СИЛЫ ПРИРОДЫ

И ИХЪ

ПРИМѢНЕНІЯ.

Библіотека
Истпарту

СИЛЫ ПРИРОДЫ

И ИХЪ

ПРИМѢНЕНІЕ.

ОТКРЫТІЯ И ИЗОБРѢТЕНІЯ ВЪ ОБЛАСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Съ рисунками.

ПОПУЛЯРНО ОБРАБОТАНО

М. ХАНОМЪ.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА.

1865.

Дозволено Цензурою. С.-Петербургъ, 20 января 1865 года.

ВВЕДЕНІЕ.

Исторія развитія физической науки.

Естественныя явленія, безпрестанно повторяясь въ природѣ, должны были обратить на себя вниманіе людей уже въ самой глубокой древности, когда всѣ науки находились еще въ младенчествѣ и даже были совершенно неизвѣстны большей части жившихъ тогда народовъ. Уже въ то время люди примѣняли эти явленія при устройствѣ своихъ простыхъ машинъ, но они дѣлали это безсознательно, не отдавая себѣ отчета въ обусловливающихъ ихъ физическихъ законахъ, объясненіе которыхъ требуетъ предварительнаго развитія ума и значительнаго запаса опытности и знанія. Въ послѣдствіи, благодаря дѣятельному и постоянному стремленію человѣческаго ума къ усовершенствованію и улучшенію быта,

люди пріобрѣли значительную опытность и обогатили себя огромнымъ запасомъ фактовъ, полезныхъ для промышленности и вообще для всего хозяйства обыденной жизни. Но первыя начала научному примѣненію этихъ долголѣтнихъ трудовъ положены не раньше, какъ въ послѣднія столѣтія.

Въ древнемъ Египтѣ, гдѣ греки и другіе древніе народы почерпали главныя начала своего образованія, мы находимъ первые слѣды научнаго развитія математики, физики, астрономіи и химіи. Однако познанія и успѣхи египтянъ въ этихъ естественныхъ наукахъ мало распространялись между иноземными, потому что послѣдніе хотя и находились съ ними въ частыхъ сношеніяхъ, однако пріѣзжали въ Египетъ почти единственно съ торговою цѣлью. Въ послѣдствіи же, когда финикіяне усовершенствовали мореплаваніе и открыли болѣе отдаленныя страны, лежащія по берегамъ сѣверной Африки (Карѳагенъ), естественныя науки начали дѣлать видимые успѣхи. Но такъ какъ до нѣкоторыхъ приписываемыхъ имъ открытій и познаній (приготовленіе селитры, стекла, открытіе янтаря и т. д.), они дошли не путемъ научнаго изслѣдованія, а совершенно случайно, то по нимъ нельзя вывести вѣрнаго заключенія о степени развитія естественныхъ наукъ у этого народа.

Израильтяне вынесли изъ Египта множество полезныхъ познаній, но безпрестанныя политическія треволненія отнимали у потомковъ Авраама возможность съ усердіемъ предаваться изученію естественныхъ наукъ. Этруски, по видимому, болѣе обращали вниманіе на изслѣдованіе таинственныхъ свойствъ природы. Настоящими же преемниками египетскаго образованія были греки: Знатные люди этого народа обыкновенно довершали свое воспитаніе въ Египтѣ и затѣмъ

дѣлали большія путешествія для усовершенствованія своихъ познаній прямыми наблюденіями; при этомъ греки, благодаря живости своего ума, постоянно стремились сами разрѣшать всѣ представлявшіеся имъ вопросы. Такимъ образомъ, если египтяне были первыми основателями наукъ, то грекамъ мы обязаны дальнѣйшимъ развитіемъ ихъ.

Римляне заимствовали свое умственное образованіе у грековъ, но въ изученіи естествознанія они ушли не очень далеко. Они дѣлали нѣкоторые успѣхи только въ математикѣ и въ отдѣльныхъ отрасляхъ знанія, необходимыхъ для военнаго искуства (какъ то архитектура, фортификація), разрѣшали также извѣстные вопросы по части естествознанія, которые они дѣлали предметами поэтическаго описанія; но стремленіе къ научному изслѣдованію у нихъ никогда не проявлялось. Даже оба Плинія и заслуженный мыслитель Страбонъ гораздо больше [illegible] собранію фактовъ, чѣмъ къ сознанію и объясненію законовъ наблюдаемыхъ въ природѣ явленій.

Аравитяне являются уже настоящими двигателями естественныхъ наукъ. Живя почти постоянно подъ открытымъ небомъ, они рано начали заниматься астрономическими и метеорологическими наблюденіями, а вмѣстѣ съ тѣмъ и математическими вычисленіями, столь тѣсно связанными съ астрономіею. Но этотъ же народъ первый началъ дѣлать успѣхи и въ химіи, которая ими была перенесена въ Испанію и затѣмъ крестоносцами въ другія западныя страны Европы.

Но обстоятельства, въ которыхъ находились народы прежнихъ вѣковъ, были причиною, что нѣкоторыя науки приняли совершенно ложное направленіе. Въ теченіе многихъ сто-

лѣтій почти вся область умственныхъ изслѣдованій оставалась необработанною и послѣдствія ложныхъ истолкованій долго преграждали путь къ истинѣ. Астрономія была употреблена во зло и мало по малу превратилась въ астрологію, пока знаменитый Кеплеръ не вывелъ ее изъ этого недостойнаго положенія; а химія сдѣлалась основаніемъ сумасброднаго ученія о философскомъ камнѣ. Однако наконецъ являлись люди въ родѣ Галилея и Коперника, которые своимъ свѣтлымъ умомъ постигли тайные законы естественныхъ явленій и рѣшились разорвать оковы предубѣжденій, долго поддерживавшихъ невѣжество между средневѣковыми народами.

Уже въ 1300 г. Ѳеодорикъ Апольдскій (1) объяснилъ происхожденіе радуги, въ 1313 г. Александръ изъ Спины изобрѣлъ очки, а нѣсколько лѣтъ передъ тѣмъ, въ 1300 г. Флавіо Джіойа изъ Амальфи (2) придумалъ магнитную стрѣлку.

Но большая часть открытій въ области физической техники сдѣлана въ теченіе послѣднихъ трехъ столѣтій, а именно въ XVII и XVIII вѣкахъ. Такъ напр. паровая машина, которая мощно содѣйствуетъ какъ развитію всемірной промышленности, такъ и достиженію всѣхъ государственныхъ цѣлей, и безъ которой въ настоящее время не можетъ благоденствовать почти ни одинъ народъ, изобрѣтена только во второй половинѣ прошлаго столѣтія, въ 1769 г., незабвеннымъ Джемсомъ Уатомъ (James Watt), который дошелъ до своего открытія не случайно, подобно тупому бразильскому негру, увидавшему въ пескѣ блестящую жемчужину, а своимъ проницательнымъ

---

(1) Апольда, городъ въ великомъ княжествѣ саксенвеймарскомъ.

(2) Въ неаполитанскомъ королевствѣ.

умомъ и тщательнымъ изслѣдованіемъ свойствъ водянаго пара. Уже за 2000 лѣтъ передъ тѣмъ Геронъ изъ Александріи замѣтилъ особенныя свойства водянаго пара и, согласно съ законами дѣйствія его, устроилъ замѣчательный аппаратъ; а между тѣмъ прошло цѣлыхъ два тысячелѣтія, пока удалось вполнѣ развить этотъ первоначальный опытъ и примѣнить его къ дѣлу въ промышленной техникѣ. Нѣсколько раньше, а именно въ 1752 г., были изобрѣтены громовые отводы, и хотя многіе писатели утверждаютъ, что уже древніе греки имѣли точное понятіе объ электричествѣ, такъ какъ они для отвода пагубныхъ дѣйствій молній сажали вокругъ своихъ храмовъ высокія деревья, но тѣмъ не менѣе главная заслуга въ этомъ отношеніи принадлежитъ американскому гражданину Веніамину Франклину. Въ началѣ XVIII столѣтія начали постигать внутреннюю связь электрическихъ явленій, и [illegible] благодаря этому знанію сдѣлалось возвѣстную [illegible] опред[illegible]ніе свойства грома, такъ и отысканіе средства для предотвращенія его вреднаго дѣйствія. Всѣ остальныя открытія въ области электричества и магнетизма относятся къ позднѣйшему времени.

Уже въ самыя древнія времена старались найти возможность телеграфировать, т. е. передавать извѣстія на значительныя разстоянія какъ можно скорѣе. Такъ напр., о паденіи Трои Агамемнонъ въ ту же самую ночь извѣстилъ свою жену Клитемнестру, находившуюся въ семидесяти миляхъ отъ него, условными знаками, передаваемыми посредствомъ огней. Но не смотря на то, что во всѣ времена чувствовали вопіющую потребность въ скоромъ сообщеніи, телеграфное искуство достигло своего удивительнаго развитія только въ началѣ текущаго столѣтія, благодаря изобрѣтательному

уму Романьози въ Инсбрукѣ (1), открывшаго законы, по которымъ дѣйствуетъ эклетромагнетизмъ.

Почти всѣ инструменты, которые употребляются нами для измѣренія силъ извѣстныхъ явленій, изобрѣтены только въ послѣднія три столѣтія. Сюда принадлежатъ: термометръ, употребляемый для измѣренія температуры, барометръ для опредѣленія степени давленія воздуха, манометръ — для упругости пара, электрометръ — для измѣренія количества электричества и т. д. Одни только вѣсы существуютъ съ давнихъ временъ; но и они усовершенствованы и примѣненіе ихъ расширено до такой степени, что, какъ физическій инструментъ, ихъ можно считать вторымъ открытіемъ временъ французской революціи.

Общія свойства тѣлъ.

Все то, что можетъ произвести въ нашихъ органахъ опредѣленныя ощущенія и занимаетъ извѣстное пространство, называется *тѣломъ*.

Тѣла не соединены съ частями пространства, въ которыхъ находятся, и потому могутъ занимать то одно, то другое мѣсто. Эта способность перемѣнять мѣсто называется *подвижностью*. Тѣло находится въ покойномъ положеніи или въ

---

(1) Въ Тироли.

движеніи, смотря по тому, занимаетъ ли оно въ извѣстный періодъ времени одно и то же мѣсто или безпрестанно мѣняетъ свое мѣстоположеніе.

Неподвижностью называется недостатокъ способности въ тѣлахъ производить хоть малѣйшую перемѣну въ-своемъ положеніи.—Причина каждой перемѣны въ положеніи есть сила; т. е. для того, чтобы тѣло приходило въ движеніе необходима какая нибудь сила, которая выводила бы его изъ покойнаго положенія.

Способность каждаго тѣла возбуждать въ насъ различныя ощущенія составляетъ особенныя свойства, по которымъ мы можемъ узнать о ихъ присутствіи. Нѣкоторыя изъ этихъ свойствъ принадлежатъ всѣмъ тѣламъ безъ исключенія и по этому называются *общими*, какъ напр., протяженіе, непроницаемость, дѣлимость, упругость, скважность и др.

Протяженіе есть свойство каждаго тѣла занимать извѣстную часть пространства.

Непроницаемость тѣлъ очевидна: мы не можемъ положить никакого тѣла на то мѣсто, гдѣ уже находится другое тѣло, не вытѣснивъ послѣдняго; а если твердыя тѣла погружаются въ жидкость, то это только потому, что ими вытѣсняются удободвижимыя частицы жидкостей изъ своихъ мѣстъ.

