести, состоитъ изъ двухъ частей олова и одной части свинца; онъ плавится еще легче отъ прибавленія висмута. Металлическая смѣсь Розе, названная такъ по имени изобрѣтателя, состоитъ изъ двухъ частей висмута, одной части олова и одной свинца, и плавится уже при точкѣ кипѣнія воды. Ею пользуются для того, чтобы получить металлическіе оттиски стереотиповъ и вырѣзанныхъ на деревѣ полиטיפажей; эти оттиски употребляются потомъ для печатанія на бумагѣ или матеріи. Подобная же металлическая смѣсь употреблялась прежде для предотвращения взрыва въ паровыхъ котлахъ; короткая трубка, ввинченная въ паровой котель, запаивалась вверху этой смѣсью, которая и плавилась тотчасъ, какъ упругость паровъ угрожала опасностью, и такимъ-образомъ открывала имъ свободный выходъ изъ котла.

Металлическія смѣси.

361. Скрытая теплота капельножидкихъ тѣлъ.

Опытъ а. Блюдо наполняется снѣгомъ или толченымъ льдомъ и ставится въ холодный зимній день вблизи

зи теплой печки. Термометръ, опущенный въ снѣгъ, будетъ показывать сначала нѣсколько градусовъ холода; но мало-по-малу снѣгъ нагрѣвается и ртуть въ термометрѣ повышается до нуля. Однако она не поднимается выше, хотя снѣгъ нагрѣвается отъ печки все болѣе-и-болѣе и начинаетъ таять; въ продолженіи всего времени таянія, термометръ не показываетъ ни малѣйшаго повышенія температуры тающего снѣга, и начинаетъ подниматься тогда только, когда растаетъ послѣдній кусочикъ снѣга. Вся теплота, притекавшая до тѣхъ-поръ отъ печки, потребна была только на то, чтобы превратить твердое тѣло въ жидкое, но не въ состояніи была возвысить температуру его.

Опытъ b. Берутся два одинаковые кувшина; въ одинъ изъ нихъ наливается фунтъ воды при нулѣ градусовъ, въ другой же кладется фунтъ снѣгу также при нулѣ



градусовъ; оба ставятся на горячую плиту. Когда весь снѣгъ растаетъ, сосуды снимаются съ плиты. Погружая руку можно замѣтить, что вода въ первомъ сосудѣ сдѣлалась теплою, вода же, полученная отъ растаившаго снѣга во второмъ сосудѣ, осталась холодною. Въ первомъ сосудѣ термометръ показываетъ 62, а во второмъ 0 градусовъ *R.* Оба сосуда получили отъ печи одинаковое количество теплоты; въ снѣгъ проникло столько же теплоты, сколько и въ воду. Вода сдѣлалась при этомъ теплою, снѣгъ же сталъ жидкимъ; съ нимъ теплота соединилась такъ тѣсно, что не открывается ни чувствомъ, ни термометромъ; она сдѣлалась скрытою.

Опытъ c. Въ сосудѣ, содержащій горячую воду при

62-хъ градусахъ *R*, выпадаетъ фунтъ снѣга при нулѣ градусахъ, и потомъ, только что растаетъ снѣгъ, погружается въ сосудъ термометръ. Ртуть падаетъ и останавливается на нулѣ. Снѣгъ принявъ въ себя 62 градуса тепла и сдѣлался отъ того жидкимъ.

То же явленіе замѣчается при плавленіи другихъ тѣлъ. Для перехода изъ твердаго состоянія въ жидкое, всегда необходимо нѣкоторое количество тепла, не превышающее температуры самаго тѣла. Теплота, проникающая въ расплавляемое тѣло, называется скрытою, или связанною теплою. Слѣдовательно, жидкія тѣла состоятъ изъ твердыхъ тѣлъ и скрытой теплоты; для строенія жидкаго тѣла вполнѣ необходимо, чтобы оно, сравнительно съ твердымъ своимъ состояніемъ, содержало большее количество тепла или большее количество такъ-называемаго ээира; такъ-какъ ощущаемая нами теплота вѣроятно происходитъ отъ движенія этого въ высшей степени тонкаго вещества, проникающаго мировое пространство и все тѣла.

Каждое тѣло состоитъ изъ небольшихъ частичекъ, лежащихъ одна надъ другою и другъ подлѣ друга; частички эти называются атомами.

ФИГ. 386.



Атомы не соприкасаются другъ съ другомъ, но раздѣляются промежутками, наполненными ээиромъ. Атомы притягиваются другъ къ другу особенною силою, называемою силою сцѣпленія; окружающій же ихъ ээиръ стремится удалить ихъ другъ отъ друга. Въ твердыхъ тѣлахъ, какъ кажется, содержится наименьшее количество ээира; его бываетъ

Атомистическая теорія.

болѣе въ тѣлахъ жидкихъ, еще болѣе въ тѣлахъ газообразныхъ, въ которыхъ преобладаетъ отталкивающая сила эѳира. При согрѣваніи тѣла, атомы его удаляются другъ отъ друга, вслѣдствіе колебаній эѳира; при охлажденіи же, они снова приближаются другъ къ другу, по причинѣ взаимнаго притяженія.

Законъ.

Законъ: При переходѣ твердаго тѣла въ жидкое состояніе, всегда нѣкоторое количество теплоты дѣлается скрытымъ или связанымъ.

Холодъ, происходящій въ соудствѣ расплавленнаго тѣла.

362. Холодъ, происходящій въ соудствѣ расплавленнаго тѣла. Непосредственнымъ слѣдствіемъ этого закона будетъ то, что каждое расплавленное тѣло отнимаетъ теплоту отъ окружающей среды. Весною воздухъ, остается холоднымъ до-тѣхъ-поръ, пока не растаетъ весь снѣгъ, потому-что послѣдній мало-по-малу отнимаетъ отъ воздуха 62 градуса тепла, необходимые для превращенія его въ жидкость. Если нѣсколько лицъ войдетъ въ комнату въ обуви, покрытой снѣгомъ, то комната быстро охладится. Замерзнувшее вино таетъ, если бутылку поставить въ холодную воду; при этомъ вино отнимаетъ у воды теплоту, и вокругъ бутылки образуется ледъ.

Опытъ а. Сосудъ наполняется холодною водою (или снѣгомъ); температура ея опредѣляется посредствомъ термометра. Затѣмъ туда высыпается только-что истолченная селитра и быстро мѣшается съ водою. Смѣсь будетъ имѣть низшую температуру, чѣмъ прежде вода. Селитра переходитъ при этомъ изъ твердаго состоянія въ жидкое и поглощаетъ изъ воды потребное для того количество теплоты.

Опытъ в. Въ металлическую чашку, оловянную тарелку или въ стаканъ съ плоскимъ дномъ и тонкими стѣнками, насыпается слой снѣгу, потомъ соли, затѣмъ снова снѣгу и соли. Если принести чашку въ теплую комнату и поставить на мокрую доску, то чашка въ нѣсколько минутъ плотно примерзнетъ къ доскѣ. Снѣгъ и соль переходятъ при этомъ въ жидкое состояніе, и чашка отдаетъ потребную для этого теплоту.

Такія смѣси солей со льдомъ, снѣгомъ или водою, производятъ холодъ, которымъ кондитеры пользуются для добыванія искусственнаго льда. Соли должно измельчать передъ самымъ приготовленіемъ смѣси, и если требуется значительный холодъ, то ихъ нужно брать по-крайней-мѣрѣ два или три фунта. Вода, которую хотятъ заморозить, наливается въ цилиндрической металлическій сосудъ, и потомъ все это ставится въ пріемникъ, содержащій приготовленную уже смѣсь и обложенный толстымъ слоемъ шерсти. Такую смѣсь можно приготовить изъ 6 частей глауберовой соли и 4 частей соляной кислоты; въ холодномъ мѣстѣ и по предварительномъ охлажденіи, употребляемой для этого воды, такое добываніе льда продолжается минутъ 40; по прошествіи 20 минутъ, сосудъ съ водою ставится въ свѣжую смѣсь такого же состава. Другая подобная же смѣсь состоитъ изъ равныхъ по вѣсу частей азотно-кислаго амміака и воды; также весьма часто употребляется смѣсь изъ 5 частей нашатыря, 5 частей селитры и 10 частей воды.

ОБРАЗОВАНИЕ ПАРОВЪ.

363. Образованіе паровъ при кипяченіи.

Опытъ. Довольно широкая стеклянка наполняется до половины водою; горлышко ея обертывается бумагой;

фиг. 387.



затѣмъ сосудъ держится въ рукѣ, надъ спиртовою лампою. Еще удобнѣе будетъ для этого обыкновенный треножникъ, употребляемый для кофейника или чайника; на него кладется проволока, изогнутая такъ, какъ показано въ § 213 и на нее ставится сосудъ.

Вскорѣ на стѣнкахъ сосуда появляются маленькіе пузырьки, поднимающіеся къ поверхности воды. Это воздушные пузырьки, расширившіеся отъ теплоты. Между частицами находился воздухъ и сообщалъ водѣ освѣжающій вкусъ, который совершенно теряетъ кипяченая вода. Когда вода достаточно нагрѣется, то на днѣ сосуда начнутъ образовываться большей величины серебристые пузырьки, которые также поднимаются кверху, но при этомъ уменьшаются и въ началѣ снова исчезаютъ, не достигая поверхности воды. Это пузырьки водянаго пара, воды, которая отъ теплоты перешла въ газообразное состояніе, но, поднимаясь, они охлаждаются въ недостаточно нагрѣтой жидкости и потому снова переходятъ въ жидкое состояніе. Когда вся жидкость нагрѣется до 80 градусовъ *R.*, то изъ нея

поднимается несравненно большее количество пузырьков пара; они приводят всю массу воды въ волнообразное движеніе, достигаютъ до поверхности, и лопаясь, распространяются въ окружающемъ воздухѣ. Волнообразное движеніе нагрѣтой жидкости, производимое поднимающимися въ ней парами, называется кипѣніемъ.

Передъ кипѣніемъ воды слышится обыкновенно особенный характеристическій шумъ, который происходитъ оттого, что поднимающіеся пузырьки пара лопаются въ ненагрѣтой еще до точки кипѣнія водѣ и жидкія частицы ея сталкиваются между собою.

364. Переходъ пара въ туманъ и въ капельножидкое состояніе. Твердое тѣло посредствомъ теплоты превращается въ жидкость, которая при дальнѣйшемъ нагрѣваніи переходитъ въ паръ, т.-е. въ газообразное состояніе. При охлажденіи же тѣлъ происходитъ рядъ измѣненій въ обратномъ порядкѣ. Паръ при потерѣ теплоты переходитъ въ жидкое состояніе; если же полученная жидкость еще болѣе охлаждается, то она принимаетъ свое прежнее, твердое состояніе.

Опытъ. Если смотрѣть на водяной паръ въ то время, когда онъ только-что поднимается надъ поверхностью кипящей воды, то представится совершенно прозрачнымъ и невидимымъ. Термометръ опущенный въ паръ, останавливается на 80 градусахъ *R.*, т.-е. на точкѣ кипѣнія. Пока водяной паръ сохраняетъ свою теплоту, онъ остается незамѣтнымъ для глаза.

Постепенное
сгущеніе
пара.

Такъ-какъ паръ легче воздуха, то онъ поднимается вверхъ и выходитъ изъ стеклянки. Термометръ показываетъ, что, находясь внѣ сосуда, онъ теряетъ свою

Полусгущенный паръ, въ видѣ тумана.

фиг. 388.



Полное сгущение пара въ капли.

теплоту. Паръ, охлаждаясь въ воздухѣ, лишается прозрачности и представляется тогда въ видѣ бѣлаго тумана, или бѣлаго облака. Въ этомъ переходномъ состояніи, паръ оказывается полусгущеннымъ, т.-е. представляетъ полные водяные пузырьки, которые до того малы и легки, что уносятся воздухомъ.

Если надъ парами, поднимающимися изъ кипящей воды, держать какое-нибудь холодное твердое тѣло (ложку, блюдечко или стеклянный кружокъ), то пары, охлаждаясь, сгущаются окончательно и осаждаются на немъ въ видѣ капелекъ, и такимъ-образомъ снова возвращаются въ капельножидкое состояніе.

То же самое происходитъ съ водяными парами, выдыхаемыми нами вмѣстѣ съ углекислотою. Лѣтомъ, при сухой погодѣ, они бываютъ совершенно незамѣтны; на холоду же являются въ видѣ бѣлаготумана; если дышать на холодное оконное стекло, то паръ садится на немъ каплями, отчего оно тускнѣетъ.

Скрытая теплота пара.

365. Скрытая теплота пара.

Опытъ а. Въ сосудъ съ кипящею водою вѣшается термометръ. Ртуть останавливается на точкѣ кипѣнія и не поднимается выше $80^{\circ} R.$, хотя сосудъ нагревается всё болѣе-и-болѣе. Во все продолженіе образованія паровъ, температура кипящей жидкости не

измѣняется. Теплота, проникающая въ жидкость и постоянно усиливающаяся, служитъ только для образованія новыхъ паровъ, но не повышаетъ за точку кипѣнія, ни температуры воды, ни одинаковой съ нею температуры паровъ.

Этотъ фактъ можетъ быть высказанъ двоякимъ образомъ, смотря потому, будутъ ли взяты во вниманіе пары или кипящая жидкость, изъ которой они поднимаются.

Скрытый
теплородъ.

1) Извѣстное количество теплоты переходитъ въ образующійся паръ, облекаетъ его частицы, становится скрытымъ и не дѣйствуетъ на наши чувства. Какъ жидкія тѣла состоятъ изъ твердыхъ тѣлъ и скрытой теплоты, такъ точно паръ состоитъ изъ жидкаго тѣла и скрытой теплоты. Состояніе тѣла зависитъ именно отъ количества скрытой теплоты.

Твердое тѣло + теплота

жидкость + теплота

паръ.

Законъ: При переходѣ жидкаго тѣла въ газообразное состояніе, нѣкоторое количество теплоты всегда становится скрытымъ.

При потерѣ скрытой теплоты, которую мы обозначимъ знакомъ минусъ (—), тѣла должны претерпѣвать слѣдующія измѣненія, при которыхъ снова обнаруживается отнятое количество тепла, какъ и показываетъ слѣдующій опытъ.

Паръ — теплота

жидкость — теплота

твердое тѣло.

2) Относительно кипящей жидкости, опытъ приводитъ къ слѣдующему.

Законъ: Кипящая жидкость не можетъ быть нагрѣта въ открытомъ сосудѣ, выше температуры кипѣнія.

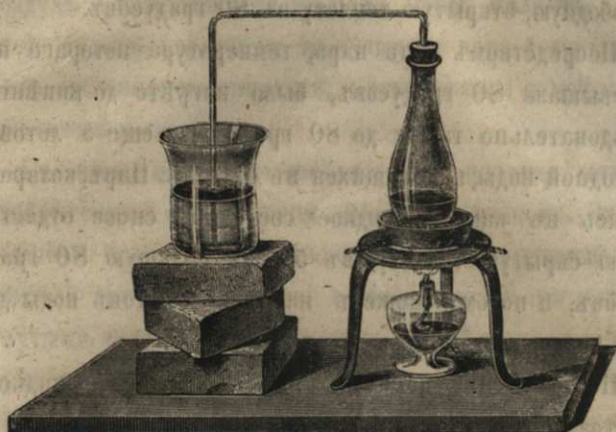
Слѣдовательно, при кипяченіи жидкости, часть жара отъ дровъ не достигаетъ своей цѣли: она теряется и служитъ только для превращенія извѣстнаго количества жидкости въ газообразное состояніе. Но часто требуется выпарить жидкость до-суха. Такъ, напр. при выпариваніи соленой воды, жидкость поднимается въ видѣ пара, а соль остается въ сосудѣ. Для того, чтобы кушанье не остыло и вмѣстѣ съ тѣмъ не подгорѣло, употребляется водяная баня; для этого, сосудъ съ находящимся въ немъ кушаньемъ вѣшается въ другомъ болѣебольшемъ сосудѣ, наполненномъ кипящею водою; огонь, пылающій снизу, не можетъ повысить температуру воды выше точки кипѣнія.

Открытое
состояніе
теплоты.

Опытъ b. Пробка стклянки просверливается круглымъ подпилкомъ, и въ отверстіе плотно вставляется короткое плечо согнутой стеклянной трубки. Длинное плечо ея опускается до самого дна въ рюмку или стаканъ. Далѣе, въ каждый изъ этихъ сосудовъ наливается по пяти лотовъ самой холодной воды; за тѣмъ стклянка нагрѣвается на треножникѣ посредствомъ спиртовой лампы.

Замѣчается время, необходимое для того, чтобы вода въ стклянкѣ закипѣла; кипѣніе поддерживается до-тѣхъ-поръ, пока не начнетъ кипѣть и вода, находящаяся въ стаканѣ. Оба промежутка времени окажутся равными. Тогда лампа отнимается и оба сосуда взвѣшиваются. Въ

Фиг. 389.



стклянкѣ воды окажется лотомъ меньше, чѣмъ было прежде; въ стаканѣ же — лотомъ больше.

Водяной паръ, поднимающійся въ стклянкѣ изъ кипящей жидкости, можетъ уходить только черезъ трубку въ холодную воду стакана. Здѣсь онъ охлаждается, отдаетъ свою теплоту водѣ и самъ снова сгущается въ капельную жидкость. Такъ-какъ въ стаканѣ оказалось воды лотомъ больше, слѣдовательно изъ стклянки выпарился одинъ лоть воды. Для превращенія ея въ паръ нужно было столько же времени, сколько и для нагрѣванія до точки кипѣнія 5-ти лотовъ воды, находившихся первоначально въ стклянкѣ. Но спиртовая лампа въ одинаковое время отдаетъ одинаковое количество тепла. Слѣдовательно, въ одинъ лоть пара перешло еще столько же теплоты, сколько потребно для нагрѣванія 5-ти лотовъ воды отъ 0 до 80 градусовъ *R*. Это количество теплоты, въ 5 разъ бѣльшее 80 градусовъ, содержится въ парахъ въ видѣ скрытой теплоты, необходимой для

ихъ образованія; кромѣ-того, онъ уноситъ изъ воды еще свободную, открытую теплоту въ 80 градусо́въ.

Посредствомъ лота пара, температура котораго не превышала 80 градусо́въ, было нагрѣто до кипѣнія, слѣдовательно также до 80 градусо́въ, еще 5 лотовъ холодной воды, находящихся въ стаканѣ. Паръ, возвращаясь въ капельножидкое состояніе, снова отдаетъ свою скрытую теплоту, въ 5 разъ большую 80 градусо́въ, и потому можетъ нагрѣть 5 лотовъ воды до 80 градусо́въ.

Поэтому, при переходѣ пара въ капельножидкое состояніе, теплота становится свободною, открытою; и именно, освобождающееся количество теплоты водянаго пара въ пять разъ больше 80 градусо́въ, вся же сумма его теплоты, такъ какъ онъ самъ имѣетъ еще температуру 80 градусо́въ, въ 6 разъ больше 80 градусо́въ *R*.

Замедленіе
кипѣнія отъ
давленія воз-
духа.

366. Замедленіе кипѣнія отъ давленія воздуха и паровъ.

Папиновъ котелъ. Такъ-какъ въ открытомъ сосудѣ жидкость нельзя нагрѣть выше точки кипѣнія ея, и

фиг. 390.



Папиновъ
котелъ.

вся доставляемая затѣмъ теплота поглощается парами, то для сильнѣйшаго нагрѣванія жидкости нужно плотно закрывать сосудъ и препятствовать образованію паровъ, а слѣдовательно и кипѣнію. На пузырьки пара, образующіеся на днѣ сосуда, дѣйствуетъ незначитель-

ное давленіе самой жидкости; на жидкость же давить воздухъ и содержащіеся въ немъ пары. Если это давленіе будетъ увеличено, то пузырьки пара будутъ уже не въ состояніи подниматься, и температура самой воды при этомъ повышается.

Съ этою цѣлю употребляется Папиновъ котель, изобрѣтенный французскимъ врачомъ Папиномъ. Этотъ горшокъ представляетъ цилиндрическій, желѣзный или мѣдный сосудъ, съ весьма толстыми стѣнками и отогнутыми вверху краями. Къ нимъ прикрѣпляются концы крѣпкой металлической дуги, расположенной отвѣсно надъ отверстіемъ сосуда; въ верхней части ея находится винтовая матка, черезъ которую проходитъ винтъ, давящій на крышку котла. Крышка прилегаетъ къ отогнутымъ краямъ сосуда, на которые кладется войлочное кольцо, пропитанное жиромъ. Крышка состоитъ изъ толстаго, плоскаго мѣднаго кружка, имѣющаго отверстіе съ предохранительнымъ клапаномъ. Отверстіе это конической книзу сѣуженной формы; въ него плотно вставляется металлическая втулка, на которую давить одноплечный рычагъ, такъ, что для открытія клапана нужна извѣстная сила. Если въ такомъ сосудѣ нагрѣвать воду, то сначала образуется столько паровъ, сколько можетъ помѣститься между водою и крышкою; при дальнѣйшемъ повышеніи температуры увеличивается и упругость паровъ; они съ силою давятъ во всѣ стороны, между прочимъ на клапанъ и на воду. Когда упругость ихъ дойдетъ до такой степени, что можно опасаться взрыва сосуда, то пары открываютъ предохранительный клапанъ и выходятъ наружу. Но, такъ-какъ и жидкость претерпѣ-

ваетъ сильное давленіе паровъ, то дальнѣйшее выходженіе пузырьковъ пара становится невозможнымъ и кипѣніе прекращается, а прибывающая теплота нагрѣваетъ воду выше точки кипѣнія. Если въ такомъ котлѣ переваривать кости, то онѣ превращаются въ кашу и выдѣляютъ клей. Нѣкоторые думали, что этотъ клей можетъ служить хорошимъ питательнымъ веществомъ, но это несправедливо; онъ такъ же мало удовлетворяетъ этой цѣли, какъ и обыкновенныя бульонныя плитки, состоящія болѣею частию изъ клея.

Польза
крышки на
сосудѣ.

Если сосудъ, въ которомъ кипятится вода, плотно закрыть сверху крышкой, то пары, скопляясь между крышкой и водою, начнутъ давить на жидкость и тѣмъ затрудняютъ отдѣленіе новыхъ пузырьковъ пара. Отъ этого вновь прибывающая теплота сообщается самой водѣ; но вскорѣ она до такой степени расширяетъ образовавшіеся уже пары, что они поднимаютъ крышку и часть ихъ выходитъ вонъ. Несмотря на то, вода на короткое время нагрѣвается немного выше точки кипѣнія.

Кипѣніе при
незначитель-
номъ давлѣ-
ніи.

367. Кипѣніе ускоряется при уменьшеніи давленія воздуха и паровъ.