Дѣлимость свойственна всѣмъ тѣламъ безъ исключенія, такъ какъ отъ всякаго тѣла можно отдѣлить любое число частицъ.

Упругость есть свойство, по которому тѣло, измѣнивши свой объемъ или форму вслѣдствіе временнаго давленія или другаго вліянія, опять принимаетъ первоначальный объемъ или форму, какъ только прекращается давленіе. Самые по-

разительные примѣры этого свойства представляютъ пружины, резина, газы и пары.

Скважность. Подъ названіемъ скважности разумѣется то общее свойство, по которому пространство, занимаемое тѣломъ, не наполняется единственно однимъ веществомъ тѣла, или матеріею, потому что тѣло состоитъ изъ частицъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга промежутками, называемыми *скважинами или порами*, которыя наполнены воздухомъ. Другими словами, въ каждомъ тѣлѣ есть скважины. Числомъ и объемомъ этихъ скважинъ обусловливается плотность тѣла или сила его сцѣпленія: оно тѣмъ плотнѣе, чѣмъ скважины въ немъ меньше числомъ и объемомъ. По степени же силы, которую нужно употребить для того, чтобы нарушить въ тѣлѣ связь между его частицами, опредѣляется предѣлъ сцѣпленія или степень плотности тѣла. Благодаря скважности тѣлъ мы можемъ окрашивать ихъ въ разные цвѣта, потому что, когда какое нибудь тѣло погружаютъ въ краску, послѣдняя проникаетъ во всѣ скважины перваго и такимъ образомъ сообщаетъ ему свой цвѣтъ. Этимъ свойствомъ тѣлъ мы пользуемся также для очищенія (процѣживанія) жидкостей, которыя проходятъ сквозь скважины цѣдилки, между тѣмъ какъ крупныя примѣси, которыя желаютъ отдѣлить отъ нихъ, не пропускаются ими. Изъ этихъ двухъ примѣровъ уже видно, какъ важна скважность тѣлъ для промышленной техники.

Упругостью и скважностью тѣлъ обусловливается также ихъ *сжимаемость* — свойство не менѣе важное для техники, потому что оно даетъ возможность съ помощью давленія уменьшить объемъ тѣла и дѣлать его плотнѣе. Въ особенности годны для этого газы и пары, которые отъ сжиманія пріобрѣтаютъ сильную упругость, столь необходимую для движе-

нія разныхъ машинъ. Сжимаемость газовъ большею частью не имѣетъ никакихъ предѣловъ; но иные газы, напр. углекислый газъ, сѣрнистая кислота и др., при извѣстной степени давленія перевращаются въ жидкость, а по прекращеніи давленія опять-таки переходятъ въ газообразное состояніе.

Если разсматривать тѣла природы въ отношеніи къ ихъ *составу*, то ихъ можно раздѣлить на два класса; къ первому классу принадлежатъ *простыя* тѣла, а ко второму *сложныя*. Послѣднія можно разложить на разныя вещества, изъ которыхъ каждое обладаетъ разными свойствами. *Простыми же тѣлами* называемъ тѣ, которыя заключаютъ въ себѣ однородныя части и такимъ образомъ не могутъ быть разложены на разныя вещества. Они извѣстны также подъ названіемъ: *началъ*, *элементовъ*, потому что входятъ въ составъ другихъ тѣлъ. Такъ напр. вода есть *сложное* тѣло, потому что состоитъ изъ двухъ другихъ тѣлъ, а именно изъ двухъ газовъ, водорода и кислорода. Эти же газы сами по себѣ тѣла простыя, потому что они не составлены изъ другихъ веществъ и слѣдовательно не могутъ быть разложены.

Въ отношеніи къ степени сцѣпленія или плотности, тѣла раздѣляются на *твердыя*, *жидкія* и *газообразныя*: въ твердыхъ тѣлахъ сцѣпленіе сильнѣе, т. е. для разъединенія ихъ частицъ нужно употреблять больше силы, чѣмъ при жидкихъ тѣлахъ, а при послѣднихъ больше, чѣмъ при газообразныхъ. Такъ, напр., частицы воды въ твердомъ видѣ (ледъ) отдѣляются другъ отъ друга труднѣе, чѣмъ частицы воды въ капельножидкомъ состояніи, а всего легче, когда она превращается въ газъ (водяные пары).

Явленія, замѣчаемыя въ тѣлахъ, называются *физическими*

ми, когда отъ нихъ не измѣняется составъ тѣла; *химическими же*, напротивъ, когда ими измѣняется его составъ: такъ напр. вода, превращаясь замерзаніемъ въ ледъ, потерпѣла только физическое измѣненіе, такъ какъ ледъ есть та же вода, только въ твердомъ видѣ. Напротивъ, вода, разлагаясь на тѣла, изъ которыхъ она состоитъ, на водородъ и кислородъ, подвергается химическому измѣненію. Если художникъ обработываетъ кусокъ мрамора долотомъ или рѣзцомъ, то онъ производитъ въ немъ физическій процессъ; напротивъ, если онъ дѣйствуетъ на мраморъ ѣдкою жидкостью, то въ камнѣ происходитъ химическій процессъ, потому что ѣдкая жидкость растворяетъ и такимъ образомъ измѣняетъ составъ его.

Винтовой пароходъ.

Въ 1808 г. Робертъ Фёльтнъ (Fulton) въ Нью-Іоркѣ выстроилъ первый пароходъ. Этотъ годъ навсегда останется памятенъ въ исторіи развитія народовъ, потому что это новое изобрѣтеніе дало возможность свободнаго, быстраго и правильнаго сообщенія между отдаленными странами, которыя раздѣляетъ обширный океанъ, и тѣмъ самымъ доставило огромныя выгоды цѣлому міру. Сначала, когда Фёльтнъ только открылъ свою великую мысль, всѣ смѣялись надъ нимъ и называли его предпріятіе безразсуднымъ, несбыточнымъ, между тѣмъ какъ въ настоящее время имя его причисляется къ числу самыхъ главныхъ благодѣтелей человѣческаго рода.

Двигательный аппаратъ перваго пароваго судна былъ устроенъ по образцу обыкновеннаго гребнаго: къ боковымъ частямъ корпуса было придѣлано извѣстное число лопастныхъ веселъ, которыя, будучи расположены вокругъ вала въ видѣ радіусовъ, приводились въ движеніе посредствомъ паровой машины. Это устройство, съ нѣкоторыми измѣненіями, сохранилось и по настоящее время.

Однако двигательный аппаратъ Фёльтна, какъ оказалось

въ послѣдствіи, представлялъ много неудобствъ: весла, ударяя по водѣ, производили большія сотрясенія въ кораблѣ и тѣмъ самымъ уменьшали его прочность, такъ что и самое мореплаваніе сдѣлалось менѣе надежно. Кромѣ того нашли, что въ бурное время весла, придѣланныя съ обѣихъ сторонъ корабля, не могли равномѣрно дѣйствовать, и притомъ же очень легко ломались, что въ особенности было неудобно для военныхъ кораблей.

Долго не знали, какимъ бы образомъ улучшить или усовершенствовать устройство пароходовъ; наконецъ въ 1837 г. англичанинъ Смитсъ (Smith) вздумалъ примѣнить къ передвиженію кораблей винтъ, вмѣсто колесовидныхъ веселъ, дѣйствующихъ подобно рычагу. Первый построенный имъ винтовой пароходъ былъ названъ „*Инфантъ-роіель*“ (*Infant-royal*) и спущенъ въ одинъ изъ пасмурныхъ, бурныхъ сентябрскихъ дней; но не смотря на то, онъ къ удовольствію всѣхъ пассажировъ, плывшихъ на немъ изъ Блѣкувелъ черезъ Доверъ и Фоокстонъ въ Гайтъ, не произвелъ ни непріятнаго шума, ни брызговъ, какъ гребныя суда, потому что весь его двигательный аппаратъ скрывался подъ водою.

Стремленіе къ примѣненію винта для передвиженія кораблей обнаружилось уже въ прежнія времена. Такъ въ 1731 году французъ Дю-Кэ (Du Quet) придумалъ для передвиженія кораблей противъ теченія воды снарядъ, устройство котораго основывалось на дѣйствіи винта. Онъ предлагалъ придѣлать къ кораблю валъ съ такими же крыльями, какъ у мельницы, а къ валу прикрѣпить конецъ длиннаго каната, привязаннаго другимъ концемъ къ берегу вдали отъ корабля, который хотятъ заставить идти противъ теченія. При поворачиваніи вала, крылья будутъ двигать корабль, а канатъ,

обвиваясь вокругъ вала, будетъ притягивать его ближе къ тому мѣсту, гдѣ прикрѣпленъ другой конецъ каната.

Это предложеніе имѣетъ только историческій интересъ, потому что имъ никто никогда не пользовался и слѣдовательно оно осталось безъ всякаго вліянія на улучшеніе корабельнаго искуства.

Въ 1752 г. извѣстный швейцарскій физикъ Даніель Бернулли представилъ французской академіи наукъ записку, въ которой онъ предложилъ устроить крылообразный снарядъ подъ самымъ кораблемъ и для передвиженія послѣдняго поворачивать этотъ снарядъ посредствомъ какой нибудь силы, дѣйствующей снутри корабля. Этимъ предложеніемъ онъ положилъ основаніе устройству корабельнаго винта, употребляемаго въ настоящее время. Ему собственно принадлежитъ честь открытія корабельнаго винта, и онъ вполнѣ заслужилъ вознагражденіе, полученное имъ отъ французской академіи. Но не смотря на то, предложеніе Бернулли обратило на себя вниманіе только однихъ ученыхъ, между тѣмъ какъ въ публикѣ оно не встрѣтило никакого сочувствія. Въ 1768 г. Паунтонъ въ своемъ сочиненіи „Теорія архимедова винта“ повторилъ предложеніе швейцарскаго физика и присовокупилъ еще нѣкоторыя практическія замѣтки относительно примѣненія его къ передвиженію кораблей. Такъ напр. онъ совѣтовалъ придѣлывать къ кораблямъ вмѣсто одного винта два,—съ каждаго бока по одному,—и устроивать ихъ такъ, чтобы часть ихъ выдавалась надъ водою, а величину крыльевъ и скорость поворачиванія соразмѣрять съ величиною судна и т. д. Но всѣ эти добрые совѣты остались безъ послѣдствій.

Что касается до маховой силы, которая нужна была для поворачиванія корабельнаго винта, то въ тѣ времена думали

употртблять только механическую силу животныхъ или людей. Уатъ только нѣсколько лѣтъ тому назадъ приступилъ къ улучшенію паровой машины, и о примѣненіи ея для поворачиванія корабельнаго винта еще нельзя было и думать. Но даже въ началѣ нынѣшняго столѣтія, послѣ того когда Фёльтнъ доказалъ всему міру возможность пароходовъ, еще никто не думалъ вспоминать о предложеніяхъ Бернулли и Пауктона.

Первый, который снова обратилъ вниманіе на винтъ и его практическое значеніе, былъ французскій инженерный капитанъ Делиль (Delisle), который въ 1823 г. представилъ правительству свое мнѣніе объ этомъ предметѣ. Но и его старанія остались безъ всякаго успѣха, потому что масса народа не сочувствовала предложенію объ усовершенствованіи и улучшеніи пароходства, на которое многіе, изъ предубѣжденія и слѣпаго суевѣрія, смотрѣли какъ на явленіе неестественное.