Опытъ. Стклянка (или пробирная трубочка) наполняется до половины водою и нагрѣвается на спиртовой лампѣ до сильнаго кипѣнія. При этомъ стклянку можно держать за горлышко, обвязавъ его предварительно тесемкой. Когда жидкость нѣсколько времени прокипитъ, стклянка снимается съ огня и затыкается пробкой. Кипѣніе тотчасъ прекращается. Но если перевернуть стклянку вверхъ дномъ и налить на нее нѣсколько капель холодной воды, то кипѣніе начинается снова: оно возобновляется отъ прилитія холодной воды,

даже тогда, когда вода уже значительно охладится. При сильномъ кипѣніи, пары выгоняють изъ сосуда почти весь воздухъ; поэтому, послѣ закрытія сосуда, теплая жидкость претерпѣваетъ весьма малое воздушное давленіе. Но пространство надъ водою наполнено паромъ, давленіе котораго препятствуетъ дальнѣйшему образованію паровъ. При обливаніи стклянки холодной водою, часть этого пара сгустится, давленіе уменьшится, и вода снова начнетъ кипѣть.

фиг. 391.

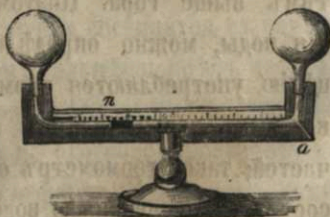


Законъ: Кипяніе жидкости совершается тѣмъ легче, чѣмъ меньшее давленіе оказываютъ на нее воздухъ и пары.

Слегка тепловатая вода, помѣщенная подъ колоколъ воздушнаго насоса, закипаетъ, несмотря на незначительную температуру, если изъ колокола вытянуть воздухъ и черезъ это устранить воздушное давленіе. Теплота руки достаточна для того, чтобы вскипятить спиртъ въ такъ называемомъ кипятильникѣ. Кипятильникъ состоитъ изъ перегнутой стеклянной трубки, оканчивающейся двумя шариками; трубка эта не содержитъ въ себѣ воздуха, и частию наполнена подкрашеннымъ спиртомъ. При устройствѣ

Кипятиль-
никъ.

фиг. 392.



этого снаряда одинъ шарикъ оставляется открытымъ, трубка наполняется жидкостью, воздухъ изъ нея выгоняется посредствомъ кипяченія и потомъ открытый шарикъ запаивается. При опытѣ, снарядъ устанавливается такимъ-образомъ, чтобы оба шарика были обращены вверхъ, и соединительная трубка имѣла горизонтальное положеніе. Если взять въ руку одинъ изъ шариковъ, то въ немъ начнутъ подниматься пузырьки пара; жидкость, не претерпѣвая воздушнаго давленія, сильно вскипаетъ и устремляется въ другой шарикъ.

Употребленіе
термометра
для измѣренія
высотъ.

Употребленіе термометра для измѣренія высотъ. Чистая вода на поверхности моря и при высотѣ барометра = 30 дюймамъ, кипитъ при 80 градусахъ *R.* На высокихъ горахъ, гдѣ часть атмосферы находится подъ наблюдателемъ, барометръ стоитъ ниже и давленіе воздуха бываетъ меньше. Слѣдовательно, на высотахъ вода должна кипѣть при меньшей температурѣ, нежели въ низкихъ мѣстностяхъ. Такъ, на Монбланѣ она кипитъ при 68 градусахъ *R.*, а на возвышенности Квито, въ Америкѣ, при 72 градусахъ; почему тамъ не иначе можно сварить мясо, какъ только въ закрытомъ сосудѣ. Понятно, что чѣмъ ниже температура, при которой кипитъ вода на какой-нибудь горѣ, тѣмъ выше гора. Поэтому, наблюдая точку кипѣнія воды, можно опредѣлить высоту горы. Съ этою цѣлію употребляются термометры, градусныя дѣленія которыхъ весьма длинны и раздѣлены каждое на 20 частей; такой термометръ опускается въ металлическій сосудъ съ перегнанною водою, къ которому внизу привинчена спиртовая лампа.

368. Опыт Лейденфроста. Средневѣковое испытаніе Опыть Лейденфроста.
огнемъ.

Опытъ. Если капать воду на горячую металличе-
скую поверхность, напр., на дверцы нагрѣтой печи,

Фиг. 393.



то капли воды быстро и съ шипѣніемъ превращаются
въ пары. Если же металлическая поверхность нагрѣта
весьма сильно, въ-особенности если она раскалена, то
происходитъ поразительное явленіе, замѣченное въ
срединѣ прошедшаго столѣтія Лейденфростомъ.

Жестяная ложка держится посредствомъ пробки или
кладется на треножникъ и нагрѣвается на спиртовой
лампѣ. Потомъ берется палочка, обмакивается въ воду
или въ спиртъ, и приставшая къ ней капля опускается
въ накаленную ложку. Капля не шипитъ, не подвергается
кипѣнію, но испаряется чрезвычайно медленно; при
этомъ она вращается, или движется вверхъ и внизъ.
Если опустить еще каплю, то она соединится съ первою
въ одну большую каплю. Чѣмъ сильнѣе нагрѣтъ металлъ,
особенно если онъ накаленъ до-бѣла, тѣмъ большее ко-
личество воды принимаетъ на его поверхности эту ка-
пельную или сфероидальную форму. Если отнять лампу
и дать ложкѣ остынуть, то наступаетъ мгновеніе, когда

внезапно вся вода съ шипѣніемъ обращается въ пары. Этотъ опытъ показываетъ, что жидкость, въ другихъ случаяхъ испаряющаяся, не оказываетъ ни малѣйшаго сѣвленія къ сильно разгоряченному металлу, и едва касается его; притяженіе горячаго металла къ частицамъ жидкости бываетъ гораздо меньше, нежели взаимная связь ихъ между собою.

Испытаніе
огнемъ.

Этимъ свойствомъ воды—не прилипать къ раскаленному металлу и такимъ образомъ замедлять передачу теплоты, объясняется то замѣчательное обстоятельство, что смочивъ руку можно безъ вреда прикасаться ею къ раскаленному металлу, обливать ее расплавленнымъ свинцомъ, пересѣкать ею даже не слишкомъ быстро струю расплавленного желѣза, или даже совсѣмъ погружать въ расплавленный металлъ, между тѣмъ какъ менѣе горячее желѣзо неизбѣжно причиняетъ ожогъ. Влага, пристающая къ рукѣ, мгновенно обращается въ сферондальное состояніе, и на короткое время задерживаетъ передачу теплоты. Историки среднихъ вѣковъ приводятъ примѣры, какъ нѣкоторые, не обжигая ногъ, пробѣгали босикомъ по раскаленнымъ желѣзнымъ шестамъ, или обливали голыя руки раскаленнымъ жидкимъ металломъ, и о другихъ подобныхъ испытаніяхъ огнемъ (Божій судъ). Объ этихъ разсказахъ впослѣдствіи забыли, или считали ихъ неправдоподобными; но въ новѣйшее время Бутинъ, изъ наблюденій надъ работниками на плавильныхъ заводахъ и изъ собственныхъ опытовъ, убѣдился, что подобное испытаніе огнемъ, при достаточной предосторожности, совершенно безопасно. Онъ говоритъ, что когда онъ на мгновеніе опускалъ въ растопленный свинецъ смо-

ченныя водою пальцы, то получалъ такое же ощущеніе, какъ при погруженіи руки въ почти кипячую воду; когда же онъ смачивалъ палецъ вмѣсто воды спиртомъ, то ощущеніе жара было еще меньше. Для совершенной безопасности этого опыта, нужно, чтобы температура раскаленного металла была гораздо выше той, при которой совершается переходъ его въ твердое состояніе.

369. Испареніе. Переходъ твердаго тѣла въ жидкое, Испареніе. предполагая, что при этомъ оно не подвергается никакому химическому измѣненію, происходитъ только тогда, когда это тѣло нагрѣто до извѣстной температуры. Подобнымъ образомъ переходъ жидкости въ пары, при обыкновенномъ воздушномъ давленіи, совершается тогда, когда она нагрѣта до точки кипѣнія. Но образованіе пара возможно не только при высокой температурѣ: жидкія тѣла могутъ переходить въ газообразное состояніе при всякой температурѣ.

Опытъ а. Стаканъ, наполненный водою, оставляется на нѣсколько дней въ комнатѣ. Какова бы ни была температура комнаты, мы замѣтимъ, что день-о-го-дня количество жидкости уменьшается; это уменьшеніе зависитъ отъ того, что часть воды переходитъ въ газообразное состояніе и выдѣляется въ воздухъ.

Опытъ б. Если налить на блюдечко нѣсколько капель сѣрнаго ээира, то онъ въ нѣсколько мгновеній превращается въ паръ. Сѣрный ээиръ — вещество, болѣе летучее нежели вода, т.-е. легче и скорѣе воды переходитъ въ газообразное состояніе.

Такимъ же образомъ капли росы, покрывающія утромъ луга, исчезаютъ въ нѣсколько часовъ, принимая видъ пара. Лѣтомъ, дождевая вода очень скоро высы-

хаеть, обращаясь въ паръ, а въ жаркихъ странахъ нерѣдко пересыхаютъ цѣлыя бассейны. Сушка мокраго бѣлья основывается на переходѣ влаги въ парообразное состояніе; бѣлье можно также сушить на сильномъ зимнемъ холодѣ, когда вода замерзаетъ; но въ этомъ случаѣ, сушка требуетъ больше времени, нежели тогда, когда бѣлье развѣшено на тепломъ, лѣтнемъ воздухѣ.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ вода превращается въ совершенно такой же паръ, какъ и при кипѣніи. Разница въ томъ, что при кипѣніи образованіе пара происходитъ быстро и пузырьки пара быстро отдѣляются внутри жидкости; между-тѣмъ какъ въ упомянутыхъ случаяхъ, образованіе пара совершается медленно и только на поверхности жидкости. Медленное образованіе пара на поверхности жидкости называется испареніемъ. Какъ углекислота (§ 262) распространяется въ извѣстномъ пространствѣ и не встрѣчаетъ препятствія въ атмосферномъ воздухѣ, такъ точно какое газообразное тѣло не оказываетъ давленія на другое газообразное тѣло, но только собственные частицы его отталкиваются другъ отъ друга. Поэтому, при испареніи, паръ, образующійся на поверхности жидкости, долженъ преодолевать не давленіе атмосфернаго воздуха, а только давленіе того водянаго пара, который уже находится въ воздухѣ. Напротивъ-того, паръ, образующійся внутри жидкости при кипѣніи, долженъ преодолевать давленіе самой жидкости и все воздушное давленіе, дѣйствующее на ея поверхность; поэтому, въ послѣднемъ случаѣ, упругость пара бываетъ нѣсколько больше воздушнаго давленія, и можетъ поднять столбъ

ртути на 30 дюймовъ. Гораздо меньше бываетъ давленіе водянаго столба содержащагося въ воздухѣ; этотъ паръ рѣдко можетъ поднять ртуть не болѣе, какъ на $\frac{1}{2}$ дюйма: такъ мала упругость пара, образующагося при испареніи.

370. Испареніе ускоряется отъ притока воздуха, отъ теплоты и увеличенія испаряющей поверхности.

Испареніе
ускоряется:

Опытъ а. Въ двѣ мелкія чашки или на два блюдечка наливается поровну воды, въ каждое почти столько, сколько можетъ помѣститься въ небольшой пробирной трубочкѣ; одно блюдечко ставится на открытомъ воздухѣ передъ окномъ, а другое на столѣ, вдали отъ окошка и отъ дверей. Та жидкость, которая подвержена дѣйствію воздушнаго тока, испаряется скорѣе.

Такъ точно поверхность земли послѣ дождя высыхаетъ скорѣе, когда за дождемъ слѣдуетъ вѣтеръ, нежели при тихой погодѣ; на сушильняхъ обыкновенно стараются увеличить притокъ воздуха. Теченіе воздуха способствуетъ испаренію; вмѣстѣ съ воздухомъ оно уноситъ и пары, образовавшіеся изъ жидкости, и приноситъ новую массу воздуха, заключающую въ себѣ меньшее количество паровъ. А чѣмъ меньше давленіе паровъ на восходящіе пузырьки пара, или чѣмъ суше воздухъ, тѣмъ сильнѣе должно происходить испареніе.

отъ притока
воздуха,

Опытъ б. Если одну изъ двухъ чашекъ, содержащихъ одинаковое количество воды, поставить на теплую печь, то въ этой чашкѣ вода испарится гораздо раньше, нежели въ той, которая стояла при обыкновенной комнатной температурѣ. Истопленная печь гораздо скорѣе сообщаетъ водѣ количество теплоты, необходимое для

отъ повыше-
нія темпера-
туры,

образованія пара, оттого и испареніе совершается скорѣе.

отъ увеличе-
нія испаряю-
щейся поверх-
ности.

Опытъ с. Стеклянная трубка, заткнутая съ одного конца пробкою, наполняется водою. Затѣмъ вода изъ

фиг. 394.



нея переливается въ пробирную трубочку, такой же ширины какъ и первая, до-тѣхъ-поръ, пока эта вторая трубочка не наполнится до верху, послѣ чего осталъ-ная вода выливается на блюдечко. Послѣ этого, отверзтіе пробирной трубки закрывается пальцемъ, трубка опрокидывается и погружается въ воду находящуюся на блюдечкѣ; затѣмъ палецъ отнимается. Съ помощію воска трубка прикрѣпляется къ изогнутой проволоцѣ, которая однимъ концомъ обертывается около блюдечка, а другимъ обхватываетъ трубку. Последняя должна слегка только погружаться въ воду, а сама остается наполненою водою. Когда изъ чашки испарится столько воды, что отверзтіе пробирной трубки сдѣлается свободнымъ, то пузырьки воздуха поднимаются въ нее и объемъ, занимаемый ими, показываетъ количество испарившейся жидкости. Такимъ-образомъ можно наблюдать за постепеннымъ ходомъ испаренія. Если мы наполнимъ водою и ту трубочку, которая была взята въ началѣ опыта, то будемъ имѣть два одинаковыя количества воды, одно въ этой трубкѣ, другое въ пробирной трубкѣ и на блюдечкѣ; и здѣсь и тамъ происходитъ испареніе, но поверхность жидкости въ трубкѣ гораздо меньше, чѣмъ на блюдечкѣ; и такъ-какъ испареніе совершается въ одно время на всей поверхности, то вода на блюдечкѣ испарится скорѣе. Чтобы еще проще получить то же явленіе, стоитъ только наполнить проб-

ную трубочку водою, перелить эту воду на блюдечко, а потом снова наполнить трубочку и дать испариться этимъ двумъ равнымъ массамъ воды.

То обстоятельство, что увеличеніе поверхности жидкости способствуетъ испаренію, объясняетъ намъ, почему полезно развѣшивать бѣлье при сушкѣ: при развѣшиваніи, влага бѣлья соприкасается съ воздухомъ большимъ числомъ точекъ. На томъ же основаніи, для выпариванія соли, въ приморскихъ странахъ устроиваются по возможности большіе и неглубокіе бассейны и въ нихъ проводится морская вода и ей даютъ испаряться. Въ солеваренныхъ градирняхъ, соляной растворъ заставляютъ капать на хворостъ, отъ этого большая поверхность жидкости приходитъ въ соприкосновеніе съ воздухомъ, и испареніе совершается быстрѣе. Въ пивоварняхъ стараются дать холодильникамъ по возможности большую поверхность и незначительную глубину, съ цѣлю способствовать наибольшему испаренію.

Законъ: *Испареніе усиливается отъ притока воздуха, отъ возвышенной температуры и отъ увеличенія испаряемой поверхности.*

371. Холодъ отъ испаренія.

Опытъ а. Если шарикъ термометра обложить ватой, и смочить ее сѣрнымъ эфиромъ, то ртуть тотчасъ упадетъ. До начала опыта термометръ показывалъ температуру воздуха; вата и эфиръ имѣютъ ту же самую температуру, а между-тѣмъ инструментъ обнаруживаетъ внезапное охлажденіе. Это потому, что эфиръ испаряется весьма быстро, а для образованія паровъ необходима теплота, которая должна сдѣлаться скры-

Холодъ отъ
испаренія.

тою; окружающіе предметы, въ томъ числѣ и шарикъ термометра, отдаютъ жидкости свою теплоту и отъ того охлаждаются. Если даже смочить обернутый шарикъ термометра простой водой, имѣющей температуру воздуха и подвергнуть шарикъ дѣйствию воздушнаго тока, то и тогда ртуть понижается, вслѣдствіе испаренія воды.

Опытъ в. Обыкновенная стеклянка наполняется водою, затѣмъ ей даютъ стоять до-тѣхъ-поръ, пока погруженный въ нее термометръ не покажетъ, что вода приняла температуру окружающаго воздуха. Если смочить лоскутокъ сукна водою, имѣющею ту же самую температуру, и этимъ лоскуткомъ обернуть стеклянку, то жидкость въ стеклянкѣ черезъ нѣсколько времени охладится; она отдастъ часть своей теплоты испаряющейся влагѣ сукна.

Этимъ объясняется, почему послѣ дождя становится холоднѣе и почему въ жаркій лѣтній день можно охладить воздухъ въ комнатѣ, спрыскивая полъ водою; капли воды отнимаютъ у воздуха теплоту, необходимую для ихъ испаренія. Отъ сыраго платья можно получить простуду, потому-что при этомъ наше тѣло лишается теплоты, которая употребляется на превращеніе жидкости въ пары. Испареніе пота отнимаетъ у тѣла столько теплоты, что температура крови даже въ самыхъ жаркихъ странахъ не поднимается выше 29 градусовъ. Можно охладить вино, обертывая бутылку мокрой тряпкой. Въ Египтѣ, въ жаркое время года, съ давнихъ поръ готовится прохладительное питье изъ довольно теплой воды Нила. Для этого рѣчная вода наливается въ глиняныя кружки, не совсѣмъ непрони-

цаемая для жидкости; вода пробирается наружу черезъ безчисленные скважины глины, и поверхность кружки постоянно остается влажною. Часть просочившейся воды испаряется, и поглощаетъ при этомъ столько тепла, что оставшіяся снаружи капли, стекая въ подставленный сосудъ, даютъ освѣжающій напитокъ. Въ Испаніи, точно также вода для питья готовится въ сосудахъ изъ немуравленной скважистой глины, называемыхъ алькарацами; въ Андалузіи такіе сосуды готовятся изъ глины, смѣшанной съ поваренной солью и слегка обожженной. Эти сосуды дѣлаются въ видѣ вазъ и имѣютъ желто-бурый или красный цвѣтъ; вода просачивается сквозь глину и, испаряясь на внѣшней поверхности сосуда, охлаждается на нѣсколько градусовъ.

При испареніи, какъ и вообще при переходѣ жидкаго тѣла въ газообразное состояніе, часть теплоты переходитъ въ скрытое состояніе. А такъ-какъ при этомъ неиспарившаяся часть жидкости и окружающая ее среда теряютъ часть своей теплоты, уступая ее парамъ, то понятно, что скрытіе теплоты влечетъ за собою охлажденіе.

Законъ: При всякомъ испареніи, обнаруживается *холодъ*.

Опытъ с. Самымъ поразительнымъ доказательствомъ этого закона служить замораживаніе воды посредствомъ испаренія. Для этого опыта берется пробирная трубочка (или стеклянная трубочка съ шарикомъ на концѣ) и обертывается около дна ватою. Въ трубочку наливается немного воды и затѣмъ въ нее опу-



Приготовленіе льда посредствомъ испаренія.

скается проволока; на вату наливается капля по каплѣ сѣрный эфиръ. Чтобы ускорить испареніе эфирѣ, трубочка двигается взадъ и впередъ, или вертится въ рукахъ, какъ мутовка. При достаточно частомъ приливаніи эфирѣ и постоянномъ движеніи, холодъ отъ испаренія увеличивается до того, что конецъ проволоки, опущенный въ воду, покрывается тонкими иглами льда.

Если подъ колоколомъ воздушнаго насоса помѣстить часовое стеклышко съ водою, а надъ нимъ другое стеклышко, наполненное сѣрнымъ эфиромъ, то вода превращается въ ледъ; въ этомъ случаѣ, пары эфирѣ выкачиваются по мѣрѣ образованія, отчего испареніе значительно усиливается. Въ Остѣ-Индіи и Тибетѣ, гдѣ нѣтъ естественнаго льда, онъ готовится искусственно, посредствомъ испаренія воды. Для этого, на открытыхъ мѣстахъ, освѣжаемыхъ воздухомъ, выкапываются неглубокія ямы; ямы эти выстилаются глиною и сахарнымъ тростникомъ; въ ясныя вѣтряныя ночи въ нихъ ставятся мелкія чашки изъ скважистой глины, наполненныя водою; къ утру часть воды превращается въ ледъ.

Присутствіе паровъ въ атмосферѣ.

372. Присутствіе водяныхъ паровъ въ атмосферѣ и гигроскопическія явленія. Испареніе, постоянно совершающееся на поверхности морей и рѣкъ, на влажной почвѣ и на растеніяхъ, доставляетъ весьма большое количество водяныхъ паровъ, которые незамѣтно распространяются въ атмосферѣ. Присутствіе этихъ паровъ, уменьшеніе и увеличеніе количества ихъ, мы узнаемъ по нѣкоторымъ отъ нихъ зависящимъ явленіямъ. Есть тѣла, которыя съ жадностью поглощаютъ содержащіеся въ воздухѣ водяные пары и черезъ это

измѣняются; эти тѣла называются гигроскопическими, т.-е. поглощающими влажность. Изъ тѣлъ неорганическихъ сюда относятся хлористый кальцій и поташъ, отчасти поваренная соль и уголь; изъ органическихъ веществъ — волосы, китовый усъ, струны и такъ-называемыя ости нѣкоторыхъ растеній.

Опытъ а. Если выставить на воздухъ поташъ или хлористый кальцій (солянокислую известь), то они жадно поглощаютъ изъ него водяныя пары и влѣдствіе этого расплываются. Поэтому, газы для осушенія пропускаются сквозь трубки, наполненныя хлористымъ кальціемъ.

Гигроскопическія явленія.

Влажность и сухость поваренной соли измѣняются, смотря по состоянію воздуха; соль, всосавшая или потлотившая известное количество пара, оказывается тяжеле на вѣсѣ; поэтому продавцы соли держатъ ее въ сырыхъ погребахъ, чтобы въ сухое время она не слишкомъ уменьшалась въ вѣсѣ. Въ сырую погоду частички угля, поднимающіяся изъ печей вмѣстѣ съ дымомъ тотчасъ по выходѣ изъ трубы, всасываютъ изъ воздуха водяной паръ, становятся тяжеле и падаютъ внизъ; поэтому, осѣданіе дыма при тихой погодѣ служитъ признакомъ сильной влажности воздуха.

Опытъ б. Волосы удлиняются на влажномъ воздухѣ, вбирая въ себя водяныя пары; это хорошо известно тѣмъ дамамъ, которыя носятъ локоны. Поэтому, по состоянію волоса можно судить о томъ, увеличилась или уменьшилась влажность воздуха. Для этого берется мягкій, свѣтлый человѣческій волосъ, довольно длинный, и опускается на сутки въ сѣрный эфиръ для выдѣленія жирныхъ веществъ. Чтобы сдѣлать расши-

фиг. 396.

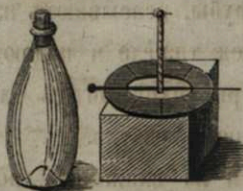


рение волоса болѣе замѣтнымъ, можно употреблять снарядъ, описанный въ § 348; волосъ помѣщается на то мѣсто, гдѣ была нить, одинъ конецъ его (на рисункѣ съ правой стороны) привязывается къ проволоку, утвержденной на подставкѣ, а другой — къ висящей проволоку. Последняя дѣйствуетъ, какъ чувствительный рычагъ, обнаруживая удлинненіе и укорачиваніе волоса въ большихъ размѣрахъ; она должна висѣть нѣсколько вкось, чтобы всѣмъ своимъ натягивать волосъ. Въ сырую погоду нижній конецъ рычага подвигается влѣво; когда же воздухъ сухъ, то волосъ укорачивается и отклоняетъ конецъ рычага вправо.

Предвѣща-
тель дождя.

Опытъ с. Небольшой кусочекъ кишечной струны размачивается въ водѣ; послѣ этого верхній конецъ его при-

фиг. 397.



крѣпляется къ горизонтальной проволоку и струна вытягивается въ отвѣсномъ направленіи. Нижній конецъ струны прокалывается иглою и въ отверстіе продѣвается тонкая палочка, которая должна висѣть горизонтально. При высыханіи, струна сокращается и поворачиваетъ палочку, движеніе которой можно наблюдать на подложенномъ снизу бумажномъ кружкѣ. Напротивъ, когда воздухъ становится влажнѣе, то струна закручивается и удлиняется.

Подобнымъ образомъ устроиваются снаряды, спо-

собные будто бы предвѣщать погоду. Струна помѣщается передъ дверцами маленькаго домика; на концѣ ея укрѣпляется поперечная палочка, или кружокъ; на одной сторонѣ палочки стоитъ мужская фигура съ лейкою въ рукахъ, а на другой—женщина съ распушеннымъ зонтикомъ. Когда воздухъ сухъ, то струна раскручивается и изъ дверей домика выходитъ мужчина; при влажномъ воздухѣ, струна закручивается выдвигаетъ наружу другой конецъ палочки, съ женщиною, и предвѣщаетъ дождь. Этотъ снарядъ очень скоро портится, потому-что отъ продолжительнаго закручиванія струны измѣняется положеніе палочки.

Опытъ d. Выбирается такой плодъ аистника (*Eg-*

Ость аист-
ника.

dium), у котораго была бы длинная, спиральная ость; потомъ, на кружкѣ бумаги чертится

фиг. 398.

кругъ, раздѣленный на нѣсколько частей; въ центрѣ круга дѣлается отверстие, въ него втыкается найденный плодъ; снарядъ вывѣшивается за окно.



Въ сырую погоду ость закручивается, пропитываясь водяными парами; при сухомъ же воздухѣ, она укорачивается и скручивается.

373. Гигрометръ и психрометръ. Описанные гигроскопическіе снаряды, вообще, довольно неточны. Болѣе точныхъ результатовъ можно достигнуть, охлаждая пары, содержащіяся въ атмосферѣ до тѣхъ-поръ, пока часть ихъ не перейдетъ въ капельножидкое состояніе.

Въ каждомъ пространствѣ, при опредѣленной температурѣ, можетъ заключаться только опредѣленное количество водяныхъ паровъ, и притомъ тѣмъ больше,

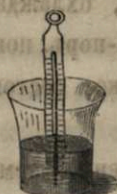
Сухой, влажный и насыщенный воздухъ.

чѣмъ выше температура этого пространства. Если воздухъ содержитъ столько паровъ, сколько онъ можетъ вмѣстить въ себѣ при данной температурѣ, то говорятъ, что онъ насыщенъ водяными парами; воздухъ называется влажнымъ, когда онъ при данной температурѣ близокъ къ состоянію насыщѣнія; сухимъ, когда онъ далекъ отъ такого состоянія. Отъ одного и того же количества паровъ, воздухъ получаетъ различную степень влажности въ зимній и въ теплый лѣтній день; воздухъ, который зимою оказывается весьма влажнымъ, въ лѣтнее время будетъ довольно сухъ. Это потому, что при высшей температурѣ онъ можетъ вмѣщать въ себѣ большее количество паровъ. Если масса воздуха насыщена влагою, то при малѣйшемъ охлажденіи, вся влага уже не можетъ оставаться въ видѣ паровъ; часть ея сгущается въ жидкость, въ видѣ росы или дождя. Обыкновенно воздухъ не бываетъ насыщенъ парами, но если охладить его, то при томъ же самомъ количествѣ паровъ онъ можетъ сдѣлаться насыщеннымъ. Можно опредѣлить ту температуру, при которой воздухъ съ тѣмъ количествомъ паровъ, какое въ немъ заключается, достигаетъ насыщѣнія.

Точка росы.

Опытъ.

Фиг. 399.



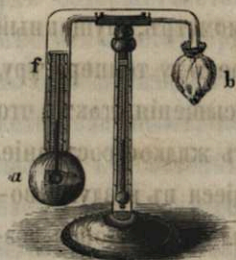
Въ стаканъ наливается немного воды, которая нѣсколько времени уже стояла и приняла температуру воздуха. Къ ней мало-по-малу прибавляютъ свѣжей, холодной ключевой воды, опускаютъ въ нее термометръ и взбалтываютъ. Вмѣстѣ съ водою охлаждается слой воздуха и паровъ, окружающій стекло.

При дальнѣйшемъ приливаніи холодной воды насту-

пить минута, когда наружная сторона стакана покроется мелкими каплями росы. Въ это время смотреть, сколько градусовъ показываетъ термометръ, опущенный въ жидкость. Ясно, что онъ указываетъ ту температуру, при которой пары достигаютъ насыщѣнія, такъ что часть ихъ начинаетъ переходить въ жидкое состояніе. Температура, при которой содержащіяся въ воздухѣ водяные пары начинаютъ сгущаться, или при которой воздухъ бываетъ насыщенъ водяными парами, называется точкою росы. Когда точка росы гораздо ниже температуры воздуха, то можно ожидать ясной погоды. Если температура воздуха 16 градусовъ, а появленіе росы на стаканѣ начинается при 10, то это значитъ, что атмосфера содержитъ въ себѣ такое количество паровъ, которое могло бы насыщать ее при температурѣ 10 градусовъ. Слѣдовательно, она можетъ еще принимать въ себя пары, и только тогда часть ихъ перейдетъ въ жидкое состояніе, когда температура понизится до 10 градусовъ.

Для опредѣленія точки росы употребляется гигро- Гигрометръ.
метръ Даниеля. На деревянной подставкѣ утверждается горизонтальная стеклянная трубка; концы ея загнуты внизъ и оканчиваются шариками. Одинъ шарикъ до половины наполненъ сѣрнымъ эфиромъ; въ него опускается маленькій термометръ, помѣщенный внутри трубки; снаружи шарикъ этотъ обведенъ по срединѣ чисто отполированнымъ золотымъ колечкомъ, на которомъ легче замѣтить появленіе росы. Другой шарикъ обертывается кисеею. Посредствомъ кипяченія эфира, изъ трубки выгоняется весь воздухъ, и въ ней остаются только пары эфира. Чтобы опредѣлить точку

Фиг. 400.



росы, обернутый шарикъ смачивается эфиромъ; отъ быстрого испаренія эфира, шарикъ охлаждается; пары эфира принимаютъ въ немъ жидкое состояніе и перестаютъ давить на поверхность эфира въ другомъ шарикѣ; отъ этого въ послѣднемъ испареніе усиливается и вълѣдствіе этого шарикъ охлаждается. Если нѣсколько разъ обернутый шарикъ смочить эфиромъ, то температура позолоченнаго шарика и окружающей его массы воздуха понизится до такой степени, что часть водяныхъ паровъ сгустится и осядетъ на золотомъ кольцѣ, въ видѣ нѣжной росы. Смотря на термометръ, помещенный въ трубкѣ, мы опредѣлимъ температуру появленія росы. Если она немного ниже температуры воздуха, то воздухъ близокъ къ состоянію насыщенія, и въ такомъ случаѣ можно ожидать дождя или снѣга.

Психометръ.

Психометръ Августа состоитъ изъ двухъ весьма тщательно приготовленныхъ термометровъ, на которыхъ обозначены десятыя части градусовъ. Они висятъ другъ подлѣ друга; одинъ показываетъ температуру воздуха; шарикъ другаго обернуть кисеей, которая спускается въ сосудъ съ водою, и благодаря волосности бываетъ постоянно влажна. Эта влага испаряется, и отъ того термометръ съ кисеею стоитъ ниже перваго. Еслибы оба термометра показывали одинаковое число градусовъ, то это значило бы, что нѣтъ никакого холода отъ испаренія, слѣдовательно нѣтъ и испаренія, т.-е. воздухъ насыщенъ. Напротивъ, чѣмъ ниже стоитъ

смоченный термометръ, тѣмъ больше холодъ отъ испаренія и тѣмъ сильнѣе испареніе; а тѣмъ сильнѣе испареніе, тѣмъ суше воздухъ. Итакъ, съ помощію психрометра мы измѣряемъ охлажденіе, происходящее при испареніи; по степени охлажденія, заключаемъ о скорости испаренія въ данномъ мѣстѣ, которое должно быть защищено отъ воздушнаго теченія, а отсюда судимъ о количествѣ паровъ въ атмосферѣ.

374. Роса и иней. Если зимою стаканъ изъ нетопленной комнаты перенести въ натопленную, то слои воздуха, окружающіе стаканъ, охлаждаются ниже точки росы; часть содержащихся въ нихъ водяныхъ паровъ, переходя въ жидкость, осѣдаетъ на стеклѣ, и стекло тускиѣетъ. Подобнымъ образомъ оконныя стекла потѣютъ, когда холодный наружный воздухъ охлаждаетъ ихъ до такой степени, что водяные пары, находящіеся въ комнатѣ, осѣдаютъ на стеклахъ въ видѣ капель. Въ жилыхъ комнатахъ гораздо болѣе паровъ, потому-что они образуются отчасти отъ дыханія, отчасти изъ кушанья; поэтому окна въ жилыхъ комнатахъ потѣютъ гораздо сильнѣе, чѣмъ въ пустыхъ. Образованіе росы представляетъ въ большихъ размѣрахъ то же самое, что и потѣніе оконъ.

Роса.

Опытъ а. Въ ясный и тихій лѣтній вечеръ, невысоко надъ землею устанавливается горизонтальный стеклянный кружокъ; его можно прикрѣпить къ пробкѣ, насаженной на палку. Если ночью не будетъ пасмурной, бурной погоды, то къ утру и верхняя и нижняя поверхности стекла покроются росой. Поэтому нельзя сказать, что роса упала, какъ говорятъ о влагѣ, падающей на оконныя стекла. Вѣрнѣе сказать, что

Почему
неправильно
говорить, что
роса падаетъ.

капли росы образовались отъ сгущенія тѣхъ самыхъ водяныхъ паровъ, которые уже и прежде, незамѣтно для насъ, окружали предметы, покрывшіеся росой.

Охлажденіе
почвы.

Опытъ в. Если по заходѣ солнца, передъ наступленіемъ ночи, въ которую можно ожидать росы, опустить термометръ въ траву еще не влажную, то увидимъ, что температура травы ниже, нежели температура воздуха. Въ свѣтлыя, тихія ночи предметы на поверхности земли становятся холоднѣе, нежели воздухъ, и оттого сгущаютъ окружающіе ихъ водяные пары нижнихъ слоевъ воздуха. Охлажденіе предшествуетъ появленію росы.

Неодинако-
вость охлаж-
денія.

Опытъ с. На небольшой высотѣ, надъ поверхностью земли вѣшается клочекъ шерсти и гладкій кусокъ металла. Въ это время, когда земля начинаетъ охлаждаться, опредѣляется температура обоихъ тѣлъ посредствомъ термометра; при этомъ окажется, что шерсть болѣе охладилась, нежели металлъ. Утромъ мы увидимъ, что шерсть покрылась росой, а металлъ не покрылся.

Всѣ предметы на поверхности земли испускаютъ лучи теплоты въ холодное воздушное пространство; этихъ лучей мы не видимъ, но они обнаруживаются различными явленіями. Вслѣдствіе такого лучеиспусканія теплоты, самыя тѣла охлаждаются, и вмѣстѣ съ тѣмъ охлаждаются и окружающіе ихъ пары. Однако, какъ видно изъ опыта, не всѣ тѣла въ одинаковой степени охлаждаются во время ночи, слѣдовательно не всѣ могутъ покрываться росой. Трава или листья, также стекло, бумага, перья и шерсть гораздо болѣе охлаждаются отъ ночнаго лучеиспусканія, нежели металлы,

даже болѣе чѣмъ песокъ и камни. Поэтому роса садится болѣею частію на листья и траву.

Опытъ d. Если выйти лѣтомъ рано утромъ на воз-
духъ, то можно замѣтить, что земля подъ большими
вѣтвями деревъ не бываетъ покрыта росой. Причина
этого открывается изъ слѣдующаго опыта. Въ вечер-

Роса не па-
даетъ при
облачномъ
небѣ и подъ
покрышкой.

Фиг. 401.



нее время, въ землю втыкаются четыре короткіе ко-
ла, такъ, чтобы вершины ихъ возвышались на полфута
надъ поверхностью земли; на нихъ кладется доска или
надъ ними натягивается платокъ. Если въ то время,
какъ окружающая трава охлаждается, изслѣдовать по-
средствомъ термометра температуру покрытой части
дерна, то послѣдняя оказывается выше, нежели тем-
пература окружающей мѣстности. Слѣдовательно, по-
крышка препятствуетъ охлажденію земли; поэтому са-
довники, для защиты нѣжныхъ растений отъ охлажденія,
раскидываютъ надъ ними соломенные рогожи; подъ та-
кими шатрами роса не образуется совсѣмъ.

Какъ ширма, поставленная передъ печью, отражаетъ
грѣющіе лучи и снова отдаетъ ихъ печи, такъ точно
и покрышка, растянута надъ травою, отдаетъ ей обрат-
но лучи теплоты. На этомъ основаніи, при облачномъ
небѣ не бываетъ росы.

Роса не падаетъ при вѣтряной погодѣ.

При вѣтряной погодѣ твердыя тѣла постоянно при-
ходятъ въ соприкосновеніе съ теплымъ воздухомъ и
отнимаютъ у него теплоту; поэтому воздухъ, проходя
мимо ихъ, не можетъ охлаждать ихъ до точки росы.

Иней.

Мы видѣли, что роса образуется отъ сгущенія водя-
ныхъ паровъ на тѣлахъ, охладившихся, вслѣдствіе ноч-
наго лученіспусканія, до точки росы. Когда же эти тѣла
охлаждаются ниже точки таянія льда, то происходитъ
иней. Иней есть замерзшая роса и состоитъ изъ тон-
кихъ ледяныхъ иголокъ; поэтому онъ образуется на
тѣхъ предметахъ, которые наиболѣе охлаждаются отъ
лученіспусканія, и не садится на тѣ растенія, которыя
въ позднюю осень бываютъ покрыты листьями.

Туманъ.

375. Туманъ и облака. Когда водяные пары, подни-
маясь вверхъ, достигаютъ болѣе холодныхъ и насы-
щенныхъ парами слоевъ воздуха, то происходятъ ту-
манъ и облака. Образованіе тумана въ маломъ видѣ
можно наблюдать надъ всякимъ сосудомъ съ горячею
водою. Паръ, поднимаясь изъ сосуда, достигаетъ болѣе
холодныхъ или влажныхъ слоевъ воздуха, и уже въ
самомъ воздухѣ, не прикасаясь къ твердымъ тѣламъ,
на половину сгущается и дѣлается видимымъ.

Въ большихъ размѣрахъ туманъ образуется преи-
мущественно въ осенніе вечера, надъ рѣками или озе-
рами, или надъ влажною землею. Вода, долѣе нежели
почва, сохраняетъ высокую температуру, поэтому отдѣ-
леніе изъ нея паровъ продолжается. Но воздухъ, сдѣ-
лавшись болѣе холоднымъ или болѣе влажнымъ, не
можетъ удерживать ихъ въ невидимомъ состояніи; они
начинаютъ сгущаться и являются въ переходной фор-
мѣ чрезвычайно мелкихъ, внутри пустыхъ водяныхъ

пузырьковъ. Подобно мыльнымъ пузырямъ, наполненные воздухомъ и покрытые тонкою водяною оболочкой, туманные пузырьки нѣкоторое время носятся въ атмосферѣ и потомъ опускаются внизъ. Если они падаютъ на часть почвы или воды, сравнительно съ ними болѣе теплую, то снова поднимаются въ видѣ пара и тумана. Такимъ-образомъ продолжительное существованіе тумана объясняется тѣмъ, что онъ то исчезаетъ, то опять восстанавливается.

Облака—тотъ же туманъ, только въ высшихъ слояхъ воздуха; а туманъ — ни что иное, какъ облака, лежащія на землѣ. Обитатели долинъ замѣчаютъ на вершинахъ горъ густыя облака, между-тѣмъ какъ путешественникъ, идущій по этимъ высотамъ, видитъ около себя туманъ. Пары, унесенные восходящимъ воздушнымъ теченіемъ, переходятъ въ туманъ, соприкасаясь съ болѣе холодными или насыщенными слоями воздуха. Облако замѣтно измѣняется въ формѣ и объемѣ; съ одной стороны часть водяныхъ пузырьковъ опускается внизъ и, достигая болѣе теплыхъ слоевъ воздуха, снова превращается въ пары; съ другой стороны къ облаку присоединяются новые водяные пузырьки. Даже цѣлое облако, опускаясь мало-по-малу въ болѣе теплые слои воздуха, можетъ исчезнуть и превратиться въ незамѣтный водяной паръ. Съ другой стороны, невидимая масса пара, уносимая вверхъ восходящимъ токомъ воздуха, образуетъ облака.

Облака.

Раздѣленіе облаковъ. Облака, по формѣ и другимъ свойствамъ, дѣлятся на четыре рода: на перистыя, кучевыя, слоистыя и дождевыя.

Раздѣленіе
облаковъ.

1) *Перистыя* облака носятъ выше, нежели все про-

ція, и вѣроятно состоятъ не изъ водяныхъ пузырьковъ, а изъ снѣжинокъ. По-крайней-мѣрѣ воздухоплаватели замѣчали на значительныхъ высотахъ массы облаковъ, представлявшіяся въ видѣ снѣжныхъ поверхностей. Никакія облака не представляютъ такого разнообразія въ формѣ и величинѣ, какъ перистыя. Они представляются то въ видѣ параллельныхъ волоконъ, то походятъ на перья, то переплетаются въ видѣ сѣтокъ, или завиваются въ пучки, имѣющіе видъ доконовъ. Перистыя облака прежде всѣхъ появляются послѣ совершенно ясной погоды на синемъ небѣ.

2) *Кучевыя* облака имѣютъ видъ полушарій нагроможденныхъ на горизонтальномъ основаніи. Они нерѣдко образуются въ ясную погоду, не задолго до полудня, и то уменьшаются, то увеличиваются въ объемѣ. Къ вечеру, когда воздухъ перестаетъ подниматься вверхъ, эти облака опускаются и нерѣдко совсѣмъ исчезаютъ, превращаясь въ паръ, такъ что небо совершенно прочищается. Иногда, напротивъ, они не исчезаютъ по захожденіи солнца, а становятся гуще и темнѣе: въ такомъ случаѣ они предвѣщаютъ бурю или дождь.

3) *Слоистыя* облака разстилаются надъ землею въ видѣ горизонтальныхъ пластовъ; они поднимаются по захожденіи солнца и расходятся вкось послѣ заката.

4) *Дождевое* облако происходитъ изъ большихъ кучевыхъ облаковъ, когда послѣднія увеличиваются въ объемѣ и образуютъ неправильныя, весьма густыя массы синевато-чернаго цвѣта.

Кругообраще-
ніе воды.

376. Дождь, снѣгъ и градъ. Испаряющаяся вода безпрерывно поднимается вверхъ; цѣлая треть той теплоты,

которая возбуждается на землѣ солнцемъ, употребляется только на то, чтобы способствовать испаренію моря. Вода поднимается вверхъ въ видѣ незамѣтнаго пара, и опять падаетъ на землю въ видѣ дождя, снѣга или града. Потомъ она снова несется въ море, или въ видѣ ручья, движущаго мельницу, или въ видѣ судоходной рѣки, и такимъ-образомъ совершаетъ непрерывное обращеніе въ водѣ, воздухѣ и землѣ.

Дождь. Дождевые облака теплымъ вѣтромъ поднимаются и проводятся далѣе. Но когда вѣтеръ утихаетъ, то дождевое облако опускается въ болѣе низкіе слои воздуха, которые вслѣдствіе сильнаго испаренія, производимаго теплымъ токомъ воздуха, бываютъ почти насыщены парами. При этомъ водяные пузырьки облака сливаются въ болѣе тяжелыя капли и падаютъ въ видѣ дождя. То же бываетъ въ томъ случаѣ, когда дождевое облако приходитъ въ соприкосновеніе съ болѣе холодными слоями воздуха. Для измѣренія количества дождя, падающаго въ извѣстномъ мѣстѣ, дождевая вода собирается въ цилиндрическіе сосуды и замѣчается высота, до которой они наполняются ею. Это та высота, на которой стояла бы вода на земной поверхности, еслибы не всасывалась и не испарялась. Количество дождя, выпадающаго въ данномъ мѣстѣ зависитъ отъ болѣе или мѣншей близости къ экватору, отъ близости моря и отъ высоты мѣста надъ поверхностью моря. У насъ годовое количество дождя простирается почти до двухъ футовъ, между-тѣмъ какъ въблизи экватора оно доходитъ до восьми футовъ высоты. На берегахъ выпадаетъ болѣе дождя, нежели внутри материковъ, потому-что тамъ количество образующихся паровъ будетъ значительнѣе;

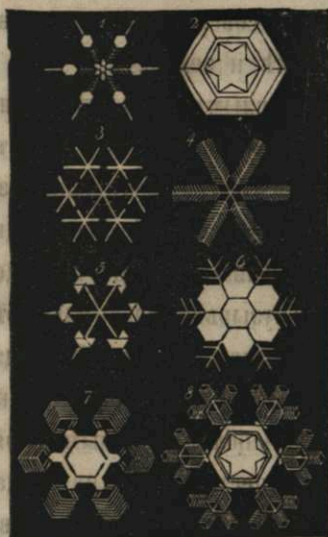
Дождь.