Время для настоящаго развитія мысли о корабельномъ винтѣ настало только тогда, когда усилившіяся торговыя и политическія сношенія народовъ заставили всѣхъ усердно позаботиться о мѣрахъ для сбереженія дорогаго времени. Успѣхи желѣзныхъ дорогъ и телеграфовъ сильно поразили мореплавателей и пробудили въ нихъ завистливое соревнованіе. Въ 1825 г. англійское правительство назначило даже премію тому, кто улучшитъ корабельные маховые снаряды; этой преміи удостоилось изобрѣтеніе Самуила Брауна, хотя оно и не достигло практическаго примѣненія. Но въ общемъ сознаніи необходимости усовершенствованія двигательнаго аппарата уже заключились благопріятныя условія развитія мысли о давно изобрѣтенномъ винтѣ. Только довольно странно, что

всѣ начала этого изобрѣтенія публика относитъ именно къ этому времени и совсѣмъ забываетъ о заслугахъ ученыхъ физиковъ Бернулли и Пауктона.

Англичанинъ Смитсъ, французъ Соважъ и германецъ Рэсель—вотъ тѣ личности, которымъ національная гордость ихъ согражданъ приписываетъ первую мысль о корабельномъ винтѣ. Очень можетъ быть, что эти лица и не знали вовсе о предложеніяхъ Бернулли и Пауктона, и что они дошли бы до этой мысли своимъ собственнымъ умомъ, если бы даже до нихъ и не трудились означенные физики; но такъ какъ послѣдніе раньше ихъ придумали этотъ маховый снарядъ, то отъ нихъ никакимъ образомъ нельзя отнять славу первоначальнаго изобрѣтателя его. Идея Бернулли для осуществленія своего нуждалась лишь въ практическомъ опытѣ, который могъ быть сдѣланъ только при надлежащей настойчивости и при нѣсколько большихъ матеріальныхъ средствахъ. По всей справедливости ему одному принадлежитъ честь изобрѣтенія этого двигательнаго снаряда и всѣ лица, которыя въ послѣдствіи пріобрѣли славу тѣмъ, что примѣнили его къ дѣлу, достигли этой цѣли только энергическою борьбою противъ равнодушія публики и морскихъ властей, которыя долго отказывались содѣйствовать осуществленію столь важной для всемірной торговли мысли швейцарскаго физика.

Фридерикъ Соважъ родился въ Булони (1) 19 сентября 1785 г. и уже съ самыхъ юныхъ лѣтъ поступилъ въ инженерный корпусъ своего роднаго города; въ 1811 г. онъ оставилъ это поприще и сдѣлался кораблестроителемъ. Но

---

(1) Boulogne sur mer.

и при этихъ занятіяхъ онъ оставался не долго. Въ 1821 г. онъ выстроилъ близъ Маркизы въ эллингерскихъ каменноломняхъ заводъ для распиливанія и полированія мрамора, на которомъ онъ вмѣсто маховаго снаряда употреблялъ вѣтреную мельницу съ горизонтальными крыльями. За это новое примѣненіе мельницы онъ получилъ золотую медаль. Въ послѣдствіи онъ изобрѣлъ еще нѣкоторые полезные инструменты для ваятельнаго искуства, такъ что, благодаря его изобрѣтательности, мы теперь за незначительную цѣну можемъ имѣть снимки съ любаго изъ древнихъ художественныхъ произведеній. Кромѣ того онъ придумалъ гидравлическій мѣхъ, посредствомъ котораго можно было поднимать водяной столбъ на значительную высоту. Но ни одно изъ его изобрѣтеній не помогло ему выпутаться изъ стѣсненныхъ обстоятельствъ, въ которыхъ онъ находился, и даже самый важный его проектъ, а именно примѣненіе корабельнаго винта не избавилъ его отъ тягостныхъ заботъ и лишеній. Въ 1832 г. онъ хотя и взялъ во Франціи привиллегію на введеніе винта въ кораблестроеніи, однако недостатокъ средствъ воспрепятствовалъ ему приступить къ исполненію своего намѣренія. Къ довершенію горя онъ попалъ въ тюрьму за незначительный долгъ, котораго не въ состояніи былъ выплатить, и содержался тамъ даже въ тотъ самый годъ (1843), когда въ Гаврѣ спущенъ былъ винтовой корабль (Наполеонъ), заказанный французскимъ правительствомъ и выстроенный по образчику англійскаго соревнователя его Смитса. Тутъ только, а именно спустя уже двѣнадцать лѣтъ послѣ первыхъ опытовъ Соважа, люди сознали пользу корабельнаго винта, и журналисты начали ревностно восхвалять его выгоды. При этомъ вспомнили и о бѣдномъ Соважѣ и даже въ Англіи многіе приняли живое

Рис. 1.

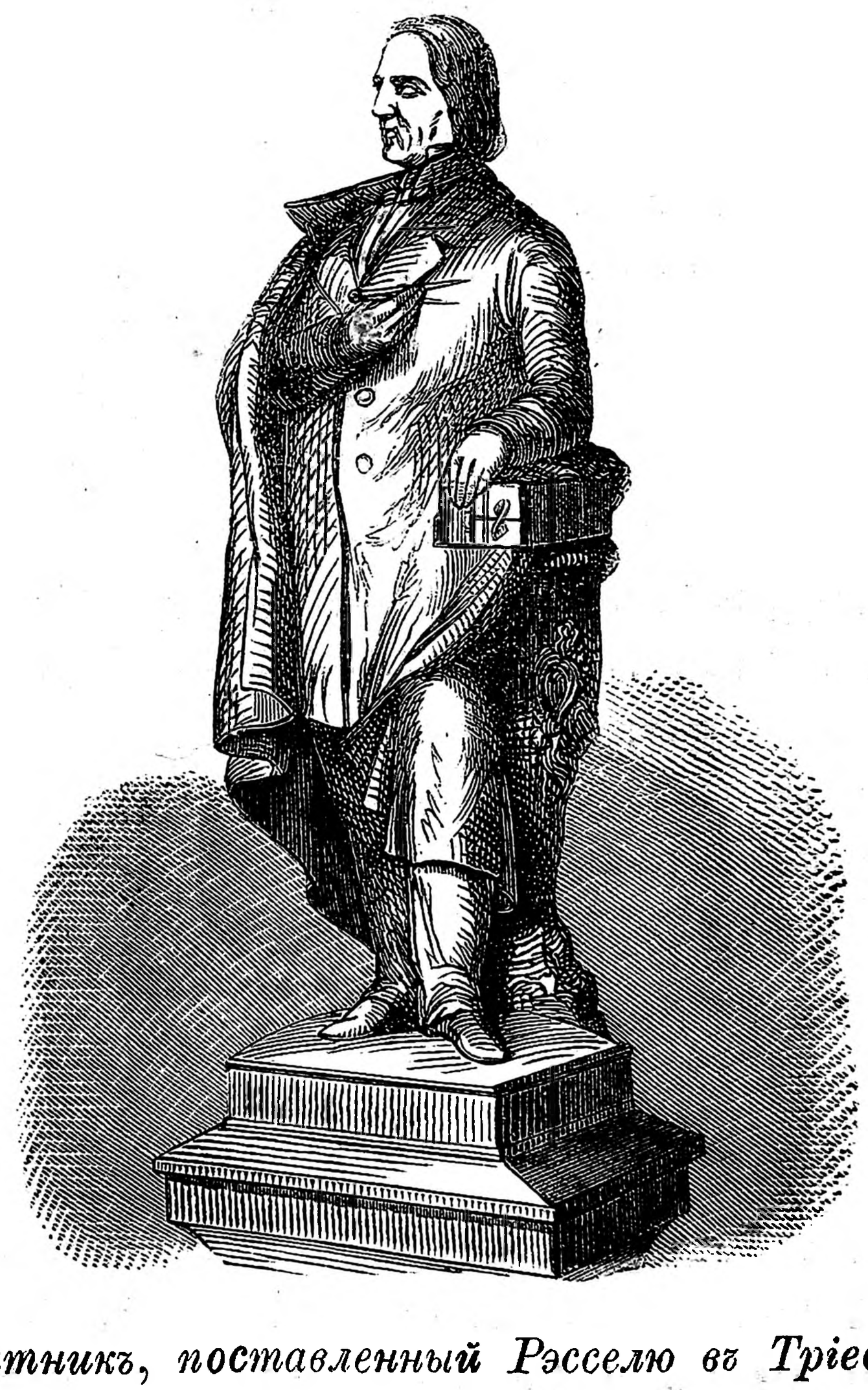


Фридерикъ Соважъ.

участіе въ злой судьбѣ этого несчастнаго: за него заплатили всѣ долги, а ему самому назначили маленькую пенсію;—но все это уже было поздно, потому что послѣдняя его задача исполнена была иностранцемъ. Къ тому же его сильно убивало то, что онъ, не взирая на всѣ свои труды и полезныя изобрѣтенія, не могъ обезпечить своего семейства; эта горькая мысль отравляла всю его старость, и онъ умеръ 17 іюля 1857 г. въ больницѣ Пикпусѣ.

Іосифъ Рэссель родился въ 1793 г. въ богемскомъ городѣ Херудимѣ, откуда родители вскорѣ отправили его въ Линцъ и отдали въ тамошнюю гимназію. По окончаніи гимназическаго курса онъ началъ изучать артиллерійскія науки, а въ 1812 г. поступилъ въ вѣнскій университетъ, чтобы посвятить себя медицинѣ. Но здѣсь онъ преимущественно занялся изученіемъ другихъ естественныхъ наукъ, и вскорѣ увлекся ими до того, что рѣшился бросить медицину и избрать себѣ другое поприще. Дѣйствительно, въ 1814 г. онъ отправился въ Маріабрунъ и поступилъ въ тамошній лѣсной институтъ, а въ 1816 г. сдѣлался лѣсничимъ въ нижнемъ Крайнѣ. Еще будучи въ университетѣ, Рэссель пытался примѣнить винтъ къ передвиженію кораблей, и его опыты, какъ говорятъ, были довольно удачны. Но не раньше, какъ въ 1826 г. идея его достигла полнаго развитія, такъ что ея осуществленіе и польза не подлежали уже никакому сомнѣнію. Вполнѣ убѣжденный въ успѣхѣ, Рэссель взялъ въ 1827 г. (пятью годами раньше Соважа и десятью годами раньше Смитса) привиллегію на строеніе винтовыхъ кораблей, и уже въ 1829 г. въ тріестской пристани, подъ руководствомъ Рэсселя и при восторженномъ участіи тамошнихъ жителей, былъ подверженъ

Рис. 2.



Памятникъ, поставленный Рэсселю въ Тріестѣ.

испытанію винтовой пароходъ, устроенный по его указанію. Но не смотря на самые удовлетворительные результаты произведенныхъ опытовъ, полезное нововведеніе его тогда не привилось и было даже предано забвенію, пока о немъ не заговорили въ другихъ странахъ Соважъ и Смитсъ. О заслугахъ Рэсселя вспомнили только послѣ его смерти, и изъ благодарности ему поставили памятникъ, въ городѣ Тріестѣ, гдѣ онъ при жизни своей торжествовалъ, спуская первый устроенный имъ винтовой пароходъ. Рэссель умеръ морскимъ лѣсничимъ 9 октября 1857 г.