на горахъ падаетъ болѣе дождя, нежели въ равнинахъ. По величинѣ капель различаютъ мелкій, крупный и проливной дождь.

Снѣгъ.

Снѣгъ. Зимой водяные пары, переходя изъ болѣе теплыхъ мѣстъ въ холодные слои воздуха, температура которыхъ ниже точки замерзанія, превращаются не въ водяные пузырьки, а въ облака, состоящія изъ тонкихъ снѣжинокъ. Эти снѣжинки, отъ постоянного присоединенія къ нимъ замерзающаго водянаго пара, увеличиваются, становятся тяжелѣе и падаютъ внизъ, въ видѣ снѣжныхъ хлопьевъ. Если на холодномъ воздухѣ принять нѣсколько снѣжинокъ на

Фиг. 402.



стекло или на листъ темной бумаги и разсматривать ихъ въ увеличительное стекло, то увидимъ, что онѣ имѣютъ весьма правильный видъ. Основная форма во всѣхъ снѣжинкахъ — шестиугольная звѣзда, но она принимаетъ весьма разнообразныя видоизмѣненія.

Градъ.

Градъ. Что касается до града, то происхожденіе его до-сихъ-поръ еще не достаточно объяснено. Непонятно, откуда берется такой сильный холодъ, который въ теплый лѣтній день можетъ заморозить падающую изъ облаковъ воду, и какимъ образомъ зерна града могутъ такъ долго носиться въ воздухѣ, что достигаютъ

столь значительной величины. Градовая облака можно узнать по зазубреннымъ и какъ-бы оборваннымъ краямъ и по бѣловатому или сѣро-красноватому цвѣту; они ходятъ болѣею частию очень низко и сильно затемняютъ небо. Паденію града предшествуетъ особаго рода шумъ; наблюдатели, находившіеся на горахъ среди градоваго облака, замѣчали, что зерна града, плававшія въ воздухѣ, принимали кругообразное движеніе. Градъ обыкновенно падаетъ въ продолженіи нѣсколькихъ минутъ; съ быстротою бури распространяетъ онъ свое опустошительное дѣйствіе надъ узкой, длинной полосой земли. Полоса эта часто имѣетъ въ ширину не болѣе нѣсколькихъ сотенъ футовъ, а въ длину одну или нѣсколько миль; однако, во Франціи, въ 1788 году замѣченъ былъ страшный градъ, который прошелъ сотни миль въ длину, по двумъ отдѣльнымъ полосамъ, простиравшимся на милю въ ширину. Паденіе града постоянно сопровождается электрическими явленіями, бурей и грозой.

ПРИМѢНЕНІЕ ПАРОВЪ.

377. Употребленіе пара при вареніи, высушиваніи и отопленіи. Паръ, получаемый при кипѣніи, можетъ быть примѣненъ многоразличнымъ образомъ; при этомъ пользуются, или теплотою пара, или его переходомъ въ капельножидкое состояніе, или его упругостью. 1) При вареніи и отопленіи пользуются теплотою пара; 2) при перегонкѣ, посредствомъ охлажденія, заставляютъ его

Различныя
примѣненія
пара.

превращаться въ капельножидкое состояніе, чтобы получить перегнанную жидкость; 3) при паяльной лампѣ, дѣйствуетъ его упругость; 4) наконецъ, въ паровыхъ машинахъ пользуются переходомъ пара въ жидкое состояніе для того, чтобы получить безвоздушное пространство, или его упругостью, или же и тѣмъ и другимъ вмѣстѣ.

Вареніе по-
мощію пара.

Для того, чтобы сварить что-нибудь помощію пара, часть посуды наполняется водою; надъ водою помѣщается рѣшетчатое дно, а на него кладутся плоды, мясо или овощи; отверстіе сосуда бываетъ очень плотно закрыто, такъ что паръ можетъ выходить наружу только въ незначительномъ количествѣ. Далѣе, скрытую теплотою пара, которая соединяется съ нимъ при его образованіи и которую онъ снова отдаетъ

Высушиваніе.

переходя въ жидкость, пользуются для высушиванія легко воспламеняющихся тѣлъ, въ-особенности пороха, табаку, солода и крашенныхъ матерій, для поджариванія кофе и дегатированія суконъ. Сукно сжимается въ сыромъ холстѣ нагрѣтыми досками и пропиты-

Отапливаніе.

вается парами. При отапливаніи паромъ большаго зданія, въ нижнюю часть послѣдняго ставится со всѣхъ сторонъ закрытый паровой котель, въ которомъ кипитъ вода. Изъ котла паръ проводится по широкой металлической трубкѣ въ желѣзныя трубы, которыя помѣщаются въ нѣсколько наклонномъ положеніи внутри комнаты, или подъ поломъ. Пары, проходя по трубкамъ, сгущаются въ жидкость и отдаютъ металлу свою скрытую теплоту. Полученная вода стекаетъ въ котель; поэтому-то паропроводныя трубы имѣютъ нѣсколько косвенное положеніе. При такомъ способѣ отопленія

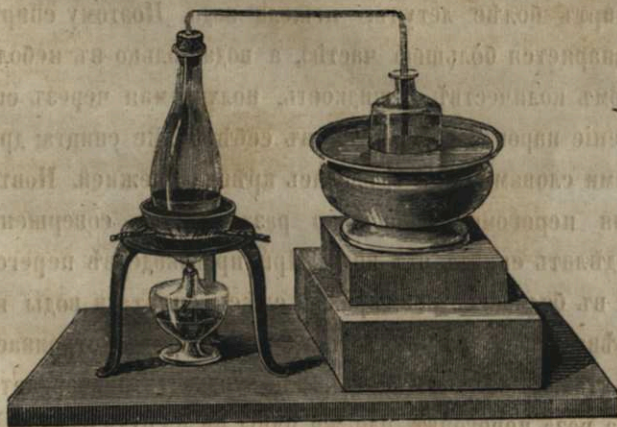
соблюдается экономія въ топливѣ, но это происходитъ вовсе не отъ употребленія пара, потому-что сколько теплоты отдаетъ паръ трубкамъ, столько же долженъ онъ предварительно получить ея черезъ нагрѣваніе. Причина сбереженія топлива состоитъ въ томъ, что при такомъ способѣ отопленія, вмѣсто нѣсколькихъ отдѣльныхъ очаговъ можно устроить одинъ большой и расположить его съ бѣльшимъ удобствомъ. На этомъ основаніи устроиваются русскія паровыя бани, а также и потовыя бани въ закрытыхъ ваннахъ.

378. Перегонка.

Опытъ. Въ стеклянную бутылочку наливается не-
много водки; она затыкается просверленною пробкою,

Перегонка.

фиг. 403.



въ которую вставляется короткое колѣно согнутой газопроводной трубки. Стлянка становится на треножникъ и нагрѣвается лампою. Для того, чтобы нагрѣваніе происходило медленно и равномерно, между стлянкою и треножникомъ помѣщается чашка, или листъ жести съ толстымъ слоемъ песку. Длинное ко-

лѣно трубки опускается въ пустой, открытый сосудъ, поставленный въ холодную воду. Если нагрѣвать стеклянку, то изъ нея поднимаются пары, которые, пройдя по трубкѣ въ холодный сосудъ, охлаждаются въ немъ и превращаются снова въ жидкость. Когда половина водки испарится, лампа удаляется и въ то же время снимаются песокъ и стеклянка. Жидкость, получаемая послѣ этого въ холодномъ сосудѣ, называется перегнанною. Водка состоитъ изъ смѣси спирта и воды. При нагрѣваніи, одна часть смѣси отдѣляется отъ другой, обращаясь въ пары; эти пары, при охлажденіи въ холодномъ сосудѣ, снова сгущаются въ жидкость и падаютъ на дно сосуда въ видѣ капель. Вода и спиртъ превращаются въ паръ не при одинаковой температурѣ: спиртъ болѣе летучъ, нежели вода. Поэтому спиртъ испаряется болѣею частію, а вода только въ небольшомъ количествѣ, и жидкость, получаемая черезъ сгущеніе паровъ, содержитъ въ себѣ болѣе спирта; другими словами, она сдѣлалась крѣпче прежней. Повторяя перегонку нѣсколько разъ, можно совершенно отдѣлить спиртъ отъ воды. При производствѣ перегонки въ большихъ размѣрахъ, смѣсь спирта и воды нагрѣвается въ мѣдныхъ сосудахъ. Снарядъ устроивается такимъ-образомъ, что, или жидкость подвергается два раза перегонкѣ, или же пары ея на пути нѣсколько охлаждаются, причемъ водяные пары переходятъ въ жидкое состояніе, а пары спирта, которые труднѣе сгущаются, проходятъ далѣе.

Посредствомъ перегонки можно отдѣлить не только болѣе летучія вещества отъ менѣе летучихъ, требующихъ для своего испаренія болѣе высокой температу-

ры, но также летучія вещества отъ совершенно не-летучихъ. Поэтому перегнанная вода бываетъ чище, нежели непереганная и не содержитъ въ себѣ зем-листыхъ соляныхъ частей, которыя при перегонкѣ остаются въ кипяильникѣ.

379. Паяльная лампа или золипила. При опытахъ нерѣдко приходится перегибать довольно толстыя стеклянныя трубки, для чего недостаточно пламя простой спиртовой лампы. Въ такихъ случаяхъ употребляется такъ-называемая паяльная лампа. Чтобы сдѣлать съ небольшими издержками подобный снарядъ, нужно заказать жестянныхъ дѣлъ мастеру цилиндрическій сосудъ изъ бѣлой жести, въ $2\frac{1}{2}$ дюйма ширины и такой же вышины; сосудъ долженъ быть со всѣхъ сторонъ закрытъ, только на верхнемъ днѣ его дѣлаются два отверстія, одно въ срединѣ, другое у краевъ. Къ первому припаивается коротенькая трубка; она вся находится вѣ цилиндра и закрывается пробкой. Въ другое отверстие впаивается узкая металлическая трубочка, которая идетъ вертикально сверху внизъ, потомъ загибается подъ прямымъ угломъ и оканчивается очень узкимъ отверстіемъ. Такой сосудъ наполняется до половины спиртомъ черезъ среднее отверстіе; потомъ цилиндръ плотно затыкается пробкой, помещается на треножникъ, и подъ него ставится небольшая металличе-ская лампа со спиртомъ, сверху совершенно открытая, или снабженная свѣтильной. Узкое отверстіе перегнутой трубки должно находиться передъ самымъ пламенемъ лампы. Вскорѣ спиртъ въ сосудѣ начнетъ ки-

Паяльная
лампа.

фиг. 404.



пѣть, пары вслѣдствіе своей упругости давятъ на воздухъ и выгоняютъ его черезъ трубку; вскорѣ потомъ и сами они вытѣсняются вновь прибывающими парами и съ нѣкоторымъ шумомъ выходятъ изъ трубки. Доходя до пламени лампы, пары спирта загораются и образуютъ длинное, горизонтальное пламя, обладающее чрезвычайно сильнымъ жаромъ. Пробка играетъ роль предварительнаго клапана; надобно чтобы въ случаѣ усиленія упругости паровъ, — она могла выскочить, иначе можетъ произойти взрывъ сосуда.

Трубка, которую требуется согнуть на паяльной лампѣ, должна быть совершенно суха. Она мало-по-малу подводится къ самому жаркому мѣсту пламени и безпрестанно поворачивается для того, чтобы нагрѣваніе шло равномернѣе. Затѣмъ, слегка нажимая, пробуютъ подается ли стекло, и если подается, то медленно сгибаютъ трубку.

Атмосферныя
паровыя
машины.
Опытъ Сѣври.

380. Атмосферныя паровыя машины.

Опытъ а. Въ пробирную трубочку наливается немного спирта и она осторожно нагрѣвается на лампѣ. Жидкость начинаетъ кипѣть и паръ выходитъ изъ отверстія трубки. Въ это



фиг. 405.

самое время, трубочка оборачивается и быстро погружается открытымъ концомъ въ сосудъ съ водою. Такъ-

какъ атмосферный воздухъ вытѣсненъ изъ трубки парами, а послѣдніе, отъ прикосновенія съ холодною водою, охлаждаются и переходятъ въ жидкость, то въ трубочкѣ образуется безвоздушное пространство. Дѣй-

ствиемъ атмосфернаго давленія на поверхность воды, вода съ значительною силою вгоняется въ это пространство и поднимается въ пробирной трубчкѣ почти до-верху.

Этотъ опытъ навелъ на мысль воспользоваться сгущениемъ пара для образованія пустаго пространства и употреблять воздушное давленіе, какъ двигательную силу. Капитанъ Сёври, изобрѣтатель паровыхъ машинъ, объѣдалъ однажды въ гостиницѣ, и велѣлъ подать умывальникъ, чтобы вымыть руки; на огнѣ стояла бутылка съ остатками вина. Вино закипѣло и изъ отверстія бутылки начали выходить пары. Сёври вздумалъ испытать, что произойдетъ, если оборотить сткланку и опустить ее отверстіемъ въ воду. Онъ надѣлъ перчатку, взялъ въ руку горячую бутылку и погрузилъ ее верхнимъ концомъ въ умывальный тазъ; вода тотчасъ устремилась въ бутылку и наполнила ее. Въ 1699 году, Сёври устроилъ машину для выкачиванія воды, накопившейся въ одномъ рудникѣ. Пары, образовавшіеся въ котлѣ, проходили въ трубку; при охлажденіи ихъ происходило пустое пространство и вода поднималась въ него, побуждаемая давленіемъ атмосферы. Вскорѣ въ этомъ несовершенномъ снарядѣ было сдѣлано существенное улучшение.

Опытъ b. На концѣ деревянной палочки вырѣзывается желобокъ въ палецъ шириною; онъ обматывается льномъ или паклей, вымазанной саломъ, и такимъ образомъ получается поршень, довольно туго входящій въ пробирную трубку. Чтобы удобнѣе было держать трубку, она обматывается тесемками; потомъ, еще не вдвигая поршня, сильно кипятятъ въ ней небольшое

Опытъ
Напена.

фиг. 406. количество воды. Когда пары выгоняютъ изъ трубочки весь воздухъ, поршень вдвигается, лампа удаляется и трубка охлаждается, для чего къ ней прикасаются мокрой рукой. Поршень тотчасъ опускается. Въ трубочкѣ находились только водяные пары, весь воздухъ былъ вытѣсненъ ими; при охлажденіи, эти пары сгустились и образовали воду. Кубическій футъ пара даетъ только одинъ кубическій дюймъ воды; другими словами, послѣ сгущенія паръ занимаетъ почти въ 1700 разъ меньшее пространство. Поэтому подъ поршнемъ образуется пустота. На нее дѣйствуетъ давленіе атмосфернаго воздуха, и это давленіе подвигаетъ поршень сверху внизъ. Какимъ-образомъ поршень можетъ двигаться снизу вверхъ, покажетъ одинъ изъ слѣдующихъ опытовъ, который дѣлается съ тѣмъ же самымъ снарядомъ.

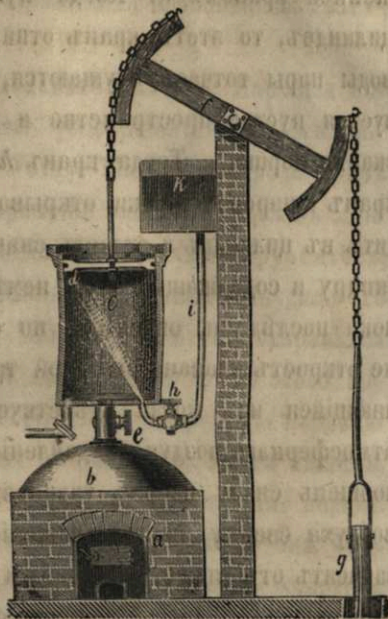


Атмосферная
машина Нью-
комена.

Изобрѣтеніе Сѣври было усовершенствовано англичаниномъ Ньюкоменомъ, который подобно Сѣври заставлялъ дѣйствовать на поршень давленіе атмосфернаго воздуха. Атмосферная паровая машина Ньюкомена имѣетъ слѣдующее устройство. Надъ большимъ очагомъ вдѣлывается желѣзный паровой котелъ, со всѣхъ сторонъ закрытый и назначенный для образованія пара. Изъ верхней части котла выходитъ паровая труба, снабженная краномъ *I*, для того чтобы можно было попеременно, то пропускать пары, то запираетъ трубку. Паровая труба входитъ въ нижнее дно широкаго пароваго цилиндра *C*, сдѣланнаго изъ желѣза. Цилиндръ вверху открытъ и представляетъ доступъ атмосферному воздуху, который сверху давитъ на поршень, двигающійся въ паровомъ

цилиндрѣ. Поршень прикрѣпляется посредствомъ цѣпи къ одному концу толстаго коромысла и при опусканіи двигаетъ его внизъ; къ другому концу коромысла привѣшена тяжесть и стержень насоса *g*, приводимый въ движеніе машиною. Привѣсъ и стержень насоса бывають такъ тяжелы, что опускаются и поднимають поршень, если съ противоположной стороны не препятствуетъ этому какая-нибудь другая сила.

Фиг. 407.



Въ то время, когда поршень находится въ верхней части пароваго цилиндра, кранъ паровой трубки *l* открывается и паръ, входя въ цилиндръ, наполняетъ пространство подъ поршнемъ. При этомъ воздухъ, находившійся прежде подъ поршнемъ (а впоследствии и вода), выходитъ изъ нижней части цилиндра наружу, черезъ отводную трубку (на рисункѣ слѣва). Нижний конецъ этой трубки опускается въ сосудъ съ водою и тамъ запирается клапаномъ, открывающимся вверхъ. Когда паръ впускается, то кранъ паровой трубки *l* запирается, а въ паровой цилиндръ впускается холодная вода изъ особеннаго резервуара *K*. Резервуаръ *K* находится вверху, надъ цилиндромъ, и соединяется съ нимъ посредствомъ особой трубки, снаб-

Дѣйствіе
машины.

женной краномъ *h*. Когда нужно впустить воду въ цилиндръ, то этотъ кранъ отпирается. Отъ холодной воды пары тотчасъ сгущаются, подъ поршнемъ образуется пустое пространство и давленіе воздуха опускаетъ поршень. Тогда кранъ *h* снова закрывается, а кранъ *l* паровой трубки открывается; паръ снова входитъ въ цилиндръ и отдаетъ сначала свою теплоту цилиндру и содержащейся въ немъ водѣ, до-тѣхъ-поръ, пока послѣдняя, опускаясь по своей тяжести внизъ, не откроетъ клапана отводной трубки. Паръ, устремляющійся изъ котла, дѣйствуетъ немного сильнѣе атмосфернаго воздуха, и давленіе производимое имъ на поршень снизу вверхъ уравнивается давленіемъ воздуха сверху внизъ; движеніе же поршня вверхъ зависитъ отъ тяжести привѣса и стержня насоса, которые опускаютъ другой конецъ коромысла. Итакъ, поднятіе поршня производится силою тяжести. Въ этой машинѣ паръ вовсе не дѣйствуетъ, какъ двигательная сила, но служить только для образованія пустаго пространства, на которое и дѣйствуетъ давленіе атмосфернаго воздуха. Машина Ньюкомена и теперь еще иногда употребляется, подъ именемъ атмосферной паровой машины, для выкачиванія большихъ массъ воды.

Изобрѣтеніе
задвиги.

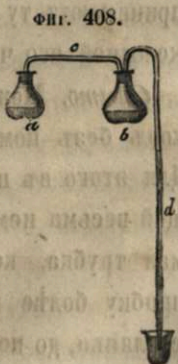
Одинъ мальчикъ, по имени Гомфри Пёттеръ, наскучивъ попеременно открывать и закрывать краны машины, придумалъ средство заставить самую машину выполнять эту работу. Онъ привязалъ къ ручкамъ обоихъ крановъ веревочки и привязалъ ихъ къ коромыслу; коромысло, при своемъ движеніи, тянуло за веревочки и сообщало кранамъ надлежащее положеніе. Механизмъ, посредствомъ котораго сама паровая машина откры-

ваетъ и запираетъ свои краны или клапаны, называется задвижкой.

381. Изобрѣтеніе холодильника Уаттомъ. Паровыя машины настоящимъ своимъ усовершенствованіемъ обязаны механику Джеймсу Уатту. Уаттъ былъ родомъ изъ Шотландіи, нѣсколько времени занимался онъ въ Лондонѣ приготовленіемъ математическихъ инструментовъ; потомъ разстроенное состояніе здоровья вынудило его снова возвратиться въ Шотландію, и онъ отправился въ Глазго. Зимой 1764 года, университетъ этого города предложилъ ему исправить атмосферную паровую машину. Приведя машину въ движеніе, Уаттъ нашелъ, что расходъ топлива и паровъ былъ страшно великъ въ сравненіи съ работою машины. Вскорѣ онъ убѣдился, что это происходило отъ впрыскиванія холодной воды въ паровой цилиндръ. Послѣ каждого опусканія поршня, большое количество пара тратилось на то, чтобы снова разогрѣть охлажденный цилиндръ до точки кипѣнія. Уаттъ сталъ придумывать, какимъ бы образомъ сгущать паръ, не охлаждая цилиндра.

Холодиль-
никъ.

Слѣдующій опытъ навелъ его на мысль, производить сгущеніе пара въ особенномъ сосудѣ. Онъ наполнилъ часть стеклянки (а) водою и сквозь просверленную пробку стеклянки провелъ трубочку, которая входила въ пробку другой пустой стеклянки (б). Последняя, кромѣ того, сообщалась съ атмосфернымъ воздухомъ посредствомъ длинной барометрической трубки d, спускавшейся внизъ. При нагрѣваніи обѣихъ стеклянокъ (а) и (б), пары, отдѣля-

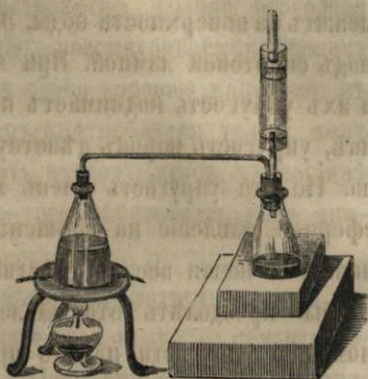


шіеся изъ воды, выгоняли изъ прибора весь воздухъ. Послѣ этого длинная трубка погружалась въ сосудъ съ ртутью, а обѣ стеклянки въ холодную воду; пары тотчасъ сгущались, происходило пустое пространство, и воздушное давленіе поднимало ртуть въ длинной трубкѣ. Потомъ Уаттъ снова нагревалъ обѣ стеклянки до-тѣхъ-поръ, пока упругость водяныхъ паровъ не понижала совершенно ртуть; но вмѣсто-того, чтобы по прежнему охлаждать обѣ стеклянки, онъ ставилъ въ холодную воду одну изъ нихъ; оказывалось, что при этомъ пары точно также сгущались и что ртуть поднималась до такой же высоты, какъ и прежде. Когда часть пространства, наполненнаго паромъ, становится холоднѣе, то въ ней происходитъ превращеніе пара въ воду и вмѣстѣ съ тѣмъ образованіе пустого пространства; но пары, стремясь расшириться, тотчасъ притекаютъ въ эту пустоту и въ свою очередь охлаждаются и сгущаются. Такимъ-образомъ вся масса пара, влѣдствіе своей упругости, быстро переходитъ въ холодное пустое пространство и сгущается въ немъ. Изъ описаннаго опыта Уаттъ вывелъ законъ, что въ закрытомъ пространствѣ пары принимаютъ ту форму, какая соответствуетъ наиболѣе холодной его части.

Опытъ. Можно также подтвердить сказанный законъ безъ помощи ртути и барометрической трубки. Для этого въ пробку одной изъ стклянокъ, заключающей весьма немного воды, вставляется короткая, прямая трубка, которая другимъ концомъ входитъ въ пробку болѣе широкой вертикальной трубки. Другая стеклянка, до половины наполненная водою, нагреваетъ

Фиг. 409.

ся; воздухъ и пары переходятъ изъ нея въ правую стеклянку, нагреваютъ ее и потомъ переходятъ въ широкую трубку. Когда пары начнутъ выходить изъ нея вверхъ въ видѣ тумана, то въ нее вставляется поршень (приготовленный такъ же, какъ въ опытѣ 308 б), и удаляется лампа;



сгущеніе пара производится тѣмъ, что къ правой стеклянкѣ прикасаются мокрой тряпкой. При этомъ поршень тотчасъ опускается, потому-что отъ охлажденія стеклянки сгущаются также и пары въ трубкѣ.

Слѣдовательно можно избѣжать охлажденія пароваго цилиндра, сгущая пары въ особенномъ, соединенномъ съ нимъ, сосудѣ. Уаттъ устроилъ въ паровой машинѣ со всѣхъ сторонъ закрытый металлическій сосудъ, назначенный для сгущенія пара, и тѣмъ произвелъ въ ней существенное улучшение. Сосудъ этотъ, получившій названіе холодильника, помѣщается въ резервуарѣ съ холодною водою. Вода впускается въ холодильникъ черезъ боковую трубку и оттуда, вмѣстѣ съ содержащимся въ немъ воздухомъ, выкачивается посредствомъ насоса, такъ-называемаго воздушнаго насоса.

332. Примѣненіе пара, какъ движущей силы.

Опытъ. Берется пробная трубочка (описанная въ

Паръ, какъ движущая сила.

опытъ 380, *b*), изъ которой выгоняется весь воздухъ; тогда поршень занимаетъ самое нижнее положеніе, т.-е. лежитъ на поверхности воды. Эта трубочка нагрѣвается надъ спиртовой лампой. При этомъ образуются пары и ихъ упругость поднимаетъ поршень. Въ этомъ случаѣ, упругость паровъ дѣйствуетъ, какъ движущая сила. Но эта упругость очень мало превышаетъ атмосферное давленіе на поршень, дѣйствующее сверху внизъ, и почти все ея дѣйствіе употребляется на то, чтобы преодолѣть это давленіе. Для того, чтобы помощію упругости паровъ произвести какую-нибудь другую работу, необходимо, чтобы надъ поршнемъ было безвоздушное пространство. Впрочемъ, охлаждая и вновь производя пары въ нашемъ снарядѣ, можно заставить поршень нѣсколько опускаться влѣдствіе воздушнаго давленія, и снова подниматься отъ дѣйствія упругости паровъ.

Закрытіе пароваго цилиндра.

Второе усовершенствованіе, сдѣланное въ паровой машинѣ Уаттомъ, состояло въ томъ, что для приведенія въ дѣйствіе поршня, онъ воспользовался не давленіемъ атмосферы, а упругостью пара. Уаттъ замѣтилъ, что температура пароваго цилиндра понижается при каждомъ опусканіи поршня влѣдствіе того, что воздухъ проникаетъ сверху въ цилиндръ; вновь прибывающій паръ, нагрѣвая снова охлажденный цилиндръ, теряетъ свою теплоту и частію переходитъ въ жидкое состояніе. Чтобы устранить эту потерю пара, Уаттъ плотно закрылъ паровой цилиндръ сверху. Стержень поршня проходилъ сквозь втулку, вдѣланную въ отверстіе крышки. Втулка была набита льномъ и паклей, пропитанными жиромъ, и не пропускала паровъ наружу. Паръ устремлялся на пор-

шень и упругостью своею заставлялъ его опускаться, между-тѣмъ какъ подъ поршнемъ, отъ сгущенія пара, образовалось пустое пространство. Только благодаря этому важному измѣненію, разсматриваемая машина стала въ полномъ смыслѣ слова паровою машиною; въ атмосферной машинѣ паръ употреблялся только какъ легкое средство образовать пустоту; здѣсь, въ машинѣ Уатта, онъ сталъ кромѣ-того дѣйствовать какъ движущая сила.

Обстоятельства Уатта были такъ затруднительны, что онъ принужденъ былъ дѣлать свои опыты съ самыми незначительными средствами. Наконецъ, при помощи одного предпріимчиваго друга, онъ устроилъ машину для угольныхъ копей въ Шотландіи; эта машина много разъ подвергалась улучшеніямъ и достигла значительнаго совершенства. Разстройство въ дѣлахъ друга, снова лишило Уатта всѣхъ средствъ; онъ уже хотѣлъ-было бросить всѣ свои предпріятія, какъ-вдругъ судьба послала ему новаго товарища, богатаго и свѣдущаго, который умѣлъ пустить въ ходъ его изобрѣтеніе. Это былъ Бѣлтонъ, незадолго передъ тѣмъ открывшій заводъ въ Сого, близъ Бирмингэма. Вдвоемъ съ Уаттомъ, они устроили фабрику паровыхъ машинъ и новыя машины ихъ издѣлія стали быстро раскупаться.

383. Машина двойнаго дѣйствія. Распределение пара Паровыя машины двойнаго дѣйствія.
(задвигка).

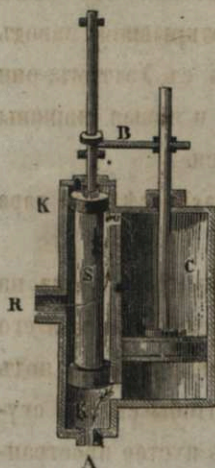
Въ первыхъ машинахъ Уатта паръ дѣйствовалъ на поршень своею упругостью только сверху, опуская его внизъ; между-тѣмъ какъ пары, находящіеся подъ поршнемъ, служили только для того, чтобы своимъ сгущеніемъ въ холодильникѣ образовать пустое простран-

ство. Слѣдовательно, такая машина, также какъ и атмосферная, дѣйствовала только при опусканіи поршня; поднятіе же поршня производилось грузомъ, привѣшеннымъ къ другому концу коромысла. Изъ этой машины съ простымъ дѣйствіемъ, Уаттъ впоследствии создалъ машину двойнаго дѣйствія, въ которой движеніе поршня, какъ внизъ, такъ и вверхъ, производится упругостью пара, причемъ попеременно, то подъ поршнемъ, то надъ нимъ, образуется пустое пространство.

Распределе-
ніе пара (за-
движка).

Для этого нужно было придумать такой механизмъ, посредствомъ котораго свѣжій паръ проводился бы изъ котла, то на верхнюю, то на нижнюю сторону поршня, и въ то же время потребленный паръ отводился бы съ противоположной стороны поршня въ холодильникъ. Этотъ механизмъ, получившій названіе золотника, существуетъ, съ различными измѣненіями, во всѣхъ паровыхъ машинахъ. Паръ изъ котла проходитъ не прямо въ паровой цилиндръ, но изъ паровой трубки *R* вступаетъ

Фиг. 410.



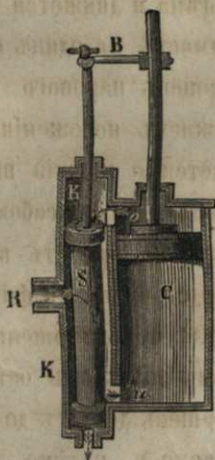
сначала въ закрытый приѣмникъ — паровой ящикъ *K*, прилегающій къ самому цилиндру *C*. Изъ пароваго ящика въ цилиндръ ведутъ два отверстія *o* и *u*, одно у верхняго, другое у нижняго дна цилиндра. Кромѣ-того, посредствомъ трубки *A*, паровой ящикъ соединяется съ холодильникомъ (онъ не изображенъ на чертежѣ), устроеннымъ подъ паровымъ цилиндромъ. Въ паровомъ ящикѣ находится золотникъ *S*, состав-

ляющей самую существенную часть механизма. Онъ служитъ для того, чтобы впускать на одну сторону поршня паръ, идущій изъ котла, и въ то же время съ другой стороны поршня выпускать паръ въ холодильникъ для сгущенія. Золотникъ состоитъ изъ трубки открытой съ обѣихъ сторонъ; въ срединѣ она уже, нежели паровой ящикъ, такъ что паръ, идущій изъ котла черезъ трубку *R*, обходитъ всегда кругомъ средней части золотника и наполняетъ внутренность пароваго ящика. Трубка *S* оканчивается сверху и снизу болѣе широкими выступами, которые плотно прилегаютъ къ внутреннимъ стѣнкамъ пароваго ящика. Такимъ-образомъ золотникъ состоитъ какъ-бы изъ двухъ поршней, вдвинутыхъ въ оба отверстія открытой трубки.

Когда золотникъ поднять (см. фиг. 410), то выступы или поршни его лежатъ выше отверстій, соединяющихъ паровой ящикъ съ цилиндромъ. Свѣжій паръ, обходя среднюю часть трубки *S* и встрѣчая внизу препятствіе отъ нижняго выступа, идетъ въ цилиндръ черезъ верхнее отверстіе и давитъ на верхнюю поверхность поршня, отчего поршень опускается. Въ то же время паръ, наполнившій нижнюю часть цилиндра, выходитъ черезъ нижнее отверстіе *U* въ паровой ящикъ, а оттуда, черезъ трубку *A*, въ холодильникъ, гдѣ и подвергается сгущенію.

Напротивъ, когда золотникъ опущенъ, то выступы его при-

фиг. 411, а.



ходятся ниже отверстій *o* и *и*, какъ представлено на фиг. 411 *a*. Свѣжіе пары точно такъ же обходятъ среднюю часть золотника. Верхній выступъ не позволяетъ имъ проходить въ отверстіе *o*; поэтому они проходятъ черезъ отверстіе *и* въ нижнюю часть цилиндра и заставляютъ поршень подниматься. Въ то же время паръ, который долженъ сгуститься, устремляется черезъ отверстіе *o* въ паровой ящикъ *U* и, не находя другаго пути, проходитъ внутри золотника въ холодильникъ.

Механизмъ,
сообщающій
движеніе
золотнику.

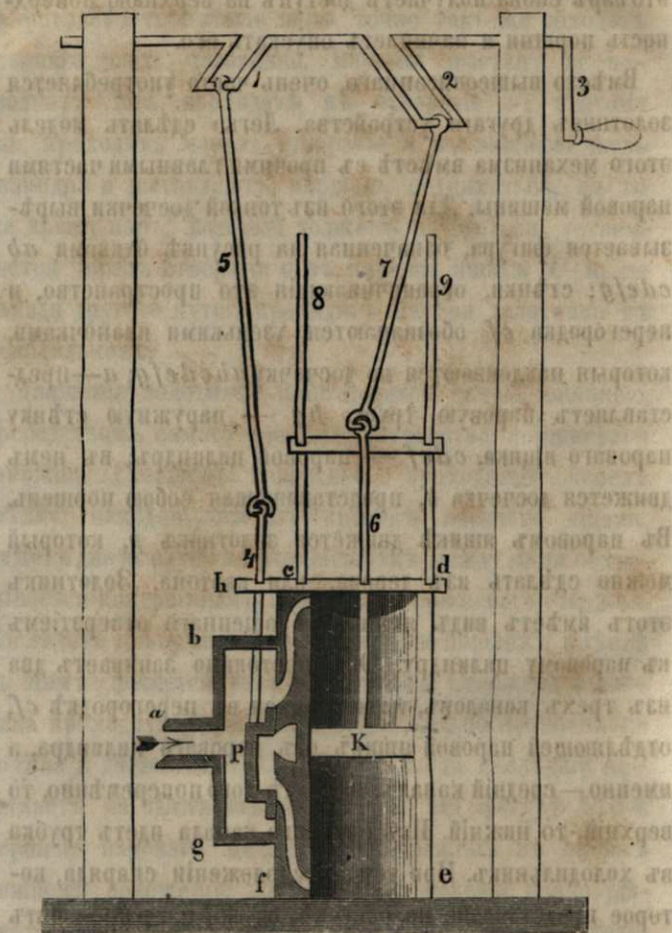
Движеніе золотника производится самою машиною, посредствомъ самаго простаго устройства поршневого стержня. Стержень золотника, проходящій черезъ втулку, находящуюся въ крышкѣ пароваго ящика, имѣетъ два выступа и въ промежуткѣ между ними обхватывается поперечнымъ колѣномъ поршневого стержня. Последнее прикрѣпляется къ стержню поршня и вмѣстѣ съ нимъ движется вверхъ и внизъ. Стержень золотника проходитъ довольно свободно кольцо поперечнаго колѣна и движется только тогда, когда послѣдній нажимаетъ на одинъ изъ выступовъ. На фигурѣ 410-й поршень пароваго цилиндра изображенъ въ самомъ нижнемъ положеніи; въ это время боковое плечо ударяется о нижній выступъ стержня золотника и увлекаетъ его за собою внизъ до-тѣхъ-поръ, пока золотникъ не придетъ въ самое нижнее положеніе, какъ представлено на фиг. 411, *a*. Тогда паръ входитъ изъ котла подъ поршень и подвигаетъ его вверхъ, между-тѣмъ золотникъ остается на одномъ мѣстѣ. Но когда поршень дойдетъ до своего высшаго положенія, то поперечное колѣно нажимаетъ на верхній выступъ

стержня золотника и увлекаетъ его кверху. Черезъ это паръ снова получаетъ доступъ на верхнюю поверхность поршня и начинаетъ опускаться его.

Вмѣсто вышеописаннаго, очень часто употребляется золотникъ другого устройства. Легко сдѣлать модель этого механизма вмѣстѣ съ прочими главными частями паровой машины. Для этого изъ тонкой досечки вырѣзывается фигура, означенная на рисункѣ буквами *ab cdefg*; стѣнки, ограничивающія это пространство, и перегородка *cf* обозначаются узенькими планочками, которыя наклеиваются на досечку *ab cdefg*; *a*—представляетъ паровую трубу, *bg* — наружную стѣнку пароваго ящика, *cdef* — паровой цилиндръ; въ немъ движется досечка *k*, представляющая собою поршень. Въ паровомъ ящикѣ движется золотникъ *p*, который можно сдѣлать изъ дерева, или картона. Золотникъ этотъ имѣетъ видъ ящика, обращеннаго отверзтіемъ къ паровому цилиндру. Онъ постоянно запираетъ два изъ трехъ каналовъ, находящихся въ перегородкѣ *cf*, отдѣляющей паровой ящикъ отъ пароваго цилиндра, а именно — средній каналъ, и кромѣ-того попеременно, то верхній, то нижній. Изъ средняго канала идетъ трубка въ холодильникъ. При томъ расположеніи снаряда, которое представлено на рисункѣ, свѣжій паръ проходитъ черезъ верхній каналъ на верхнюю поверхность поршня, а паръ, находившійся подъ поршнемъ, выходитъ по нижнему каналу въ ящикъ золотника, а отсюда по среднему каналу—въ холодильникъ. Эти каналы нужно вырѣзывать уже тогда, когда вся модель готова, чтобы лучше сообразоваться съ тѣми положеніями, которыя принимаетъ золотникъ *p*. Внутренность цилиндра

Модель
задвигки.

Фиг. 411, б.



и парового ящика можно оклеить черной бумагой; выдающиеся планочки покрываются бѣлой, а каналъ черной краской. Движеніе поршня и золотника производится посредствомъ кривошиповъ 1 и 2. Оба эти кривошипа образуются изъ изгибовъ одной проволоки, расположенныхъ другъ къ другу подъ прямымъ угломъ,

такъ что когда большій кривошипъ 2 имѣетъ горизонтальное положеніе, то меньшій 1—вертикальное. Меньшій кривошипъ сообщаетъ движеніе золотнику; большій 2 приводитъ въ движеніе поршень и по длинѣ равняется половинѣ поршневаго стержня 6. Стержень этотъ дѣлается изъ проволоки и оканчивается вверху ушкомъ или колечкомъ; длина стержня равняется длинѣ пароваго цилиндра *cdef*, онъ проходитъ черезъ наклеенную планочку *hcd*. На этой планочкѣ укрѣплены двѣ вертикальныя проволоки 8 и 9; онѣ направляютъ стержень поршня по прямому направленію и не даютъ ему уклоняться въ стороны. Эти проволоки проходятъ сквозь отверстія деревянной перекладины, прикрѣпленной къ стержню поршня. При движеніи поршня, перекладина скользитъ по проволокамъ вверхъ и внизъ. Стержень 7, такъ-называемый шатунъ, дѣлается изъ дерева, онъ долженъ быть почти втрое длиннѣе поршневаго стержня, и оканчивается внизу небольшою вилочкой; въ нее вставляется проволочный штифтикъ, на которомъ виситъ стержень поршня. Такой же вилочкой оканчивается другой шатунъ 5. Паровой цилиндръ утверждается на доскѣ; на ней устанавливаются двѣ подпорки, въ отверстія которыхъ вкладывается проволока съ кривошипами 1 и 2. На этой проволоцѣ дѣлается еще рукоятка 3; поворачивая послѣднюю, можно приводить въ движеніе поршень и золотникъ.

384. Приводы въ паровой машинѣ Уатта.

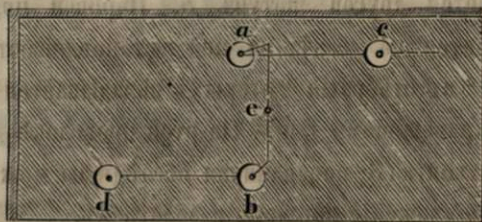
Уаттовъ параллелограмъ.

а. Уаттовъ параллелограмъ. Въ машинахъ несовершенныхъ, которыя дѣйствовали только при опусканіи поршня, послѣдній привѣшивался на цѣпи къ одному концу коромысла и тянулъ его внизъ. Въ ма-

шинѣ двойнаго дѣйствія, которая приводитъ коромысло въ движеніе не только при опусканіи, но и при поднятіи поршня, необходимо было какъ-нибудь иначе прикрѣпить поршень къ коромыслу. Соединить его непосредственно съ самымъ коромысломъ было невозможно. Въ-самомъ-дѣлѣ, конецъ коромысла движется вверхъ и внизъ по дугѣ круга, уклоняясь отъ вертикальной линіи то на правую, то на лѣвую сторону. Поршневой же стержень долженъ подниматься и опускаться совершенно по прямой, вертикальной линіи; еслибы онъ уклонялся направо и налѣво, то скоро испортилъ бы втулку въ крышкѣ пароваго цилиндра, такъ что паръ началъ бы выходить наружу и движеніе поршня прекратилось. Нужно было придумать, какимъ-образомъ прямолинейное движеніе вверхъ и внизъ превратить въ то круговое качательное движеніе, какое долженъ имѣть конецъ коромысла.

Опытъ. Берутся три проволоки ac , bd , и ab ; концы двухъ первыхъ протыкаются въ горизонтальномъ

фиг. 412.



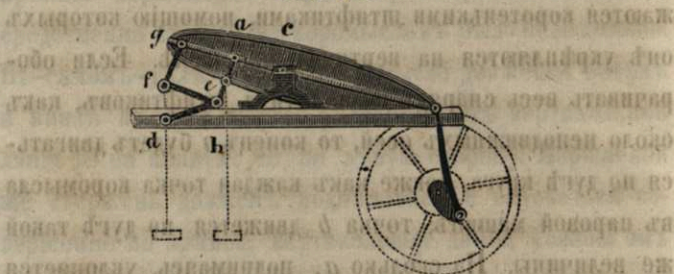
направленіи черезъ пробки c и d . На другіе концы этихъ проволокъ насаживаются пробки a и b , просверленные въ срединѣ, перпендикулярно къ наблюдателю. Въ эти пробки довольно свободно вкладывается третья проволока ab , дважды изогнутая подъ прямыми угла-

ми. Разстоянія ac и bd должны быть совершенно равны. Средине e , изогнутой проволоки ab , обозначается небольшимъ кусочкомъ пробки. Пробки c и d , на противоположной отъ наблюдателя сторонѣ, снабжаются коротенькими штифтиками, помощію которыхъ онѣ укрѣпляются на вертикальной доскѣ. Если оборачивать весь снарядъ около этихъ штифтиковъ, какъ около неподвижныхъ осей, то конецъ a будетъ двигаться по дугѣ круга, также какъ каждая точка коромысла въ паровой машинѣ; точка b движется по дугѣ такой же величины. На сколько a , поднимаясь, уклоняется отъ вертикальной линіи вправо, на столько b отходитъ влево; при этомъ проволока ab оборачивается около своей середины e , а самая точка e поднимается по вертикальной прямой линіи. Легко установить снарядъ такимъ-образомъ, чтобы точка e двигалась вдоль по вертикальной линіи, начерченной на доскѣ. Еслибы точка a принадлежала коромыслу паровой машины, то стержень, прикрѣпленный въ e , двигался бы вверхъ и внизъ по вертикальному направленію, а увлекаемый имъ конецъ коромысла качался бы по дугѣ круга.

Тотъ же самый механизмъ мы находимъ и на рисункѣ 413. Разстояніе ac составляетъ четвертую часть длины коромысла, стержень bd , такой же длины; ось его d вдѣлана въ станокъ паровой машины. ab соединительный стержень. Средине e соединительнаго стержня есть та точка, къ которой посредствомъ шарнира, обращающагося около e , должно привѣсить стержень поршня для того, чтобы онъ постоянно находился въ отвѣсномъ положеніи. Такой способъ укрѣпленія необходимо дать двумъ главнымъ

стержнямъ машины: стержнию пароваго цилиндра и стержнию воздушнаго насоса, выкачивающаго воздухъ и воду изъ холодильника. Уаттъ укрѣпилъ стержень воз-

Фиг. 413.



душнаго насоса въ точкѣ *e*, и посредствомъ шарнировъ присоединилъ къ описанному механизму еще два стержня: *bf*, длина котораго равняется четверти коромысла, и *fg* равный *ab*. Стержни *ab*, *bf*, *gf* и *bc* составляютъ четвероугольникъ съ параллельными сторонами, извѣстный подъ именемъ *Уаттова параллелограма*. Въ немъ точка *f* движется параллельно съ точкою *e*, и точно такъ же описываетъ вертикальную прямую линію, только проходить при этомъ вдвое большій путь. Къ этой-то точкѣ *f* и прикрѣпляется стержень поршня пароваго цилиндра.