Послѣ Рэсселя и Соважа на поприщѣ корабельнаго искусства явился англичанинъ *Смитсъ*, который на основаніи привиллегіи, полученной имъ въ 1835 г., выстроилъ въ 1837 г. по тѣмъ же началамъ, какъ французскій и нѣмецкій соперники его, упомянутый нами пароходъ „Инфантъ Роіелъ“. Длина этого парохода равнялась тридцати одному футу; въ движеніе онъ приводился паровою машиною въ шесть лошадиныхъ силъ, а груза онъ носилъ не болѣе шести тоннъ (1). Хотя первый опытъ его удался вполнѣ, однако недовѣрчивость и равнодушіе морскаго начальства все еще не давала хода этому полезному нововведенію. Только въ маѣ 1838 г. адмиралтейство рѣшилось подвергнуть его тщательному изслѣдованію. Вскорѣ послѣ того образовалось общество для устройства винтовыхъ пароходовъ въ болѣе обширныхъ размѣрахъ. Архимедъ былъ первый большой винтовой пароходъ, въ двѣсти сорокъ тоннъ. Съ этимъ пароходомъ Смитсъ объѣхалъ всю Англію и вездѣ, гдѣ онъ

---

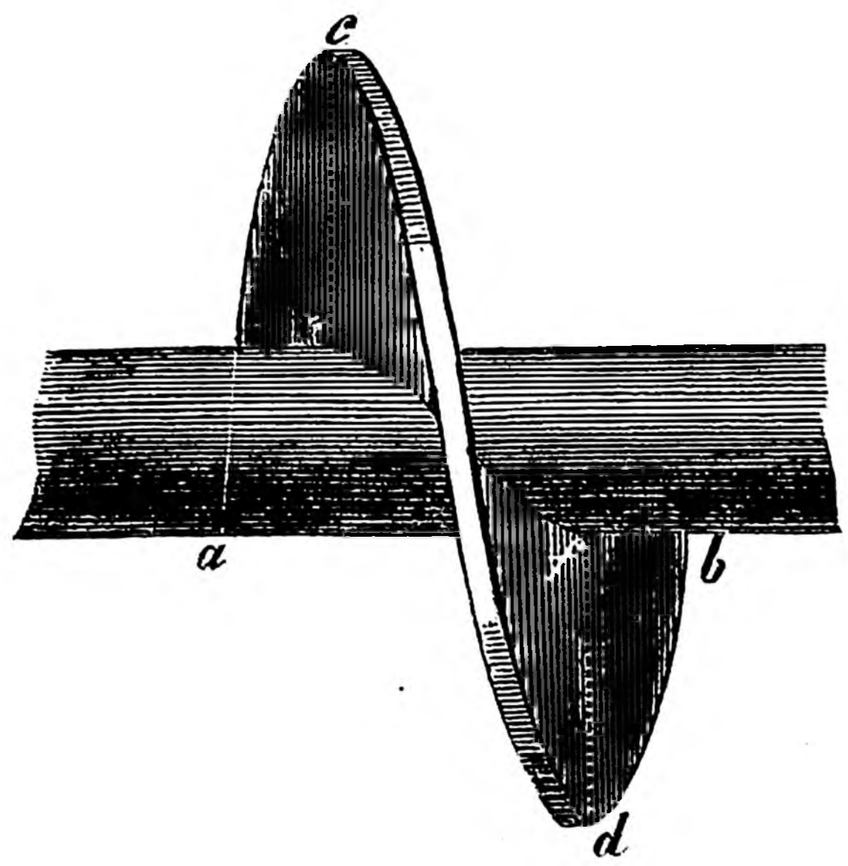
(1) Тонна равняется по вѣсу шестидесяти пудамъ.

останавливался, его принимали съ восторгомъ, какъ великаго изобрѣтателя винтовыхъ пароходовъ, хотя въ сущности онъ былъ только осуществителемъ того, что уже давно было придумано другими.

Въ 1843 г., какъ мы уже сказали, явился первый французскій винтовой пароходъ „Наполеонъ“ и затѣмъ это изобрѣтеніе начало дѣлать быстрые успѣхи. Уже въ 1845 г. рѣшились употребить для передвиженія одного изъ самыхъ большихъ винтовыхъ кораблей, „Грэтъ-Британъ“, паровую машину въ тысячу двѣсти силъ. Убѣдившись въ пользѣ винта, его начали употреблять и для военныхъ кораблей, которымъ онъ, кромѣ скорости плаванія, доставляетъ еще ту выгоду, что на мѣстѣ ненужныхъ колесъ можно ставить пушки.

Винтъ, придѣланный къ Архимеду, имѣлъ цѣльные широкіе нарѣзы, какъ показано на рисункѣ 3. Высота нарѣза *ab* равнялась $7\frac{1}{2}$ футамъ, а поперечникъ его *cd* $6\frac{1}{2}$ ф.,

Рис. 3.



Видъ перваго корабельнаго винта.

такъ что плоскость нарѣза до оси, т. е. *ce* имѣла болѣе трехъ футовъ въ ширину. Однажды пароходъ этотъ заѣхалъ въ мелководное мѣсто и вслѣдствіе того у винта отломилась часть нарѣза, такъ что отъ него осталась только часть *cdef*, но это поврежденіе винта не только не помѣшало пароходу отправиться дальше, а напротивъ того, даже ускорила его ходъ.

На этомъ основаніи начали дѣлать корабельные винты съ неполными оборотами, но за то съ двумя нарѣзами, равнявшимися половинѣ полнаго оборота, какъ въ рисункахъ 4 и 5, и придѣлывать ихъ къ самому дну, передъ кормиломъ, т. е. къ той части парохода, которая во время плаванія всегда находится подъ водою. Винтовой валъ *ab* рис. 3 приводится въ движеніе посредствомъ паровой машины, которая при надлежащемъ устройствѣ поворачиваетъ его отъ 100 до 150 разъ въ минуту.

Рис. 4.

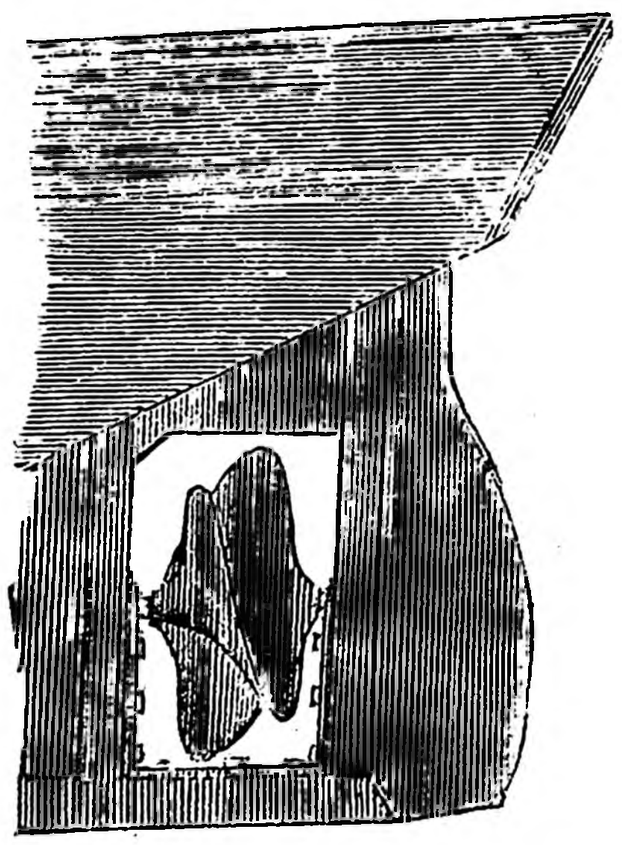
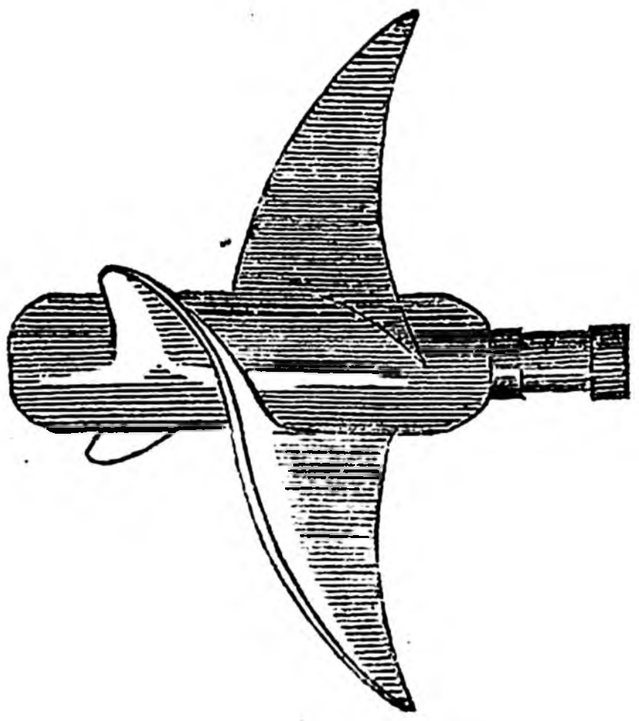


Рис. 5.



Винты съ двумя неполными оборотами.

Дальнѣйшіе опыты показали, что даже не нужно половины оборотовъ, а потому у парохода Грэтъ-Британъ винтъ устроили съ четырмя четвертными нарѣзами, которые въ видѣ крыльевъ прикрѣпили къ одному валу, какъ въ рисункахъ 6 и 7. Въ послѣдствіи сдѣлали еще разныя другія измѣненія, но основное устройство корабельнаго винта осталось одно и то же.

Рис. 6.