Мотыль.

в) *Кривошипъ (мотыль)*. Стержень поршня, при помощи Уаттова параллелограма, сообщаетъ коромыслу качательное движеніе. Но такъ-какъ для большаго числа фабричныхъ машинъ требуется движеніе вращательное, то качаніе коромысла должно быть преобразовано въ вращательное движеніе. Съ этою цѣлю, на другомъ концѣ коромысла укрѣпляется шатунъ, передающій движеніе кривошину или мотылю (§ 52).

Маховое
колесо.

с) *Маховое колесо*. Движеніе поршня происходитъ неправильно: оно замедляется, когда поршень прибли-

жается къ верхнему или нижнему дну пароваго цилиндра. Кромѣ-того употребленіе мотыля, какъ извѣстно изъ § 56, влечетъ за собою неравномѣрность движенія. Поэтому Уаттъ присоединилъ къ мотылю маховое колесо § 57.

д) *Центробѣжный регуляторъ*. Но чтобы движеніе, полученное при помощи этихъ механизмовъ, происходило равномѣрнымъ, необходимо соблюденіе двухъ условій: во-первыхъ, нужно чтобы притокъ пара изъ котла былъ равномѣренъ, и во-вторыхъ, чтобы машина выполняла постоянно одинаковую работу. Какъ-скоро увеличивается притокъ пара, движеніе поршня ускоряется и вращеніе маховаго колеса мало-по-малу становится быстрѣе. Съ другой стороны, скорость увеличится и при равномѣрномъ притоцѣ пара, если движущая сила будетъ исполнять меньшую работу; другими словами будетъ преодолевать меньшее сопротивленіе. Поэтому притокъ пара долженъ измѣняться сообразно съ выполняемой работой: при увеличеніи скорости машины, притокъ долженъ уменьшаться, и на оборотъ. Для этой цѣли служить центробѣжный регуляторъ, употребляемый такъ, какъ показано въ § 62; онъ приводится въ движеніе осью маховаго колеса; безконечный шнуръ, положенный на нее, вращаетъ коническое зубчатое колесо, а послѣднее сцѣпляется съ другимъ колесомъ, расположеннымъ на стержнѣ регулятора *T* (фиг. 115).

Центробѣжный регуляторъ.

е) *Эксцентрикъ*. Часто движеніе золотника производится не поперечнымъ колѣномъ поршневаго стержня, но посредствомъ эксцентрика (§ 55).

Эксцентрический кружокъ.

На ось маховаго колеса насаживается кружокъ такимъ-образомъ, что центръ послѣдняго не совпадаетъ

съ осью; отъ этого при вращеніи круга, бѣльшая часть его находится то на лѣвой, то на правой сторонѣ отъ оси *A*. Окружность кружка обхватывается подвижнымъ

фиг. 414.



кольцомъ, которое посредствомъ стержней, составляющихъ рамку эксцентрика, сообщается при *B* съ рычагомъ *BCE*. Этотъ рычагъ обращается около неподвижной оси *C*, и передаетъ движеніе стержню *D* и стержню золотника *S*, соединенному съ *D* поперечнымъ брускомъ. Когда бѣльшая часть эксцентрика, какъ показано на рисункѣ, лежитъ на лѣвой сторонѣ, то и стержень золотника бываетъ передвинутъ налѣво, а точка *E* вверхъ. Когда кружокъ совершитъ полуоборотъ, то стержень займетъ самое крайнее положеніе по правую сторону, и конецъ *E* рычага опустится вмѣстѣ съ золотникомъ внизъ. Если вынуть конецъ *B* рамки эксцентрика изъ выемки рычага, то золотникъ останавливается и вся машина перестаетъ дѣйствовать. Сравн. § 387.

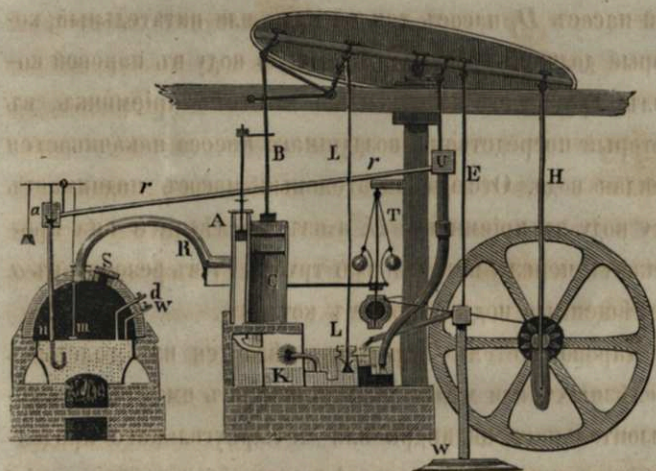
Обзоръ паровой
машинъ
Уатта.

385. Общій обзоръ паровой машины Уатта. На фиг. 415 изображены всѣ описанныя нами части паровой машины Уатта. Изъ пароваго котла, изображеннаго на лѣвой сторонѣ, идетъ паровая труба *R* въ паровой ящикъ *A*; въ послѣднемъ движется вверхъ и внизъ золотникъ, увлекаемый поперечнымъ колѣномъ поршневаго стерж-

ня *B*. Подъ паровымъ цилиндромъ *C* помѣщается холодильникъ *K*; онъ соединенъ съ паровымъ ящикомъ посредствомъ трубки, и лежитъ въ большомъ четырехугольномъ резервуарѣ, такъ-называемомъ водохранилищѣ, которое постоянно бываетъ наполнено холодною водою, между-тѣмъ какъ нагрѣвшаяся вода выпускается черезъ трубку вонъ.

Холодная вода накачивается особымъ насосомъ *EW*, трубка котораго погружается въ колодезь *W*;

— фиг. 415.



стержень *E* насоса прикрѣпленъ вверху къ коромыслу и движется вмѣстѣ съ послѣднимъ. Трубка *Z* служитъ для выпуска воды изъ насоса. Изъ водохранилища вода проходитъ черезъ трубку съ отверстіями, въ родѣ лейки и впрыскивается въ холодильникъ мелкими струями, какъ скоро холодильникъ лишенъ воздуха. Для выкачиванія воздуха, а равно и впрыснутой воды, изъ холодильника устроивается всасывающій насосъ холодиль-

ника или воздушный насос *L*. Онъ сообщается съ холодильникомъ посредствомъ боковой трубки; стержень насоса прикрѣпленъ сверху къ Уаттову параллелограмму, и движется вверхъ и внизъ по вертикальной прямой линіи. Вода, выгоняемая воздушнымъ насосомъ изъ холодильника, отнимаетъ у пара теплоту и нагрѣвается. Такъ-какъ въ котлѣ вода постоянно испаряется, то его постоянно нужно пополнять новою водою: для этого и служить нагрѣтая вода холодильника; иначе, еслибы всю ее вылить вонъ, то теплота ея пропадала бы безъ пользы. Съ этою цѣлью устроивается въ машинѣ третій насосъ *D*, насосъ теплой воды или питательный, который долженъ доставлять теплую воду въ паровой котелъ. Трубка его погружается въ тотъ пріемникъ, въ который посредствомъ воздушнаго насоса накачивается теплая вода. Отсюда питательный насосъ поднимаетъ эту воду въ пріемникъ *U*, а изъ послѣдняго она протекаетъ черезъ питательную трубку *гг* въ резервуаръ *а*, помещенный подъ паровымъ котломъ.

Устройство
пароваго
котла.

Паровой котелъ (паровикъ) дѣлается изъ толстыхъ желѣзныхъ или мѣдныхъ листовъ; онъ имѣетъ видъ горизонтальнаго цилиндра или четырехугольнаго продолговатаго ящика. Дно его дѣлается вогнутымъ, съ цѣлю увеличить поверхность, подверженную дѣйствию огня. Огонь охватываетъ не только дно, но и бока котла; воздухъ, необходимый для горѣнія, впускается подъ рѣшетку посредствомъ трубки; когда нужно уменьшить огонь, то трубка запирается задвижкой. При котлѣ бываетъ нѣсколько снарядовъ, которые служатъ отчасти для снабженія его потребнымъ количествомъ воды, отчасти для того, чтобы предотвратить взрывъ котла въ

случаѣ чрезмѣрнаго усиленія упругости пара. Важнѣйшіе изъ этихъ снарядовъ суть слѣдующіе:

1) Самодѣятельный поплавокъ. Изъ пароваго котла Поплавокъ. выходитъ вертикальная трубка, плотно ввинченная въ его стѣнку; нижній конецъ ея, опущенный въ воду, изогнутъ. На верхнемъ концѣ трубки находится открытый сосудъ *a*, куда посредствомъ питательной трубки *гг*, проводится теплая вода, выкачиваемая изъ холодильника питательнымъ насосомъ. Вертикальная трубка запирается клапаномъ, нажимаемымъ помощію рычага. На одномъ плечѣ рычага виситъ привѣсъ; на другомъ укрѣпленъ металлическій стержень, который спускается отвѣсно внизъ, проходитъ сквозь втулку въ верхней стѣнкѣ котла и оканчивается внизу поплавкомъ *m*. Металлическій стержень имѣетъ такую длину, что клапанъ остается закрытымъ, пока вода къ котлѣ имѣетъ надлежащую высоту, именно когда она наполняетъ двѣ трети котла. Какъ-скоро вода понижается, то вмѣстѣ съ нею опускается (§ 86) и поплавокъ: рычагъ поднимаетъ клапанъ и вода притекаетъ въ котель изъ трубки *гг* до-тѣхъ-поръ, пока поплавокъ не поднимется снова на приличную высоту.

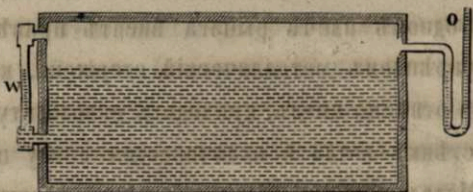
2) Такъ-какъ поплавокъ можетъ испортиться, то придѣлываютъ къ котлу снаряды, которые позволяютъ наблюдать уровень воды въ котлѣ. Таковы пробные краны *duoe* (фиг. 415); они состоятъ изъ трубокъ, вдѣланныхъ въ котель и закрываемыхъ снаружы кранами. Трубочка верхняго или пароваго крана *d*, не доходитъ до нормальнаго уровня воды въ котлѣ. Напротивъ-того, трубочка водопроводнаго крана *w* опускается своимъ отверстіемъ въ воду, когда уровень воды довольно вы-

сокъ; въ такомъ случаѣ изъ пароваго крана, когда онъ открытъ, выходитъ паръ, а изъ нижняго крана—вода. Когда вода въ котлѣ стоитъ слишкомъ высоко, то она вытекаетъ изъ обоихъ крановъ; если же она стоитъ слишкомъ низко, то изъ обоихъ крановъ появляется паръ.

Водомѣрная
трубка.

3) Водомѣрная трубка представляетъ вертикальную трубку *W* изъ твердаго стекла, вѣтъ котла. Верхній и нижній концы ея вдѣлываются въ металлическія труб-

фиг. 416.



ки, изъ которыхъ верхняя сообщается съ паромъ, а нижняя съ водою пароваго котла. Понятно, что вода въ водомѣрной трубкѣ стоитъ всегда на такой же высотѣ, какъ и въ котлѣ (§ 81).

Ртутный
манометръ.

4) Ртутный манометръ. Для измѣренія упру-
гости пара, въ боковую стѣнку котла вставляется стеклянная трубка *Q*, изогнутая въ видѣ сифона и раздѣленная на полудюймы; трубка эта наполнена ртутью и вверху открыта. Когда ртуть въ обоихъ колѣнахъ трубки стоитъ на одинаковой высотѣ, это значитъ, что давленіе пара равняется давленію атмосферы, дѣйствующему на длинное колѣно. Еслибы ртуть въ длинномъ колѣнѣ стояла 30 дюймами выше, то упругость пара была бы вдвое больше давленія атмосферы (§ 117); другими словами, паръ имѣлъ бы упругость двухъ атмосферъ. Когда пары, вслѣдствіе усиленія жара, достигаютъ такой упру-

гости, которая может сдѣлаться опасною, то вся ртуть вытекаетъ изъ трубки.

5) Въмѣсто ртутнаго манометра, въ настоящее время часто употребляется манометръ со стрѣлкою. Въ верхнюю часть пароваго котла вертикально ввинчивается открытая съ обоихъ концовъ чугунная трубка; въ срединѣ она представляетъ расширеніе, имѣющее эллиптическую форму. Въ этомъ расширеніи укрѣплена упругая стальная пластинка, *ab*, которая препятствуетъ прохождению пара, вступающаго въ трубку при *c*. Чѣмъ сильнѣе становится упругость пара, тѣмъ болѣе пластинка выгибается вверхъ. Вертикальный стержень *d*, прикрѣпленный къ срединѣ пластинки, приводитъ въ движеніе зубчатое колесо или, какъ на нашемъ рисункѣ, зубчатую дугу, помѣщенную надъ трубкой. Эта дуга сцѣпляется съ маленькой шестерней, на оси которой находится стрѣлка, движущаяся по раздѣленному циферблату. Дѣленія сдѣланы такимъ-образомъ, что стрѣлка поворачиваясь при сгибаніи стальной пластинки, показываетъ давленіе пара на каждый квадратный дюймъ въ фунтахъ и въ атмосферахъ.

Манометръ
съ стрѣлкою.

6) Предохранительные клапаны. Самую необходимую принадлежность котла составляютъ предохранительные клапаны. Они устроиваются такъ точно, какъ изобрѣтатель ихъ Папенъ устроилъ на своемъ снарядѣ (§ 366), только въ гораздо большемъ размѣрѣ. Большею частію устроиваются два предохранительные клапана; одинъ изъ нихъ держится на заперти, и рабочіе къ нему не допускаются. Когда упругость пара слишкомъ усиливается, то она открываетъ клапанъ и паръ выходитъ изъ котла; когда нужно остановить машину,

Предохранительные клапаны.

то работникъ также открываетъ предохранительный клапанъ. Иногда вмѣсто клапановъ вставляются въ отверстіи котла легко плавящіеся кружки (§ 360); при усиленіи температуры и упругости пара они расплавляются и выпускаютъ паръ наружу.

Взрывы
паровыхъ
котловъ.

Большая часть взрывовъ паровыхъ котловъ происходитъ отъ слишкомъ большой нагрузки предохранительнаго клапана и неправильнаго снабженія котла водою. Такъ, на одной англійской фабрикѣ произошелъ страшный взрывъ пароваго котла отъ слѣдующаго обстоятельства. Работникъ сѣлъ на предохранительный клапанъ и хотѣлъ представить своимъ товарищамъ качку, которой, по его словамъ, онъ долженъ былъ подвергнуться, если усилить упругость пара до такой степени, чтобы она могла приподнять клапанъ. Клапанъ не могъ открыться, котелъ лопнулъ, и осколки его убили и поранили множество людей. Вслѣдствіе недосмотра при снабженіи пароваго котла водою, можетъ случиться, что часть стѣнки котла, обращенной къ огню, обнажается и нагревается весьма сильно. Въ то же время котелъ даетъ слишкомъ мало пару и ходъ машины замедляется; работникъ усиливаетъ огонь, и тѣмъ еще болѣе увеличиваетъ опасность. Котелъ начинаетъ накаливаться и чрезъ это теряетъ свою твердость; между-тѣмъ вода продолжаетъ прибывать въ него, и отъ чрезмѣрнаго образованія паровъ паровикъ лопаается; хотя бы даже предохранительный клапанъ открылся. Въ одной обжигальнѣ въ Единбургѣ былъ приведенъ въ дѣйствіе большой паровой котелъ, имѣвшій два предохранительныхъ клапана; на двѣнадцатый день онъ подвергся взрыву. Верхняя часть котла, въ 140 центнеровъ (440 русск. пудовъ)

вѣсу, проломила сводъ мастерской и поднялась еще на семьдесятъ футовъ; при паденіи своемъ, она ударилась о зданіе, принадлежащее къ мастерской и разбила въ нижнемъ этажѣ его большой чугунный резервуаръ. Вѣроятно, это произошло отъ того, что вода въ котлѣ стояла слишкомъ низко; середина, нижней сильно изогнутой части котла, обнажилась, накалилась въ одномъ мѣстѣ и треснула, причемъ разброшенная вода пришла въ соприкосновеніе почти съ раскаленными частями металла.

Послѣ испаренія воды, въ котлѣ постоянно образуется осадокъ, который мало-по-малу твердѣетъ и образуетъ родъ каменистой коры, такъ-называемую накипь. Отъ этого нагрѣваніе воды затрудняется: дно котла нагрѣвается гораздо сильнѣе, нежели въ томъ случаѣ, когда оно непосредственно окружено водою, и скоро подвергается разрушенію. Поэтому, образованіе накипи стараются предотвратить различными средствами: угольнымъ порошкомъ, сиропомъ, картофелемъ; кромѣ того, дѣлаютъ въ котлѣ плотно запирающееся отверстіе, для того чтобы можно было спускаться въ котелъ и чистить его.

Накипь.

По образцу Уаттовой машины, устроивается не только бѣльшая часть неподвижныхъ паровыхъ машинъ, дѣйствующихъ на фабрикахъ и паровыхъ мельницахъ, но также и машины для пароходовъ. Сѣверо-американецъ Робертъ Фѵльтонъ, устроившій въ 1807 году первый большой пароходъ «Клермонъ», употребилъ для него машину въ двадцать лошадиныхъ силъ, приготовленную Уаттомъ и Больтономъ. Паровая машина вращаетъ валъ, на которомъ насажены два лопатчатые колеса, нахо-

Пароходы.

дящіяся по обѣимъ сторонамъ судна. Колеса эти не отличаются отъ обыкновенныхъ подливныхъ колесъ и погружаются нижними лопатками въ воду; для уменьшенія высоты машины коромысло устроивается не вверху, а снизу пароваго цилиндра и вертитъ валъ колесъ посредствомъ кривошипа и шатуна. Маховыя колеса на пароходахъ не употребляются, а устроиваются двѣ машины, дѣйствующія на одинъ и тотъ же валъ. Кривошипы ихъ расположены такимъ-образомъ, что когда одинъ стоитъ вертикально, то другой имѣетъ горизонтальное положеніе; такимъ-образомъ, въ мертвыхъ точкахъ (§ 56) одинъ кривошипъ помогаетъ другому и движеніе совершается непрерывно.

Машины низкаго давленія.

386. Машины низкаго и высокаго давленія. Въ паровой машинѣ Уатта употребляется паръ небольшой упругости, или какъ говорятъ, низкаго давленія. Такъ-какъ, благодаря холодильнику, по одну сторону поршня въ паровомъ цилиндрѣ постоянно образуется пустое пространство, то для движенія поршня достаточно такой упругости, которая немного больше давленія воздуха и какую имѣетъ паръ при 80 градусахъ *R*. Поэтому Уаттова машина съ холодильникомъ называется машиною низкаго давленія.

Машины высокаго давленія.

При болѣе сильномъ нагрѣваніи упругость пара увеличивается. Уже при 97 градусахъ *R*, паръ давитъ съ силою двухъ атмосферъ, т.-е. вдвое сильнѣе, чѣмъ при 80 градусахъ; при 116 градусахъ—съ силою четырехъ атмосферъ. Такой паръ, упругость котораго по крайней-мѣрѣ въ два съ половиною раза сильнѣе давленія атмосферы, называется паромъ высокаго давленія; съ помощію его можно приводить въ движеніе

поршень пароваго цилиндра, не образуя пустаго пространства, просто выпуская ненужный паръ въ воздухъ. На этомъ основаніи, въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ недостаетъ мѣста для устройства Уаттовой машины низкаго давленія, можно обойтись безъ холодильника, безъ воздушнаго насоса и насоса холодной воды, употребляя паръ высокаго давленія. Паровыя машины безъ холодильника называются машинами высокаго давленія. Это самыя простыя изъ паровыхъ машинъ; онѣ существенно состоятъ только изъ котла, пароваго цилиндра съ поршнемъ и золотника. Чтобы представить себѣ машину высокаго давленія, стоитъ только отъ фиг. 415-й отнять мысленно холодильникъ *K*, окружающее его водохранилище, воздушный насосъ *L* и насосъ *E* холодной воды. Котелъ и паровой цилиндръ у такой машины должны быть устроены крѣпче, чѣмъ у предыдущихъ. Нижнее отверстіе пароваго ящика открывается наружу и постоянно пропускаетъ на одну сторону поршня атмосферный воздухъ; противоѣдѣіе этого воздуха побѣждается высокою упругостью пара.

337. Локомотивъ, машина высокаго давленія. Первые паровозы, удовлетворительно выполнявшіе свое назначеніе, были устроены англичаниномъ Георгомъ Стѣфенсономъ; его локомотивъ «Ракета» получилъ въ 1829 году премію, назначенную строителями желѣзной дороги изъ Ливерпуля въ Манчестеръ. Вѣсъ паровоза доходитъ почти до 12 тоннъ (каждая въ 57 русск. пудъ); цѣна его около 12000 талеровъ (11000 руб. сереб.).

Локомотивъ.