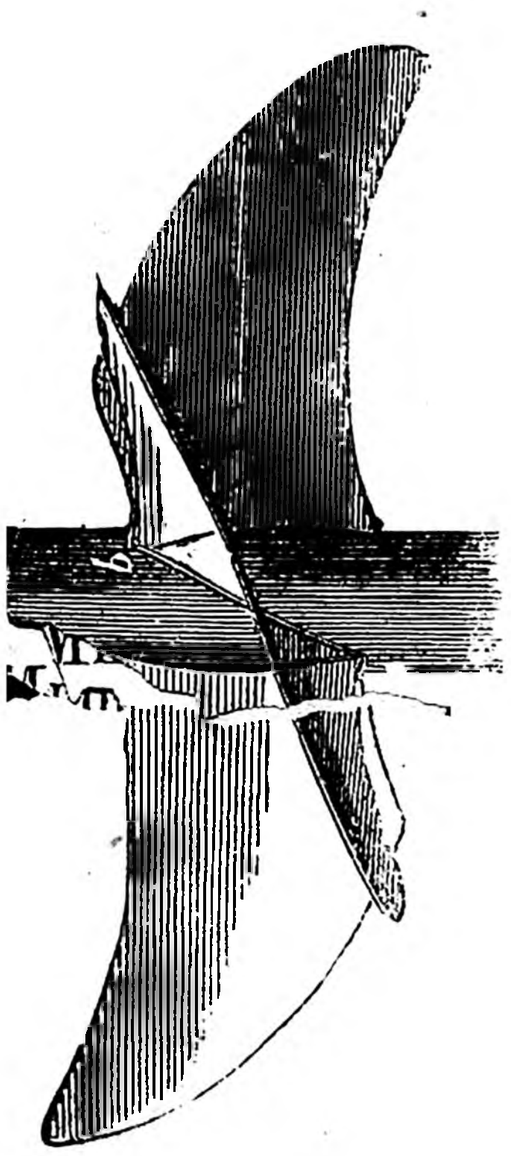
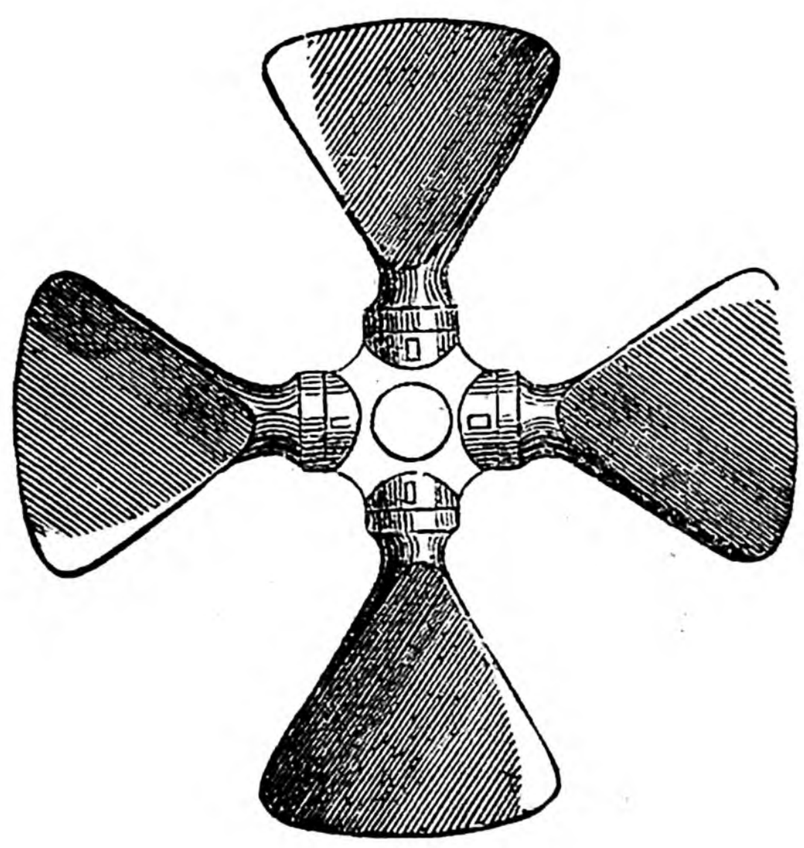


Рис. 7.



Четвертные винты.

Вѣтреныя мельницы.

Основное устройство двигательнаго снаряда вѣтреной мельницы и винтоваго корабля совершенно одинаково, хотя строенія эти представляютъ противоположныя явленія: пароходъ опускается глубоко въ воду, а мельница подымается высоко на воздухъ; первый странствуетъ отъ одной пристани къ другой, пересѣкая морскія волны по всѣмъ направленіямъ, а другая вѣчно прикована къ одному мѣсту. При первомъ взглядѣ на крылья мельницы тотчасъ же бросается въ глаза сходство ихъ съ корабельнымъ винтомъ, все различіе между ними заключается только въ томъ, что въ пароходѣ маховой снарядъ приводится въ движеніе водянымъ паромъ, а въ мельницѣ вѣтромъ. У мельницы крылья прикрѣплены къ валу, подобно тому какъ части винтоваго нарѣза, и приходятъ въ движенія отъ удара на нихъ струи воздуха. Ихъ обыкновенно обтягиваютъ парусиною или обиваютъ плотнымъ плетнемъ изъ молодыхъ вѣтвей. А такъ какъ вѣтеръ дуетъ то съ одной, то съ другой стороны, то для того, чтобы можно было по произволу поворачивать крылья прямо противъ вѣтра, въ прежнія времена мельницы устраивались такъ, чтобы вся наружная стѣна ихъ вертѣлась кругомъ

вмѣстѣ съ крыльями; оттого ихъ всегда дѣлали изъ легкаго матеріала—изъ дерева. Только у такъ называемыхъ голландскихъ вѣтреныхъ мельницъ, которыя начали строить съ 1650 г., движется одна верхняя часть зданія, а именно та, въ которой укрѣпленъ валъ съ крыльями. Эти мельницы выгодны тѣмъ, что стѣны ихъ можно строить изъ болѣе прочнаго матеріала — изъ кирпича или камней. Крыльевъ у мельницы обыкновенно бываетъ четыре, но иногда пять, шесть и даже восемь; впрочемъ отъ большаго количества крыльевъ мельница ничего особеннаго не выигриваетъ.

Исторія вѣтреныхъ мельницъ мало извѣстна. Полагаютъ, что онѣ перешли къ намъ изъ восточныхъ странъ, гдѣ по недостатку водяныхъ силъ люди очень рано начали обращать свое вниманіе на дѣйствіе вѣтра и пользоваться имъ какъ источникомъ силы. Тамъ онѣ были извѣстны уже въ IX столѣтіи.

Многіе полагаютъ, что вѣтреныя мельницы введены въ Европу въ 1040 г. крестоносцами. Въ первый разъ объ нихъ упоминается въ одномъ дипломѣ, выданномъ во Франціи въ 1105 г. Изъ Франціи онѣ перешли въ Англію, гдѣ самые древніе слѣды ихъ находимъ въ 1143 г. Въ 1393 г. Бартоломео Верде ввелъ вѣтреную мельницу въ венеціанскомъ королевствѣ, и въ томъ же году явилась первая мельница въ Испаніи. Голландскія мельницы, какъ мы уже сказали, изобрѣтены во второй половинѣ XVII вѣка.

О рычагѣ.

Обелискъ, который паша Мехмедъ-Али подарилъ французскому правительству и который нынѣ красуется въ Парижѣ на площади Конкордіи, имѣетъ въ вышину болѣе 70 футовъ и вѣситъ около 500,000 фунтовъ. Перевозка его изъ Луксора (египетской деревни) въ шербургскую гавань (1831—1833), а оттуда въ Парижъ, и затѣмъ установка его на мѣстѣ (въ 1836 г.), которая удалась, благодаря многосложнымъ приготовленіямъ, обошлись французскому правительству не менѣе двухъ милліоновъ франковъ; а потому парижане очень справедливо увѣряли всѣхъ пріѣзжихъ, которымъ они показывали этотъ обелискъ, что каждый фунтъ его стоитъ Франціи четыре франка, хотя весь обелискъ полученъ былъ въ подарокъ. Съ такими громадными издержками и затрудненіями сопрягалась перевозка одного камня въ XIX столѣтіи, когда механическія искуства уже были доведены до высшей степени совершенства! Между тѣмъ извѣстно, что при Птоломеяхъ въ древнемъ Египтѣ было воздвигнуто нѣсколько сотъ обелисковъ. Притомъ же парижскій обелискъ далеко не изъ самыхъ огромныхъ, потому что напр. обелискъ, который былъ перевезенъ изъ Египта по приказанію императора Ко-

станція II и который стоитъ теперь передъ церковью святаго Іоанна Латеранскаго въ Римѣ, имѣетъ 179 футовъ вышины и 13,000 центнеровъ вѣсу (1).

Большая часть египетскихъ обелисковъ имѣетъ отъ 50 до 100 футовъ вышины, и каждый изъ нихъ состоитъ изъ одного сплошнаго камня, вырубленнаго въ самыхъ каменноломняхъ, откуда готовые обелиски нерѣдко приходилось отправлять за нѣсколько десятковъ миль. Если же кромѣ того принять еще въ соображеніе громадность пирамидъ, изъ которыхъ одна, а именно построенная царемъ Хуфу, имѣла въ объемѣ 114,643,245 кубическихъ футовъ и состояла изъ камней, которые вѣсили по нѣскольку сотъ центнеровъ, и что эти громадныя глыбы подымались на высоту 500 футовъ, то невольно раждается вопросъ, какимъ образомъ древніе египтяне, жившіе за 5000 лѣтъ тому назадъ, могли воздвигать такія исполинскія зданія? Вѣдь на это, пожалуй, не хватитъ ни рабочихъ рукъ, ни времени!

Многіе полагали и даже утверждали, что древніе египтяне могли сооружать такія зданія только потому, что они обладали особенными познаніями въ механикѣ, которыя затерялись при политическихъ превратностяхъ этого народа и потому не дошли до насъ. Однако это мнѣніе совершенно невѣрно, потому что на самомъ дѣлѣ механическіе снаряды, которыми пользовались древніе народы, были такіе же, какіе мы теперь употребляемъ, и притомъ даже самые простые. Въ гизскихъ пирамидахъ мы еще до сихъ поръ находимъ слѣды примѣненія законовъ передвиженія тяжестей по на-

---

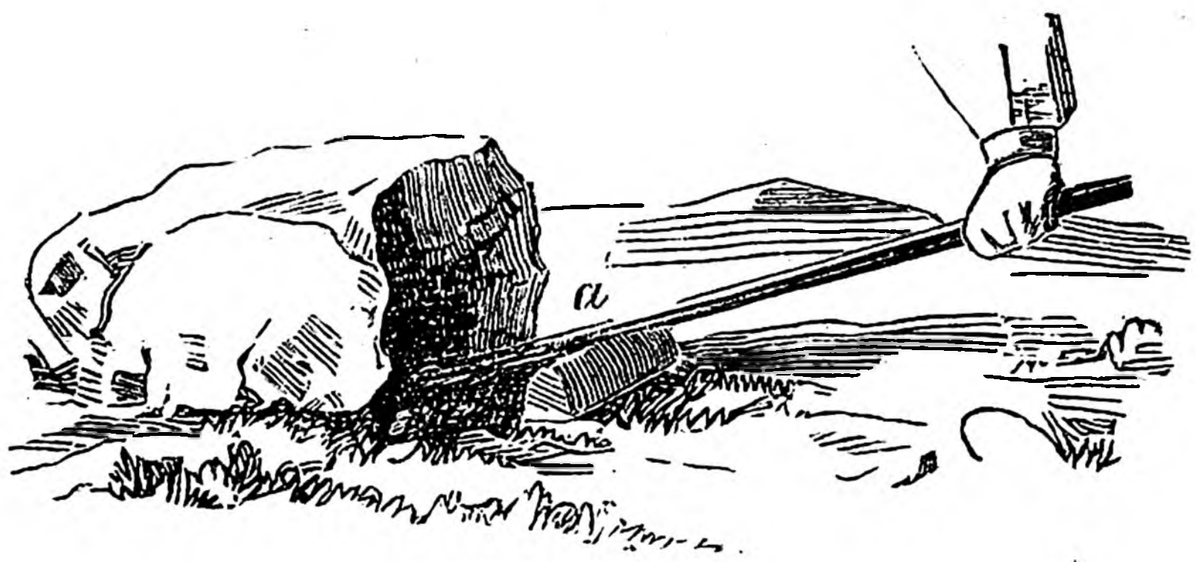
(1) Центнеръ равняется почти тремъ пудамъ.

клонной плоскости, а при всѣхъ работахъ египтяне пользовались только канатами, рычагами и блоками, соединенными силами которыхъ можно подымать необыкновенно большія тяжести.

Всѣ машины, посредствомъ которыхъ воздвигнули эти удивительныя зданія, дѣйствовали по законамъ рычага, который служитъ главною основою всей механики.

Рычагомъ называется всякій шестъ, который движется около одной постоянной точки ***(точки опоры)*** и на который дѣйствуютъ двѣ силы, стремящіяся поворотить его, каждая въ свою сторону. Если напр. работникъ, желая поднять съ земли камень, подсовываетъ подъ него желѣзный шестъ и подкладываетъ подъ послѣдній бревно *a* (рис. 8), то желѣзный шестъ называется ***рычагомъ***, бревно—***точкою опоры***, рука, стремящаяся поднять конецъ шеста вверхъ—***силою***, камень, который давитъ его внизъ — ***тяжестью*** а части шеста, выдающіяся по обѣ стороны точки опоры ***плечами рычага.***

Рис. 8.



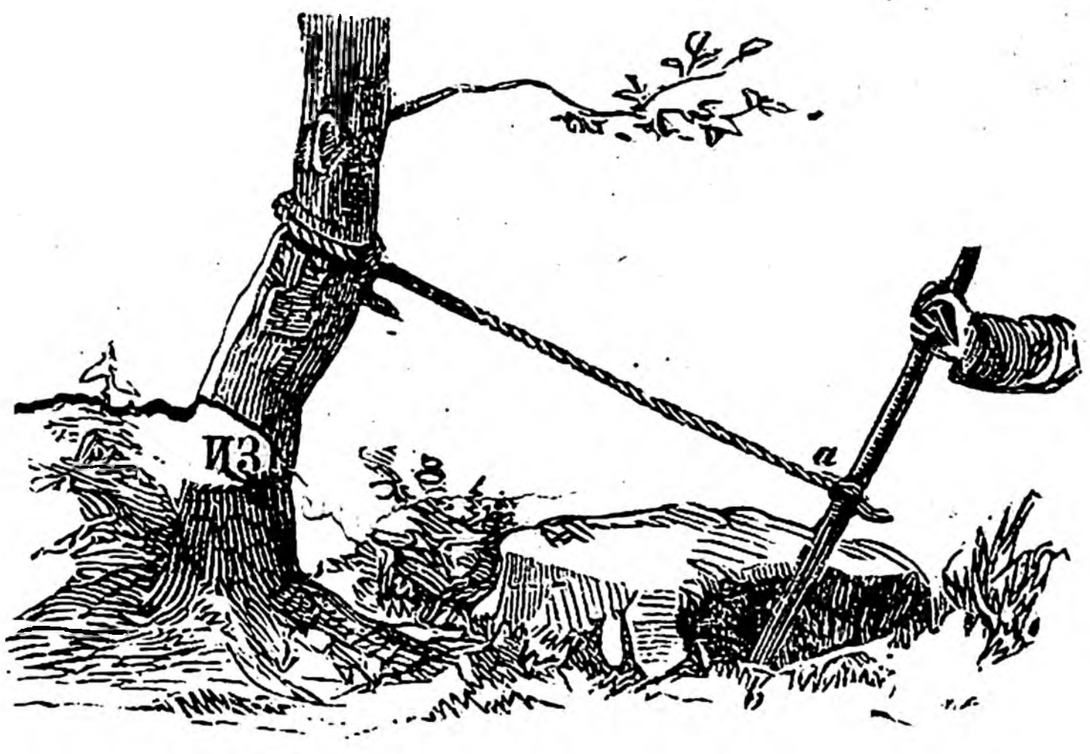
Рычагъ перваго рода.

Смотря по отношенію, въ которомъ находятся сила и тяжесть къ точкѣ опоры, различаютъ три рода рычаговъ:

1. *Рычагомъ перваго рода* называется такой шестъ, въ которомъ точка опоры находится между силою и тяжестью, какъ въ рис. 8.

2. *Въ рычагѣ же втораго рода* тяжесть находится между силою и точкою опорою. Если напр., желая переломить надрѣзанное дерево (рис. 9), привязываютъ къ нему канатъ съ петлею, надѣтою на ломъ, то тяжесть (т. е. дерево или канатъ a) лежитъ между силою (рукою) и точкою опоры b.

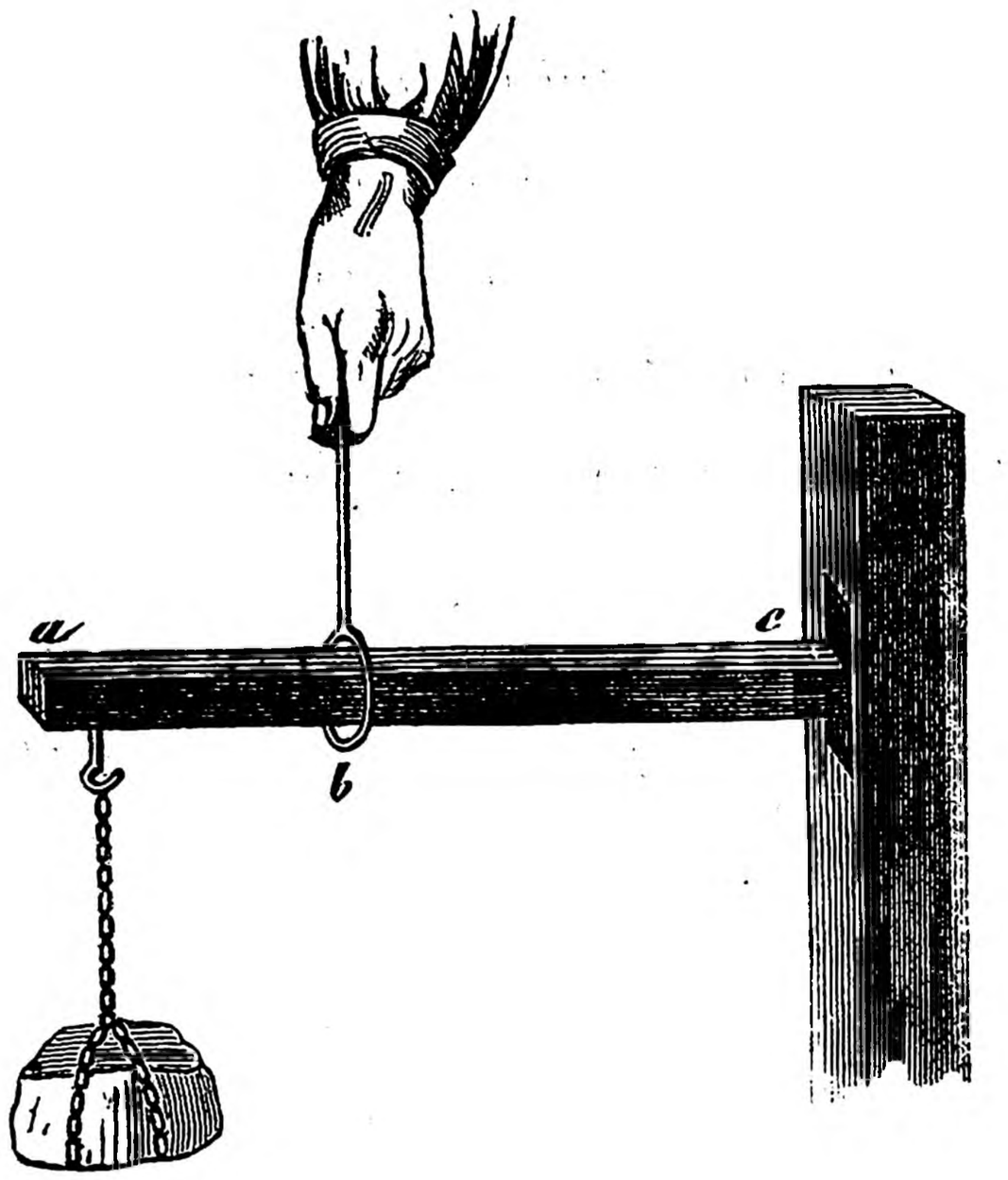
Рис. 9.



Рычагъ втораго рода.

3. *Рычагъ третьяго рода.* Здѣсь сила находится между тяжестью и точкою опорою, какъ показано на рис. 10 гдѣ въ точкѣ a находится тяжесть, въ b сила, а въ c точка опоры.

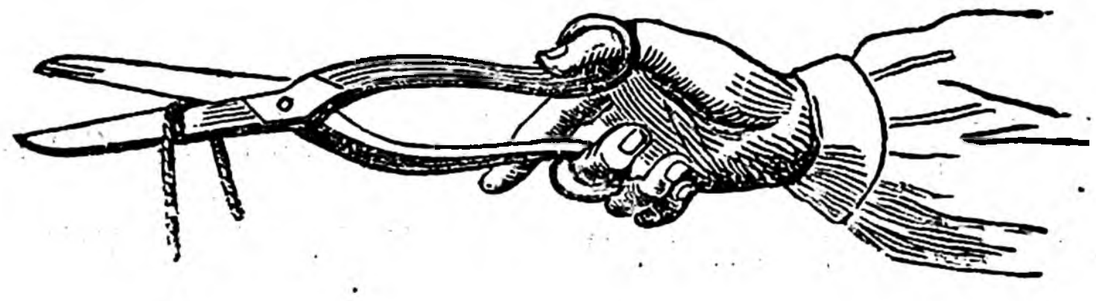
Рис. 10.



Рычагъ третьяго рода.

Устройство многихъ предметовъ, употребляемыхъ въ общежитіи, основано на законахъ дѣйствія рычага. Такъ напр. ножницы (рис. 11) дѣйствуютъ какъ рычагъ перваго рода,

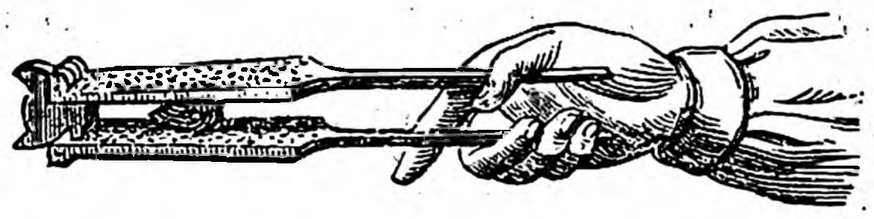
Рис, 11.



Ножницы—рычагъ перваго рода.

потому что точка опоры лежитъ между разрѣзываемымъ предметомъ (тяжестью) и рукою (силою). Щипцы для орѣховъ (рис. 12) представляютъ рычагъ втораго рода, въ которомъ

Рис. 12.



Щипцы для орѣховъ—рычагъ втораго рода.

тяжесть (орѣхъ) лежитъ между силою и точкою опорою (шарниромъ). Въ самопрялкѣ (рис. 13) примѣненъ рычагъ третьяго

Рис. 13.