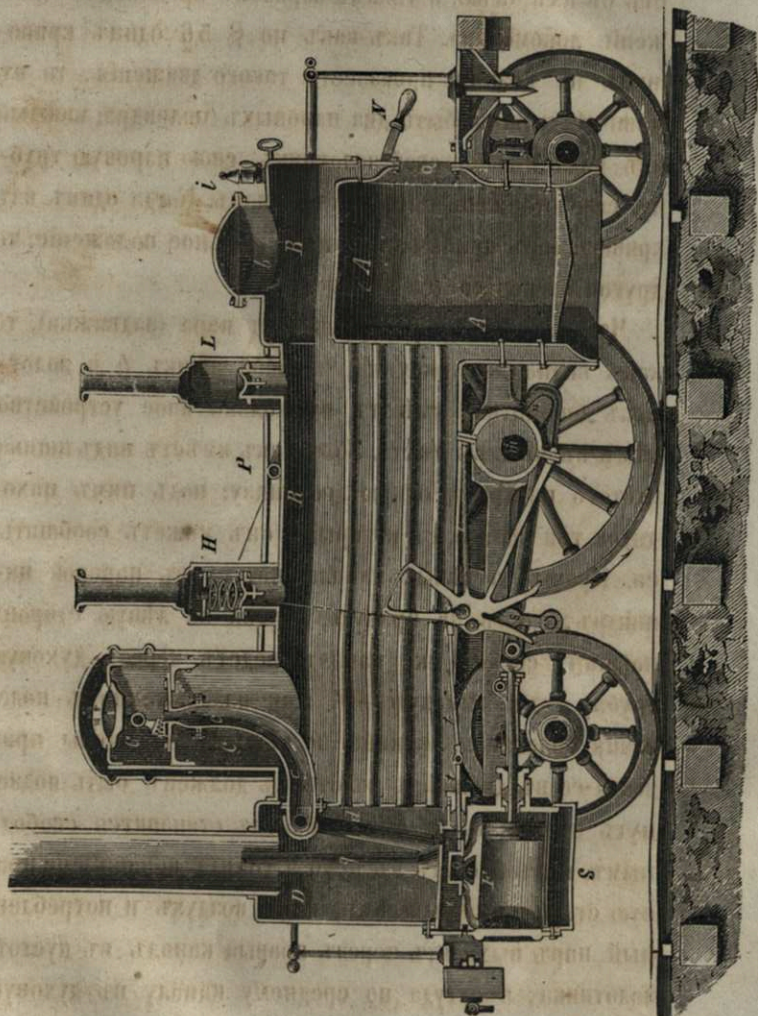
Наибольшую часть локомотива занимаетъ цилиндрическій паровой котелъ *A* (фиг. 417); онъ дѣлается изъ толстаго листоваго желѣза, и простирается отъ дымо-

вой трубы *F* до другого конца вагона. Около задних колесъ устраивается *топка В*, съ рѣшеткою внизу и съ маленькой дверцей назади; съ прочихъ сторонъ она окружена котломъ. Черезъ дверцы накладывается на рѣшетку очищенный отъ сѣры каменный уголь или коксъ, служащіе топливомъ. Изъ топки въ дымовую трубу ведутъ черезъ паровой котель болѣе 100 горизонтальныхъ *нагрѣвательныхъ трубокъ*, онѣ дѣлаются изъ латуни и имѣютъ полтора дюйма въ ширину. Дымъ и горяченый воздухъ могутъ выходить изъ топки только по этимъ трубкамъ [на рисункѣ ихъ представлено четыре]. Вода въ котлѣ окружаетъ нагрѣвательныя трубки, и при помощи этого устройства довольно скоро образуется большее количество пара, потребное для дѣйствія машины.

Паръ, собирающійся въ котлѣ надъ водою, нельзя прямо проводить въ паровой ящикъ и паровой цилиндръ, потому что вмѣстѣ съ паромъ въ нихъ могла бы падать вода, которая мѣшала бы движенію золотника и поршня. Поэтому на паровомъ котлѣ, близъ дымовой трубы, устраивается широкій паровой куполь *C*, фута въ два вышиною; онъ дѣлается изъ латуни; въ этотъ куполь поднимается водяной паръ, спускается оттуда въ паровую трубу, и по ней достигаетъ пароваго ящика *b*, устроеннаго подъ дымовой трубою.

Паровой ящикъ, такъ же какъ и паровой цилиндръ *D*, находящійся подъ нимъ или около него, передъ передними колесами локомотива, имѣютъ лежащее положеніе. Поэтому, поршневой стержень движется не вверхъ и внизъ, а горизонтально—взадъ и впередъ, и, благодаря устроенному подъ нимъ стержню, не можетъ уклонять-

Фиг. 417.



ся отъ горизонтальной линіи. При помощи шатуна и кривошипа *n* (§ 52) стержень поршня движетъ болѣшія среднія колеса или движущія колеса вагона вмѣстѣ съ ихъ осью, и такимъ-образомъ производитъ движеніе локомотива. Такъ-какъ по § 56 одинъ кривошипъ не можетъ произвести такого движенія, то въ машинѣ должны быть два паровыхъ цилиндра; каждый изъ нихъ имѣетъ свой золотникъ, свою паровую трубку, свой стержень и свой кривошипъ. Когда одинъ изъ кривошиповъ принимаетъ горизонтальное положеніе, то другой располагается вертикально.

Что касается до распредѣленія пара (задвигки), то какъ видно изъ рисунка, паровой ящикъ *b* и золотникъ локомотива имѣютъ нѣсколько иное устройство, чѣмъ въ машинѣ Уатта. Золотникъ имѣетъ видъ ящика, пустаго внутри и открытаго снизу; подъ нимъ находятся три канала, съ которыми онъ можетъ сообщаться. Правый и лѣвый каналы ведутъ въ паровой цилиндръ, одинъ на правую, другой на лѣвую сторону поршня; средній же каналъ ведетъ черезъ духовую трубку *g* въ дымовую — *F*. При изображенномъ положеніи золотника, машина не дѣйствуетъ. Чтобы привести ее въ движеніе, золотникъ долженъ быть подвинутъ вправо; тогда лѣвый каналъ становится свободнымъ, паръ входитъ въ него и гонитъ поршень на правую сторону, между-тѣмъ, какъ воздухъ и потребленный паръ выходятъ черезъ правый каналъ въ пустоту золотника, а оттуда по среднему каналу въ духовую трубку и въ дымовую трубу. Тогда золотникъ долженъ быть передвинутъ налѣво; паръ войдетъ изъ пароваго ящика на правую сторону поршня, а ненужный паръ

будетъ выходить черезъ лѣвый каналъ, золотникъ и средній каналъ въ духовую трубу. Такимъ-образомъ, при каждомъ вдвиганіи и выдвиганіи поршня, паръ, исполнившій свою работу, устремляется толчками въ дымовую трубу и этимъ самымъ увеличиваетъ тягу воздуха въ топкѣ; отъ этого происходитъ особенный шумъ въ дымовой трубѣ движущагося локомотива.

На оси *m* движущихъ колесъ, приводимой въ вращеніе двумя поршневыми стержнями, утверждается эксцентрический кружокъ *z* (§ 384 *e*). Онъ обнимается подвижнымъ кольцомъ, упирающимся въ рамку эксцентрика. Лѣвый конецъ этой рамки имѣетъ видъ криваго креста $\times$ и не прямо сообщается съ стержнемъ золотника; стержень этотъ прикрѣпляется посредствомъ шарнира къ верхней точкѣ двуколынаго рычага, который на рисункѣ имѣетъ почти отвѣсное положеніе; середина рычага укрѣпляется въ рамѣ машины и служитъ точкой опоры. На верхнемъ и на нижнемъ плечѣ рычага имѣетъ по одному выступу или головкѣ. Крестообразная часть рамки эксцентрика захватываетъ верхнюю свою половиною, верхнюю головку рычага и подвигаетъ ее вмѣстѣ съ золотникомъ направо, когда рамка эксцентрика движется въ правую сторону.

Близъ того мѣста, гдѣ стоитъ кондукторъ, устроивается свистокъ *P*; изъ него выпускается паръ для подачи сигналовъ. Налѣво отъ свистка возвышается горловина—плотно закрытое отверстіе, крышка котораго отвинчивается при чисткѣ котла. Кромѣ-того, на локомотивѣ находятся трубки *L* и *S*, предохранительные клапаны. Они открываются вверхъ и даютъ выходъ пару, если упругость его сдѣлается черезъ-чуръ велика.

Одинъ изъ клапановъ *L* закрывается посредствомъ пружины, и недоступенъ для кондуктора, между-тѣмъ какъ другой *S* находится въ его распоряженіи. Черезъ эти клапаны паръ выходитъ на воздухъ, не производя никакого дѣйствія. Кондукторъ долженъ также наблюдать за водомѣрной трубкой, расположенной вѣ котла (§ 385. 3.), и приводить въ дѣйствіе питательный насосъ, доставляющій воду изъ тендера. Смотри по надобности, кондукторъ можетъ заставить машину идти скорѣе или медленнѣе, впередъ или назадъ. Скорость движенія зависитъ отъ количества пара, входящаго черезъ паровую трубу въ паровой ящикъ. Внутри паровой трубы находится заслонка, которой, посредствомъ особой рукоятки, машинистъ можетъ дать какое угодно положеніе, и черезъ это усилить или ослабить дѣйствіе пара. Когда нужно ѣхать назадъ, то измѣняютъ положеніе золотника посредствомъ двуплечнаго рычага *H*, имѣющаго точку опоры въ *N*; лѣвое плечо рычага, обозначенное на чертежѣ прямою линіею, поддерживаетъ стержень, идущій внизъ и упирающійся въ крестообразную часть рамки эксцентрика. Положимъ, что машина идетъ впередъ, и что поршень достигъ середины пароваго цилиндра, идя съ лѣвой стороны на правую. Еслибъ дѣйствіе машины ничѣмъ не нарушалось, то паръ продолжалъ бы входить въ цилиндръ черезъ лѣвый каналъ и дѣйствовать на лѣвую сторону поршня, до-тѣхъ-поръ, пока послѣдній не достигъ бы конца своего хода. Въ это самое время кондукторъ поднимаетъ рукоятку *H*. Тогда стержень, привѣшенный къ лѣвому плечу рычага *HN*, опускается, крестъ рамки эксцентрика подвигается внизъ и выпускаетъ верхнюю головку своего рычага, а ниж-

нею своею частью захватываетъ нижнюю головку. Тогда рамка эксцентрика продолжаетъ идти все-еще вправо; но такъ-какъ крестъ ея увлекаетъ вправо нижній конецъ рычага, то верхнее плечо рычага подвигаетъ стержень золотника въ лѣвую сторону. Черезъ это правый каналъ пароваго цилиндра дѣлается свободнымъ; паръ проходитъ на правую сторону поршня и стержень поршня движется нѣсколько. Вслѣдствіе этого, движущее колесо локомотива, вмѣсто-того, чтобы вращаться по направленію стрѣлки, поворачивается въ противоположную сторону и идетъ назадъ. Что касается до уменьшенія тренія на желѣзныхъ дорогахъ, то объ этомъ смотри § 35.

РАСПРОСТРАНЕНІЕ ТЕПЛОТЫ.

I. Распространеніе теплоты по проводникамъ.

388. Теплопроводимость.

Опытъ а. Если взять шарикъ термометра въ руку, то ртуть поднимается сначала скоро, потомъ медленно. Очевидно, что поднятіе ртути происходитъ вслѣдствіе нагрѣванія. Но какимъ путемъ теплота руки передается ртути? Тонкое стекло шарика находится въ соприкосновеніи съ рукою, изъ руки теплота переходитъ въ стекло, а изъ стекла въ ртуть. Въ этомъ случаѣ, теплота распространяется отъ частицъ тѣла къ частицамъ непосредственно съ ними соприкасающимся или, какъ говорятъ, она проводится.

Теплопроводимость.

Опытъ в. Какъ отъ одного тѣла теплота переходитъ къ другому, соприкасающемуся съ нимъ, такъ точно и въ одномъ тѣлѣ она распространяется отъ нагрѣтыхъ частей къ близлежащимъ, болѣе холоднымъ частямъ. Держа одинъ конецъ короткой проволоки въ пламени свѣчи и прикасаясь къ другому концу, почувствуемъ какъ теплота распространяется по проволоку отъ огня къ рукѣ. Частицы металла, находящіяся въ пламени, сообщаютъ свою теплоту ближайшимъ прикасающимся къ нимъ частицамъ, а эти, въ свою очередь, слѣдующимъ, и такимъ-образомъ теплота мало-по-малу распространяется отъ одного конца проволоки до другаго.

Такое распространеніе теплоты отъ каждой частицы тѣла къ ближайшей частицѣ, находящейся съ нею въ непосредственномъ соприкосновеніи, называется теплопроводностію.

Теплопроводность твердыхъ тѣлъ.

389. Теплопроводность твердыхъ тѣлъ. Изъ предъидущаго опыта видно, что металлъ быстро принимаетъ теплоту соприкасающихся съ нимъ горячихъ газовъ (§ 251 и 252), и быстро распространяетъ ее по всей своей массѣ. Всѣ металлы *хорошіе проводники тепла*.

Опытъ а. Берется не очень маленькій ключъ и обматывается ниткой такъ туго, чтобы она вибрируя прикасалась къ металлу; если держать ключъ надъ пламенемъ свѣчи, то нитка не загорается; слѣдовательно, теплота какимъ-нибудь образомъ отнимается отъ нитки. Это происходитъ отъ того, что ключъ жадно поглощаетъ теплоту нитки и проводитъ ее по всей своей массѣ.

Опытъ в. Совершенно противоположное явленіе

представляют солома, бумага, дерево и многія другія тѣла. Если одинъ конецъ соломенки, бумажки или лучинки держать на нѣкоторой высотѣ надъ пламенемъ свѣчи, то на другомъ концѣ не ощущается никакого увеличенія теплоты. Если держать эти тѣла въ самомъ пламени и сжигать въ сильномъ жару, то и тутъ повышение температуры бываетъ замѣтно только подлѣ самого пламени.

Опытъ с. Если насыпать на руку слой пепла, толщиной въ палецъ, и положить на него раскаленный уголь, то рука будетъ совершенно защищена отъ обжога. Пепелъ очень медленно воспринимаетъ теплоту угля и точно также медленно передаетъ ее рукѣ.

Опытъ d. Берется стеклянка, наполненная горячей водой и обертывается въ нѣсколько слоев шерстяной или льняной матеріи, или кладется на пуховикъ; вслѣдствіе этого она долгое время остается теплою и нагрѣваются только близлежащія части ея обертки.

Опытъ e. Зажигаются двѣ курительныя свѣчки, и одна изъ нихъ ставится на металлъ, напримѣръ на монету, а другая на дерево или на бумагу. Свѣчка, стоящая на металлѣ, потухаетъ прежде нежели вся догоритъ, а та, которая стоитъ на бумагѣ или деревѣ сгораетъ до конца. Это объясняется тѣмъ, что металлъ отнимаетъ отъ свѣчки теплоту, необходимую для горѣнія, и проводитъ ее далѣе; бумага же, напротивъ, не проводитъ теплоты.

Тѣ тѣла, которыя медленно воспринимаютъ теплоту прикасающихся къ нимъ веществъ и *медленно проводятъ ее по своей массѣ*, называются *худыми проводниками* тепла.

Хорошіе и худые проводники тепла.

Къ худымъ проводникамъ тепла принадлежатъ: мѣхъ, шерсть, хлопчатая бумага, шелкъ и холстъ, солома, бумага, перья, дерево, уголь и пепелъ, снѣгъ и ледъ.

Среднюю теплопроводность имѣютъ стекло и камни.

Опытъ f. На горячую печь кладутся рядомъ куски дерева и металла; черезъ нѣсколько времени оказывается, что они нагрѣлись одинаково сильно; но хотя температура ихъ и одинакова, однако на наше осязаніе они дѣйствуютъ различнымъ образомъ: металлъ оказывается болѣе горячимъ и скорѣе сообщаетъ рукѣ свою теплоту, чѣмъ кусокъ дерева, имѣющій ту же температуру, ибо изъ послѣдняго теплота медленнѣе переходитъ въ нашу руку.

Опытъ g. Если же въ холодную погоду выложить на открытый воздухъ шерсть, дерево и металлъ, то термометръ показываетъ, что они охлаждаются въ одинаковой степени. Но на ощупь металлъ оказывается очень холоднымъ, дерево теплѣе, а шерсть еще теплѣе. Это потому, что металлъ отнимаетъ отъ руки наибольшее количество теплоты и сообщенная ею теплота скорѣе распространяется во всѣ стороны въ массѣ металла. Шерсть передаетъ теплоту только непосредственно прикасающимся къ ней частямъ руки, а въ болѣе отдаленныя части она переходитъ медленнѣе. Поэтому, зимою металлическая рукоятка насоса отнимаетъ у нашей руки большое количество тепла и тѣмъ самымъ производитъ ощущение значительнаго холода. Ноги забнутъ на каменномъ полу скорѣе, потому что онъ скорѣе отнимаетъ теплоту, нежели дерево.

390. Теплопроводность капельножидких и газообраз- Теплопрово-
димость ка-
пельно — жид-
ких тѣлъ.
ныхъ тѣлъ.

Опытъ а. Пробирная трубочка наполняется почти доверху водою и оставляется открытою. Если держать трубочку косвенно надъ спиртовую лампой такъ, чтобы пламя касалось самыхъ верхнихъ слоевъ воды, то они начинаютъ кипѣть; нижніе же слои воды остаются при этомъ холодными, и рука не чувствуетъ замѣтнаго увеличенія тепла.

То же самое замѣчается, если вмѣсто воды взять какое-нибудь другое капельножидкое тѣло. Слѣдовательно, жидкости, за исключеніемъ металлической ртути, принадлежатъ къ худымъ проводникамъ тепла.

Опытъ б. Для испытанія теплопроводности газовъ, дѣлается слѣдующій опытъ: берется пробирная трубочка, наполненная атмосфернымъ воздухомъ, отверзтіе ея не плотно затыкается пальцемъ, трубочка держится вкось и запаянный конецъ ея нагревается на спиртовой лампѣ. Воздухъ, притекающій къ пальцу, не оказываетъ никакого повышенія температуры. Изъ этого можно заключить, что и газообразныя тѣла худые проводники теплоты. Теплопрово-
димость газо-
образныхъ
тѣлъ.

Однакожь теплота быстро распространяется въ водѣ и въ воздухѣ, когда нагреваніе происходитъ въ ихъ нижнихъ слояхъ. Это объясняется дѣйствіемъ токовъ (§ 355. 359), происходящихъ внутри жидкости; болѣе холодные слои ея притекаютъ къ источнику тепла до тѣхъ-поръ, пока сами не нагреваются. Во время вѣтра, воздухъ кажется намъ холоднѣе, чѣмъ при тихой погодѣ, потому-что массы воздуха быстрѣе проходятъ мимо насъ, а каждая прикасающаяся къ намъ воздуш- Распростра-
неніе теплоты,
вслѣдствіе
токовъ.

ная частица отнимаетъ у нашего тѣла нѣкоторое количество теплоты. Маханіе вѣромъ ускоряетъ теченіе воздуха, который, будучи холоднѣе нашего лица, отнимаетъ у него при каждомъ взмахѣ вѣера нѣкоторую часть теплоты. Горячая вода охлаждается прежде всего съ поверхности, гдѣ она соприкасается съ воздухомъ и гдѣ кромѣ-того происходитъ испареніе (§ 371). Охладившаяся жидкость опускается внизъ, мѣсто ея занимаютъ болѣе теплыя части воды, которыя, въ свою очередь охлаждаясь, спускаются внизъ. Въ такихъ кушаньяхъ, какъ напимѣръ каша, рисъ и т. п., при охлажденіи жидкости не можетъ быть подобныхъ токовъ, и потому эти кушанья не простываютъ втеченіи нѣсколькихъ часовъ.

Примѣненіе хорошихъ и худыхъ проводниковъ тепла.

391. Примѣненіе хорошихъ и худыхъ проводниковъ тепла. Различіе теплопроводности тѣлъ имѣетъ многочисленныя примѣненія. Хорошіе проводники тепла употребляются въ томъ случаѣ, когда нужно быстрое распространеніе теплоты, а худые, когда хотятъ гдѣ-нибудь удержать теплоту.

Для скорѣйшаго кипяченія воды полезно употреблять металлическіе сосуды, а для скорѣйшаго отопленія—желѣзныя печи.

Удерживаніе теплоты.

Напротивъ-того, наши платья и постели дѣлаются изъ дурныхъ проводниковъ тепла; они не отнимаютъ у тѣла его теплоты и не охлаждаютъ его точно такъ же, какъ и нагрѣтой стеклянки. Широкое платье теплѣе узкаго, потому-что воздухъ, находящійся между тѣломъ и платьемъ, мѣшаетъ отдѣленію теплоты. Шерстяной коверъ, какъ худой проводникъ тепла, препятствуетъ охлажденію ногъ, отнимая у нихъ очень

мало теплоты. Въ зимніе морозы всадники обертываютъ металлическія стремена сукномъ или соломой. Вся окружающая насъ атмосфера представляетъ худой проводникъ тепла; еслибы она была хорошимъ проводникомъ, то въ короткое время отняла бы у животныхъ теплоту, необходимую для ихъ жизни. Но такъ-какъ воздухъ движется вверхъ и въ стороны, и постоянно уноситъ съ собою воздушныя частицы, находящіяся въ соприкосновеніи съ нагрѣтыми тѣлами, то послѣднія все-таки нѣсколько охлаждаются. Поэтому животныя покрыты шерстью, мѣхомъ или перьями, которые защищаютъ ихъ отъ слишкомъ большой потери теплоты. неподвижный слой воздуха, заключенный между плотно-вставленными стеклами двойныхъ оконныхъ рамъ и двойными дверями, худо проводитъ теплоту комнатъ и не даетъ имъ охлаждаться. Промежутки двойныхъ стѣнокъ въ желѣзныхъ огнеупорныхъ шкафахъ наполняются худымъ проводникомъ теплоты—золою. Паровыя трубы и паровые котлы окружаются покрывкой, наполненной угольнымъ порошкомъ или пепломъ. Деревья и колодцы, для предохраненія отъ мороза, окутываются соломой; оранжереи во время холода покрываются рогожами, отверстія погребовъ также заваливаются на зиму соломой или навозомъ. Снѣгъ вмѣстѣ съ воздухомъ, содержащимся въ его скважинахъ, охраняетъ посѣвы отъ охлажденія. При спасеніи замерзшихъ нужно заботиться о томъ, чтобы не подвергать ихъ съ разу высокой температурѣ, въ противномъ случаѣ у нихъ произойдетъ воспаленіе и антоновъ огонь; для устраненія этого, ихъ обкладываютъ снѣгомъ и такимъ-образомъ даютъ имъ постепенно согрѣваться.

Отдача
теплоты.

Но, предотвращая потерю теплоты, худые проводники вмѣстѣ съ тѣмъ препятствуютъ и воспріятію новой теплоты. Такъ деревянныя ручки на металлическихъ сосудахъ и утюгахъ предохраняютъ руку отъ жара; кожа на рукахъ, сдѣлавшаяся отъ тяжелой работы твердою и какъ-бы роговою, представляетъ до того худой проводникъ тепла, что кузнецы берутъ въ руки раскаленные угли. Чтобы стаканъ, поставленный на печь не лопнулъ, подкладываютъ подъ него лоскутокъ бумаги, который замедляетъ переходъ теплоты. Ледники, для защиты отъ солнечной теплоты, обкладываются соломой, слоемъ угля или пепла, также деревомъ. Вся поверхность земли есть худой проводникъ теплоты; поэтому она предохраняетъ корни растений отъ жара и засыханія, а зимою отъ потери теплоты и замерзанія.

II. Распространеніе теплоты вслѣдствіе лучеиспусканія.

Лучеиспуска-
ніе теплоты.

392. Лучеиспусканіе теплоты. Когда теплота распространяется посредствомъ проводимости, то каждая частица тѣла передаетъ ее ближайшей частицѣ, и каждое тѣло непосредственно прикасающимся къ нему тѣламъ. Но теплота одного тѣла можетъ также передаваться другому, находящемуся отъ него на нѣкоторомъ разстояніи, не нагрѣвая тѣлъ, находящихся въ промежуткѣ между ними.