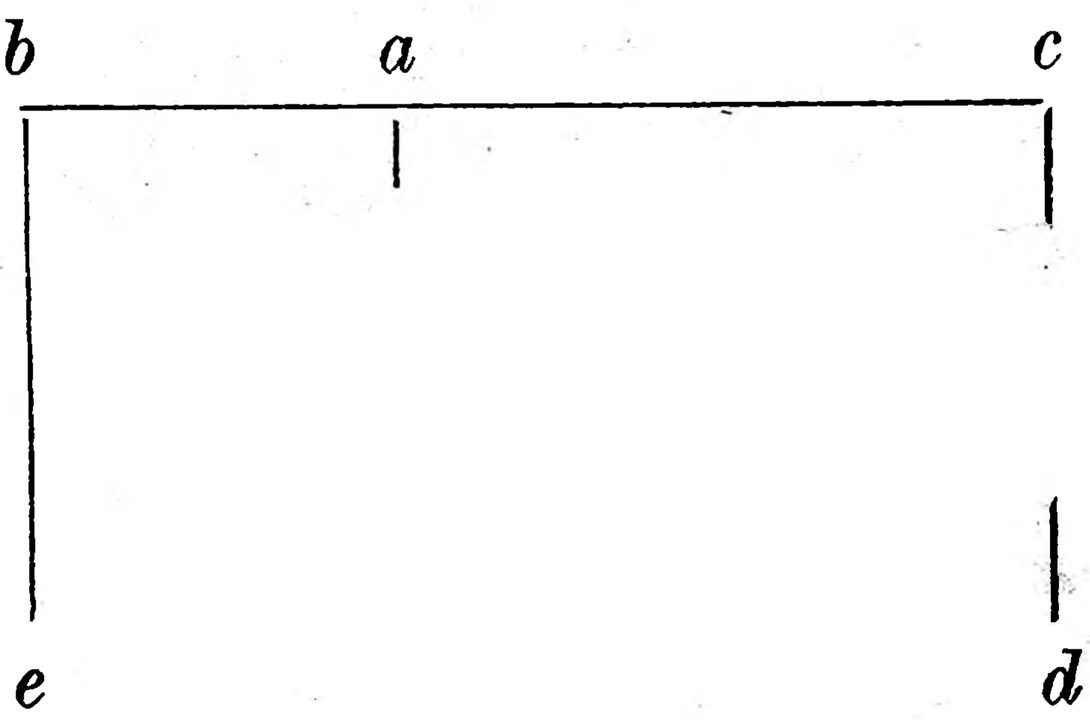


Самопрялка—рычагъ третьяго рода.

рода, потому что сила (нога) находится между тяжестью *A* и точкою опоры (другимъ концемъ дощечки *A*, опирающимся о полъ).

Дѣйствіе всѣхъ рычаговъ основано на одномъ чрезвычайно простомъ законѣ, который можно выразить слѣдующимъ образомъ: *рычагъ находится въ равновѣсіи, когда произведеніе длины одного плеча и силы равняется произведенію длины другаго плеча и тяжести.* Такъ напр. если въ *c* (рис. 14) тянетъ сила (*d*) въ 2 фунта, въ *b*

Рис. 14.



Законы дѣйствія рычага.

тяжесть (*e*) въ 6 фунтовъ, но при этомъ длина плеча *ac* равняется 9 футамъ и длина плеча *ab* 3 футамъ, то рычагъ *bc* останется въ равновѣсіи, т. е. не будетъ наклоняться ни въ сторону *d*, ни въ сторону *e*, потому что произведеніе длины плеча *ac* и силы *d* (т. е. $9\times2=18$) равняется произве-

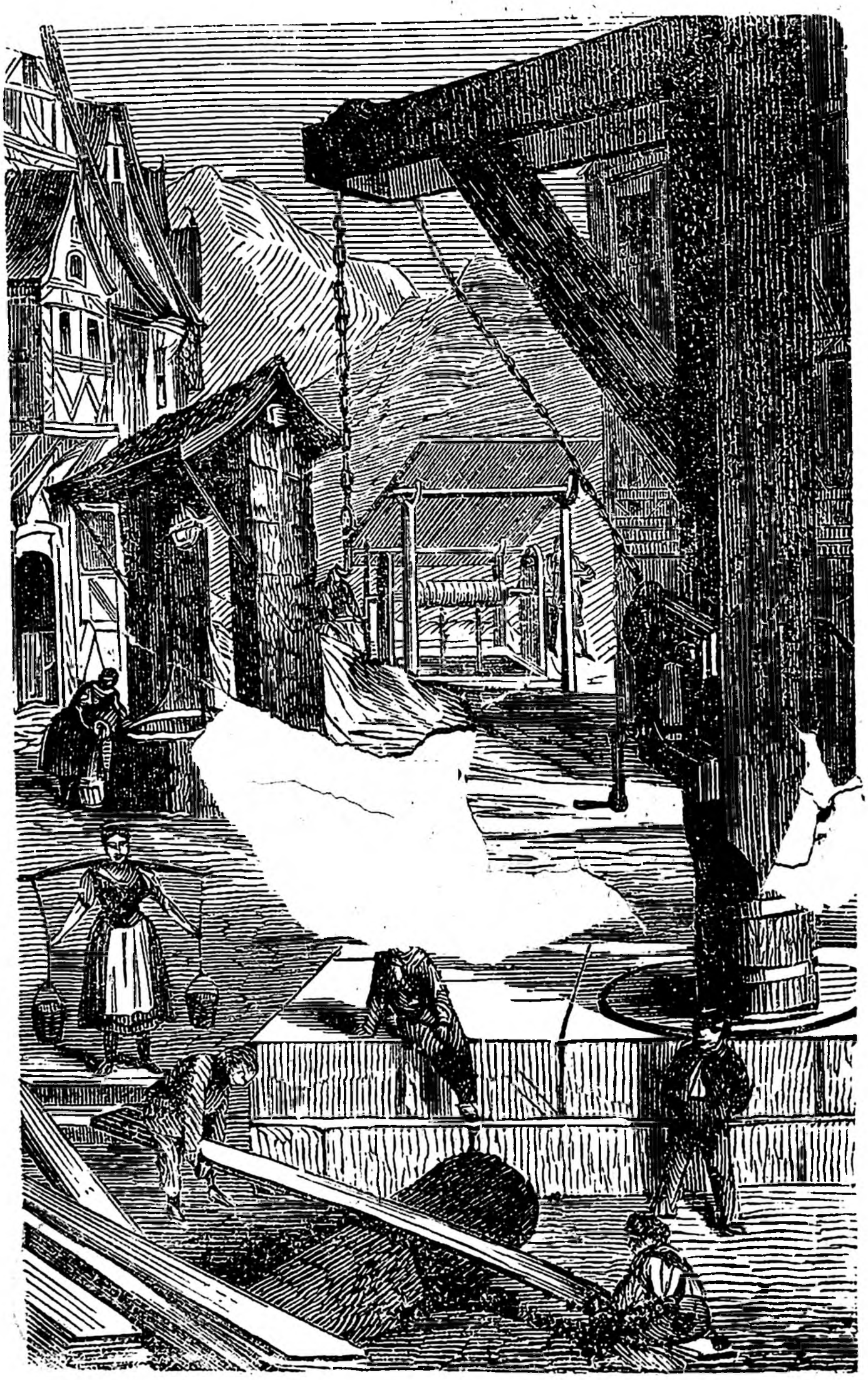
денію длины плеча *ab* и тяжести *e* (т. е. $3\times6=18$). Уже изъ этого примѣра видна выгода рычага при поднятіи тяжести; такъ какъ при длинѣ плеча рычага въ 9 футовъ достаточно *двухъ* фунтовъ для преодолѣнія (уравновѣшиванія) тяжести въ *шесть* фунтовъ, если она отстоитъ отъ точки опоры только на 3 фута.

Этотъ образъ дѣйствія рычага былъ извѣстенъ уже Архимеду, который пытался доказать его математическими вычисленіями; однако ни ему, ни его послѣдователямъ не удалось вполнѣ разрѣшить эту задачу. Эта честь прнадлежитъ математикамъ Де-ла-Гире и Кэстнеру, которые независимо другъ отъ друга пришли къ одному и тому же результату.

Греки полагали, что кипрскій царь Кинирасъ, жившій во время троянской войны, первый придумалъ употребленіе рычага. Но по всей вѣроятности [illegible] нія времена, точно и нынѣ, часто [illegible] разными механическими [illegible] совершенно бе[illegible] и употребленіе рычага безъ сомнѣнія извѣстно [illegible] самой глубокой древности, потому что нѣтъ почти силы, которая не дѣйствовала бы по законамъ рычага. Всякое колесо, всякая рукоятка въ любой машинѣ дѣйствуетъ только силою рычага. Даже при употребленіи нашихъ мышцъ, что-бы мы не дѣлали, постоянно дѣйствуетъ законъ рычага того или другаго рода: всѣ наши пальцы, руки, ноги и кости, словомъ, всѣ наши органы выполняютъ свое назначеніе не иначе, какъ дѣйствуя подобно рычагамъ. Послѣ этого не мудрено, что и первые люди безсознательно, такъ сказать инстинктивно, примѣняли рычагъ!

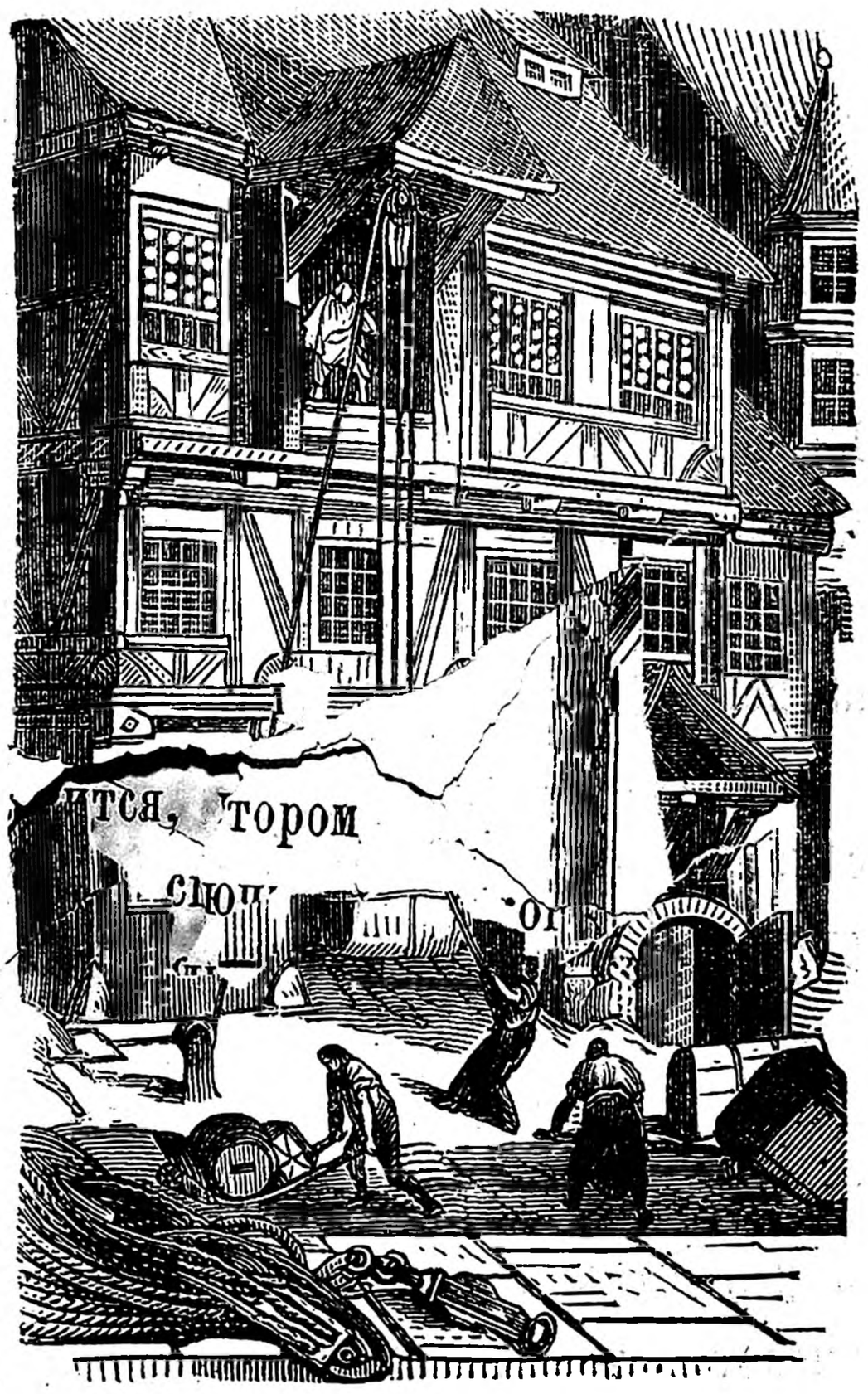
Въ рисункахъ 15 и 16 представлены разные виды примѣненія дѣйствія рычаговъ.