Опытъ а. Когда мы стоимъ передъ огнемъ печи, то наши руки или лицо чувствуютъ сильный жаръ, а между-тѣмъ воздухъ, находящійся между нами и огнемъ, нагрѣвается вовсе не такъ сильно. Если поставить меж-

ду огнемъ и лицомъ ширму, напримѣръ листъ бумаги, то ощущение теплоты мгновенно прекращается, чего не могло бы быть, еслибъ окружающій воздухъ былъ сильно нагрѣтъ. По удаленіи ширмы, жаръ тотчасъ появляется снова. Такъ-какъ ширма удерживаетъ теплоту, когда стоитъ на прямой линіи между огнемъ и нашимъ тѣломъ, то значить, въ этомъ случаѣ, теплота передается намъ отъ печи по прямой линіи черезъ воздухъ.

Какъ прямолинейный путь свѣта называется свѣтовымъ лучемъ (§ 290), такъ и прямолинейный путь теплоты называется лучемъ теплоты; самый же способъ распространенія теплоты посредствомъ лучей называется лучеиспусканіемъ теплоты. Лучи теплоты исходятъ не только изъ тѣлъ свѣтящихся, но и изъ темныхъ, не свѣтящихся.

Опытъ b. Если держать руку близъ горячей желѣзной печки, то рука ощущаетъ лучи тепла; это ощущение прекращается, если между рукой и печью помѣстить ширму.

Опытъ c. То же самое происходитъ, если поднести руку къ желѣзному горшку съ кипящею водою. Но такъ какъ ощущение можетъ быть обманчиво, а обыкновенный ртутный термометръ недовольно чувствителенъ для этой цѣли, то ставятъ близъ горшка снарядъ, описанный при опытѣ 350. Этотъ снарядъ, простѣйшій видъ воздушнаго термометра, чрезвычайно чувствителенъ, особенно если волосная трубочка его очень узка и достаточно выдается изъ пробирной трубки. Если поднести такой термометръ къ горшку съ кипяткомъ, то окажется, что жидкость въ приборѣ значительно поднимается; если

же удержать лучи теплоты ширмою, то термометръ снова падаетъ.

Различная
способность
лучеиспуска-
нія.

Поэтому, нагрѣтыя тѣла распространяють теплоту во все стороны, по прямымъ линіямъ. Хотя все тѣла испускають теплоту, но не все съ одинаковою силою и скоростью; другими словами, тѣла имѣють различную способность лучеиспусканія.

Опытъ d. Берутся два одинаковыхъ стакана и одинъ обклеивается золотою, а другой — черною и нелоснящеюся бумагой; потомъ оба стакана наполняются горячею водою, которая постоянно взбалтывается, и ставятся на какой нибудь худой проводникъ теплоты, напримѣръ листъ-бумаги. Воздухъ и бумага отнимають у обоихъ стакановъ одинаковое количество теплоты. Несмотря на это, термометръ опущенный въ нихъ, по истеченіи нѣкотораго времени, показываетъ неодинаковую температуру. Стаканъ, покрытый черной бумагой, становится холоднѣе, слѣдовательно онъ теряетъ болѣе теплоты; такъ-какъ потеря эта можетъ происходить только отъ лучеиспусканія, то значитъ онъ испускаетъ большее количество лучистой теплоты. Притомъ оба стакана различаются между собою только по бумажной обкладкѣ; и такъ количество испускаемой теплоты зависитъ не только отъ температуры тѣла, но также отъ свойства его поверхности.

Хорошо полированные самовары и кофейники очень медленно охлаждаются лучеиспусканіемъ и жидкость долго остается въ нихъ горячею. На этомъ же основано употребленіе колпаковъ для кушанья, сдѣланныхъ изъ блестящей мѣди или серебра; темная и негладкая крышка сильнѣе испускаетъ теплоту и бы-

стрѣе охлаждаетъ кушанье. Печныя трубы и желѣзныя печи полезно оставлять черными и негладкими, для того чтобы онѣ быстрѣе и въ бѣльшемъ количествѣ передавали комнатѣ теплоту. Вообще, темныя и шероховатыя поверхности скорѣе и сильнѣе испускаютъ теплоту, чѣмъ свѣтлыя и полированныя.

На земной поверхности всего болѣе испускаютъ теплоту трава и листья деревъ, отчего на нихъ и образуется роса (§ 374). Вся земля втеченіи года испускаетъ столько же тепла въ холодное небесное пространство, сколько получаетъ лучистой теплоты отъ солнца, и потому температура земли съ теченіемъ времени не увеличивается.

393. Поглощеніе и отраженіе лучистой теплоты.

Поглощеніе и
отраженіе лу-
чей теплоты.

Опытъ а. Берутся опять упомянутые въ предыдущемъ опытѣ два стакана, одинъ съ черной, другой съ золотой обкладкой, наполняются холодной водой и выставляются на солнце. Черезъ нѣсколько времени термометръ покажетъ, что черный стаканъ нагрѣлся гораздо больше или поглотилъ большее количество лучей теплоты; между-тѣмъ, лучи теплоты отражаясь отъ золотой бумаги, почти не нагрѣваютъ ее.

Опытъ б. Воздушный термометръ (опытъ 392 с.), изъ котораго предварительно вынута пробка, держится въ пламени масляной лампы до-тѣхъ-поръ, пока не покроется съ одной стороны копотью. Когда сосудъ охладится, въ него снова вставляется пробка съ волосной трубкой. Безъ этой копоти, термометръ на разстояніи одного фута отъ изразцовой печи едва обнаруживалъ испусканіе лучистой теплоты. Теперь же, если приблизить его къ печи, закопченной стороной, заслонивъ ширмой, то по

отнятіи ширмы жидкость тотчасъ начинаетъ подниматься, потому что сажа сильно поглощаетъ лучи теплоты.

Опытъ с. Если около полудня наводитъ зажигательное стекло (§ 312 и 347) на бѣлую и черную бумагу, то первая долго не загорается, а вторая, гораздо легче поглощая лучистую теплоту, загорается очень скоро.

Опытъ
Франклина.

Опытъ d. Зимой, при солнечномъ свѣтѣ разстилаются на снѣгу другъ подлѣ друга нѣсколько доскутковъ бѣлой, черной и разныхъ цвѣтныхъ матерій. Черезъ нѣсколько времени окажется, что подъ чернымъ сукномъ снѣгъ растаялъ сильнѣе; болѣе свѣтлые доскутки опускаются не такъ глубоко, а бѣлое сукно, отражая всю лучистую теплоту, вовсе не нагревается снѣга.

Опытъ e. Неполированный шероховатый металлическій кружокъ и полированный, неодинаково нагреваются отъ дѣйствія солнечныхъ лучей. Полированная поверхность почти совсѣмъ не нагревается.

Слѣдовательно, темныя и шероховатыя поверхности быстрѣе поглощаютъ лучи теплоты, а свѣтлыя и полированныя тѣла быстрѣе отражаютъ ихъ. Тѣ тѣла, которыя легко испускаютъ теплоту, легко и поглощаютъ ее.

Сродныя
явленія.

Лѣтомъ бываетъ жарко въ теплыхъ перчаткахъ, потому что онѣ сильно поглощаютъ лучи тепла. Для зимняго платья выбираются обыкновенно темныя матеріи, которыя въ комнатѣ поглощаютъ теплоту, испускаемую нагрѣною печью. Кромѣ-того, для защиты тѣла отъ холода, употребляются худые проводники тепла—шерстяныя матеріи и мѣха, вмѣстѣ съ заключающимся въ нихъ воздухомъ. Подержанные, покрытые сажею кот-

лы и сковороды нагрѣваются скорѣе, нежели новые, и ихъ нарочно не чистятъ съ той стороны, которая подвергается дѣйствію огня. Около темныхъ столбовъ и древесныхъ пней снѣгъ таетъ раньше, нежели въ отдаленіи отъ нихъ; на темныхъ стѣнахъ виноградъ созрѣваетъ скорѣе и лучше.

Напротивъ-того, для лѣтней одежды приличны свѣтлые цвѣта; свѣтлое платье не поглощаетъ солнечной теплоты и большую часть лучей отражаетъ назадъ. Для исподняго платья приличны бѣлыя ткани, которыя отдаютъ обратно нашему тѣлу, идущіе изъ него лучи теплоты. На виноградникахъ устроиваются въ видѣ террасъ бѣлыя стѣны, онѣ черезъ отраженіе отдаютъ, падающіе на нихъ лучи теплоты винограднымъ лозамъ, растущимъ въ нѣкоторомъ отдаленіи отъ нихъ. Въ полированномъ металлическомъ сосудѣ вода въ лѣтнее время довольно долго остается холодною, вслѣдствіе отраженія теплоты. Ширма изъ блестящей жести, поставленная передъ очагомъ кухонной печи, отбрасываетъ теплоту назадъ къ очагу и такимъ-образомъ усиливаетъ на немъ жаръ, зато самая кухня нагрѣвается менѣе. Всѣ предметы въ комнатѣ, несмотря на различіе ихъ поверхностей, мало-по-малу принимаютъ почти одинаковую температуру; тѣ изъ нихъ, которые быстро испускаютъ ее, также быстро и поглощаютъ; а тѣ, которые медленно поглощаютъ лучи теплоты, медленно и отражаютъ ихъ. Но это поглощеніе и испусканіе совершается непрерывно и теплота постоянно находится въ движеніи.

Силы
природы.

394. Общій обзоръ. Разсмотрѣвши въ частности разнообразныя явленія природы, весьма естественно должно сдѣлать общій обзоръ всѣмъ этимъ явленіямъ, выкинуть въ причины, на которыхъ они основываются.

а. Сила всеобщаго притяженія.

Обозрѣвая явленія механическія, мы пришли къ понятію о силѣ тяжести, силѣ, которая притягиваетъ къ землѣ и удерживаетъ на ней всѣ земные предметы. Какъ движеніе, такъ и давленіе, производимое силою тяжести, представляются въ различныхъ видахъ, смотря потому, будетъ ли тѣло въ твердомъ, капельножидкомъ или газообразномъ состояніи. Состояніе тѣла зависитъ отъ силы сцѣпленія, которая болѣе или менѣе связываетъ между собою его части. Какъ притяженіе, дѣйствуя между двумя близлежащими тѣлами, заставляетъ ихъ приближаться и приставать одно къ другому, такъ точно дѣйствуетъ и сцѣпленіе между отдѣльными частицами одного и того же тѣла. Поэтому, на силу тяжести, сцѣпленія и притяженія мы смотримъ какъ на различныя проявленія одной и той же силы, присущей всему вещественному, — силы всеобщаго притяженія. Если частицы газа и стремятся удалиться другъ отъ друга, то здѣсь отталкивающую силу никакъ нельзя приписать самымъ частицамъ газообразнаго тѣла, онѣ притягиваются какъ и всѣ частицы вещества. Скорѣе можно допустить, что частицы тѣла окружены оболочкою или атмосферою тонкаго упругаго вещества, которое стремится удалить ихъ другъ отъ друга.

б. Эфиръ.

Наблюденія астрономовъ надъ кометою Энке заставляютъ предполагать, что вся вселенная наполнена тончайшимъ, упругимъ веществомъ, которое способно одинаково оказывать замѣтное сопротивленіе движенію ко-

метъ, этихъ парообразныхъ массъ, обладающихъ весьма незначительною плотностью. Такое тонкое и чрезвычайно упругое вещество называется *эфиромъ*. Эфиръ проникаетъ во все тѣла и окружаетъ частицы каждого изъ нихъ. Отъ величины такихъ оболочекъ или атмосферъ эфиръ, зависить то или другое состояніе тѣла; наибольшей величины они достигаютъ въ газахъ и парахъ. Тѣло, переходящее изъ твердаго состоянія въ жидкое, или изъ жидкаго въ газообразное (§ 364 и 365), поглощаетъ известное количество теплоты; эта теплота повидимому исчезаетъ, но на самомъ дѣлѣ служитъ къ увеличенію эфирныхъ атмосферъ внутри тѣла. Такимъ-образомъ можно предположить—что теплота есть дѣйствіе эфиръ. А такъ-какъ многія явленія теплоты сопровождаются явленіями свѣта, такъ-какъ лучи теплоты и свѣта одинаково отражаются вогнутыми зеркалами и преломляются зажигательными стеклами, то источникомъ свѣта можно также считать эфиръ. Какъ звукъ происходитъ отъ колебанія тѣлъ, такъ вѣроятно свѣтъ и теплота зависятъ отъ колебанія эфиръ. Колебанія тѣла тогда только дѣйствуютъ на наше ухо, когда достигаютъ достаточной быстроты; такъ точно колебанія эфиръ только тогда дѣйствуютъ на глазъ, когда совершаются довольно быстро. Пока колебанія эти совершаются медленно и большими размахами, они дѣйствуютъ только на осязаніе и производятъ ощущеніе теплоты. Такія колебанія имѣютъ свойство расширять тѣла, удаляя ихъ частицы другъ отъ друга, и легко возбуждаются посредствомъ движенія частицъ во время сжатія и тренія. Болѣе быстрыя колебанія эфиръ дѣйствуютъ на чувство зрѣнія, они отражаются подобно звучнымъ волнамъ, и преломля-

ются вслѣдствіе уменьшенія ихъ скорости, когда проходятъ косвенно черезъ прозрачное тѣло; различные цвѣта, все-равно какъ музыкальные тоны, зависятъ отъ различнаго числа колебаній, совершаемыхъ въ одинъ и тотъ же промежутокъ времени.

Магнетизмъ долженъ быть разсматриваемъ не какъ самостоятельная сила, но какъ дѣйствіе электричества; мы знаемъ, что желѣзо намагничивается, если вокругъ него проходитъ электрическій токъ. Неравное нагрѣваніе въ точкахъ соприкосновенія различныхъ составныхъ частей земной поверхности, возбуждаетъ въ ней, также какъ въ двухъ спаянныхъ металлахъ, электрическіе токи и черезъ то сообщаетъ землѣ магнитную силу. Съ другой стороны, электричество является источникомъ химическаго сродства. Точные опыты показали, что химическое соединеніе происходитъ только въ томъ случаѣ, когда въ двухъ тѣлахъ при ихъ соприкосновеніи возбуждаются противоположныя электричества. Эти электричества взаимно притягиваются, и чѣмъ они сильнѣе, тѣмъ сильнѣе дѣйствуетъ химическое сродство. Сосредоточенное и только медленно стекающее электричество кондуктора, мгновенный разрядъ лейденской банки, непрерывный токъ гальванической цѣпи — всѣ эти виды электричества сопровождаются свѣтомъ и теплотою. Опытъ показываетъ, что какъ-скоро въ одномъ и томъ же бассейнѣ сталкиваются два водяныхъ тока, то вода приходитъ въ сильное волнообразное движеніе; два противоположныя воздушныя теченія, встрѣчаясь другъ съ другомъ, производятъ вихрь. Можно думать, что и электрическіе токи, столкновеніе которыхъ рождаетъ волны свѣта и теплоты, суть ни что иное какъ токи эѳира, и

что электричество есть движеніе эѳира. Слѣдовательно, магнетизмъ, электричество, свѣтъ и теплота, эти физическіе дѣятели, извѣстные въ прежнія времена подъ именемъ невѣсомыхъ веществъ, по всей вѣроятности происходятъ изъ одного общаго источника и должны быть разсматриваемы, какъ различные виды дѣйствія эѳира, наполняющаго все пространство вселенной.



ОГЛАВЛЕНИЕ.

Третій отдѣлъ: явленія звука, свѣта и теплоты.

Звукъ.

ПРОСТОЙ ЗВУКЪ.

§ 272. Происхожденіе звука; § 273. Распространеніе колебаній до слуховаго органа; § 274. Распространеніе звука въ газообразныхъ, капельножидкихъ и твердыхъ тѣлахъ; § 275. Сила звука; § 276. Скорость звука; § 277. Отраженіе звука; § 278. Инструменты и постройки, основанныя на отраженіи звука.

СЛОЖНЫЙ ЗВУКЪ.

§ 279. Неправильный сложный звукъ, или шумъ; § 280. Правильный сложный звукъ, или тонъ; § 283. Высота тона и музыкальная азбука; § 282. Струны; § 283. Распространеніе тоновъ; § 284. Струнные музыкальные инструменты; § 285. Издающія тонъ перепонки, пластинки и колокольчики; § 286. Духовые инструменты; § 287. Органъ голоса у человѣка.

Свѣтъ.

§ 288. Самосвѣтящія тѣла; § 289. Темныя тѣла.

ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАСПРОСТРАНЕНІЕ СВѢТА.

§ 290. Прямолинейный путь свѣта; § 291. Оптическая камера; § 292. Происхожденіе тѣни; § 293. Положеніе тѣни; § 294. Видъ тѣни; § 295. Длина тѣни; § 296. Сила свѣта; § 297. Фотометръ; § 298. Скорость свѣта.

ОТРАЖЕНІЕ СВѢТА.

§ 299. Отраженіе свѣта отъ зеркалъ; § 300. Законы отраженія свѣта; § 301. Изображеніе въ плоскомъ зеркалѣ;

§ 302. Изображеніе въ двухъ параллельныхъ плоскихъ зеркалахъ; § 303. Плоскія зеркала, наклоненныя одно къ другому подъ какимъ-нибудь угломъ. Калейдоскопъ; § 304. Вогнутыя зеркала. Употребленіе ихъ для зажиганія и освѣщенія; § 305. Объективныя (дѣйствительныя) изображенія, производимыя вогнутымъ зеркаломъ; § 306. Мнимыя (субъективныя) изображенія въ вогнутомъ зеркалѣ; § 307. Выпуклыя зеркала; § 308. Неправильное отраженіе свѣта; § 309. Утренняя и вечерняя заря.

ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВѢТА.

§ 310. Законъ преломленія; § 311. Преломленіе въ плоскихъ стеклахъ; § 312. Выпуклыя стекла; § 313. Объективныя (дѣйствительныя) изображенія, производимыя выпуклыми стеклами; § 314. Субъективныя изображенія въ выпуклыхъ стеклахъ; § 315. Вогнутыя стекла; § 316. Астрономическая рефракція и фата-моргана; § 317. Полное внутреннее отраженіе; § 318. Зеркальность воздуха, миражъ.

ЗРѢНІЕ И ОПТИЧЕСКІЕ ИНСТРУМЕНТЫ.

§ 319. Уголъ зрѣнія; § 320. Оптическіе обманы при сужденіи о разстояніи и величинѣ предметовъ; § 321. Устройство глаза; § 322. Почему мы видимъ предметы въ прямомъ видѣ и не двойнѣ? § 223. Продолжительность впечатлѣнія, производимаго свѣтомъ на глазъ; § 324. Способность глаза примѣняться къ различнымъ разстояніямъ предмета; § 325. Дальнозоркость и близорукость; § 326. Очки; § 327. Луна и простой микроскопъ; § 328. Сложный микроскопъ; § 329. Зрительныя трубы съ предметными стеклами; § 330. Зеркальные телескопы или рефлекторы; § 331. Подвижная панорама и косморама; § 332. Камера-обскура и дагерротипъ; § 333. Волшебный фонарь и туманныя картины; § 334. Солнечный и водородный микроскопы.

ЦВѢТНЫЕ ЛУЧИ СВѢТА.

§ 335. Разложеніе бѣлаго солнечнаго луча на цвѣтныя; § 336. Образованіе бѣлаго свѣта изъ цвѣтныхъ лучей; § 337. Цвѣтныя коймы у предметовъ, разсматриваемыхъ въ призму; § 338. Окрашенные края предметовъ, при преломленіи лучей въ оптическихъ стеклахъ; § 339. Радуга; § 340. Цвѣта, происходящіе вслѣдствіе отраженія свѣта; § 341. Голубой цвѣтъ неба и вечерняя заря; § 342. Главныя и переходныя цвѣта; § 343. Субъективные цвѣта.

Теплота.**ВОЗБУЖДЕНИЕ ТЕПЛОТЫ.**

§ 344. Возбуждение теплоты посредствомъ тренія; § 345. Возбуждение теплоты посредствомъ сжатія; § 346. Возбуждение теплоты посредствомъ химическихъ процессовъ; § 347. Теплота солнечныхъ лучей.

ДѢЙСТВІЕ ТЕПЛОТЫ.**I. Расширеніе тѣлъ.**

§ 348. Расширеніе твердыхъ тѣлъ отъ теплоты; § 349. Расширеніе капельножидкихъ тѣлъ отъ теплоты; § 350. Расширеніе газообразныхъ тѣлъ отъ теплоты; § 351. Термометръ Реомюра; § 352. Употребленіе термометра; § 353. Историческія свѣдѣнія о термометрѣ; § 354. Расширеніе воды отъ холода, важное для нашего климата.

II. Теченія въ водѣ и въ воздухѣ.

§ 355. Кругообразное движеніе воды и отопленіе водою; § 356. Выхожденіе нагрѣтаго воздуха; § 357. Теченіе воздуха и отопливаніе имъ; § 358. Происхожденіе вѣтровъ; § 359. Атмосферныя теченія.

III. Плавленіе твердыхъ и испареніе жидкихъ тѣлъ.

§ 360. Процессъ плавленія; § 361. Скрытая теплота капельножидкаго тѣла; § 362. Холодъ, происходящій вслѣдствіе расплавленія тѣла; § 363. Образованіе паровъ при кипяченіи; § 364. Переходъ пара въ туманъ и въ капельножидкое состояніе; § 365. Скрытая теплота пара; § 366. Замедленіе кипѣнія отъ давленія воздуха и паровъ; § 367. Кипѣніе ускоряется при уменьшеніи давленія воздуха и паровъ; § 368. Опытъ Лейденфроста и огненное испытаніе (Судъ Божій); § 369. Испареніе; § 370. Испареніе ускоряется отъ притока воздуха, отъ теплоты и увеличенія испаряющей поверхности; § 371. Холодъ отъ испаренія; § 372. Присутствіе водяныхъ паровъ въ атмосферѣ и гигроскопическія явленія; § 373. Гигрометръ и психрометръ; § 374. Роса и иней; § 375. Туманъ и облака; § 376. Дождь, снѣгъ и градъ.

Примѣненіе паровъ; § 377. Употребленіе пара при вареніи, высушиваніи и отопливаніи; § 378. Перегонка; § 379. Паяльная лампа; § 380. Атмосферныя паровыя машины; § 381. Изобрѣтеніе холодильника Уаттомъ; § 382. Примѣненіе пара, какъ движущей силы; § 383. Машина двойнаго дѣйствія; § 384. Приводы въ паровой машинѣ Уатта; § 385. Общій обзоръ паровой машины Уатта; § 386. Ма-

шины низкаго и высокаго давленія; § 387. Локомотивъ, машина высокаго давленія.

РАСПРОСТРАНЕНІЕ ТЕПЛОТЫ.

§ 388. Теплопроводимость; § 389. Теплопроводимость твердыхъ тѣлъ; § 390. Теплопроводимость капельножидкихъ и газообразныхъ тѣлъ; § 391. Примѣненіе хорошихъ и худыхъ проводниковъ тепла; § 392. Лучеиспусканіе теплоты. § 393. Поглощеніе и отраженіе лучистой теплоты; § 394. Общій обзоръ.