Рис. 15.



Разные виды примѣненія рычаговъ.

Рис 16.



Разные виды примѣненія рычаговъ.

Мы не можемъ входить здѣсь въ подробное описаніе рычага, употребляемаго въ машинной техникѣ, гдѣ примѣненіе его чрезвычайно разнообразно, и потому ограничимся указаніемъ самаго простаго употребленія его для поднятія тяжестей, а именно на *блокъ* и *векшу* (составной блокъ).

Блокъ есть плоскій кружокъ, черезъ середину котораго проходитъ штифтъ въ видѣ оси. Этотъ штифтъ или прикрѣпленъ къ блоку и движется вмѣстѣ съ нимъ, или лежитъ въ немъ свободно и тогда блокъ вертится около него, между тѣмъ какъ штифтъ остается неподвиженъ. Въ окружности блока сдѣланъ желобъ, въ которомъ скользитъ веревка, канатъ или цѣпь.

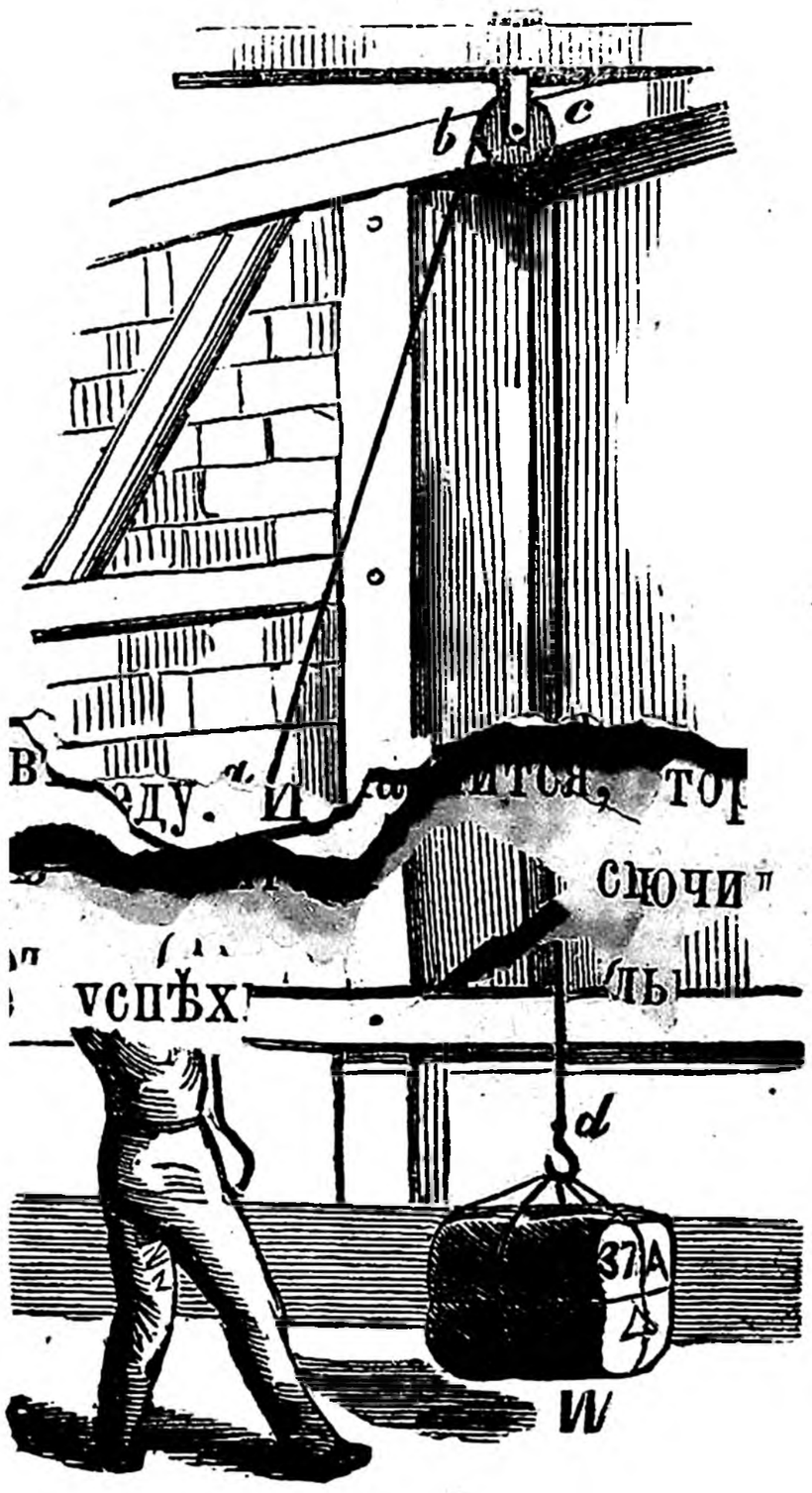
Рисунокъ 17 представляетъ блокъ въ самомъ простомъ видѣ. Онъ прикрѣпленъ къ бревну и движется около своего штифта. При поднятіи тяжести W до точки c сила a должна дѣйствовать на всю длину веревки dc и смотать ее. Такимъ образомъ для поднятія блока нужна сила, равная что рычага, какъ для силы, такъ и для тяжести, одинаковой а именно равняются веревкѣ dc.



Другое дѣло съ подвижнымъ блокомъ рис. 18. Тутъ одинъ конецъ веревки прикрѣпленъ къ крючку c, а за другой конецъ a тянетъ человѣкъ, чтобы поднять тяжесть W, вмѣстѣ съ которою двигается также блокъ. Если тяжесть хотятъ поднять до высоты a, то человѣкъ долженъ притянуть къ себѣ всю длину веревки, сперва отъ a до b, а потомъ отъ b до c. А такъ какъ сила a отдалена отъ точки опоры c вдвое больше, чѣмъ тяжесть W, другими словами плечи рычага abc вдвое длиннѣе плеча bc, то изъ этого слѣдуетъ, что для поднятія тяжести посредствомъ подвижнаго блока

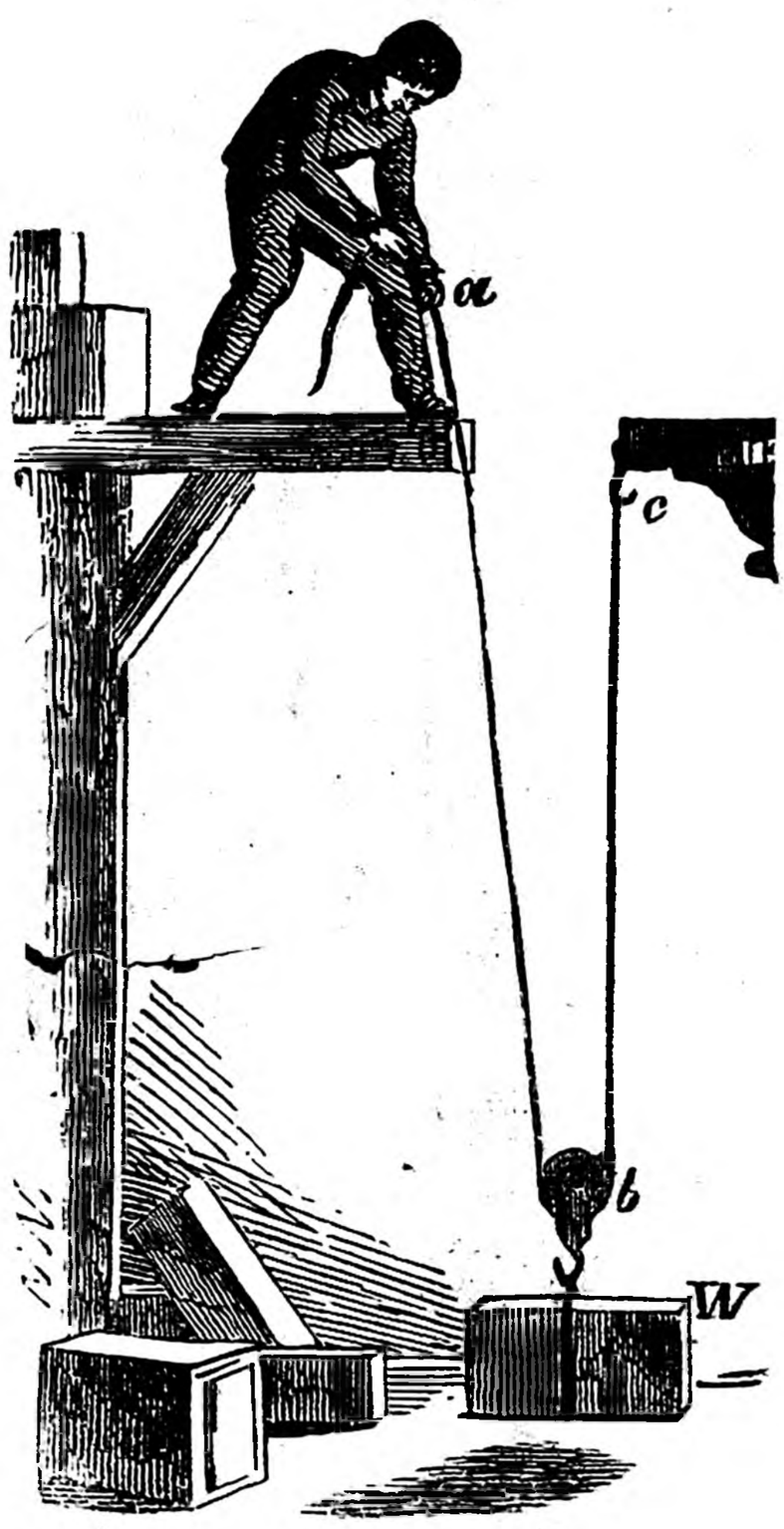
нужно вдвое меньше силы, чѣмъ для поднятія той же тяжести съ помощью неподвижнаго блока. Но за то при употребленіи послѣдняго выигрывается время, потому что тогда притягивается только кусокъ веревки *dc* (рис. 17), который вдвое короче веревки *abc* (рис. 18).

Рис. 17.



Неподвижный блокъ.

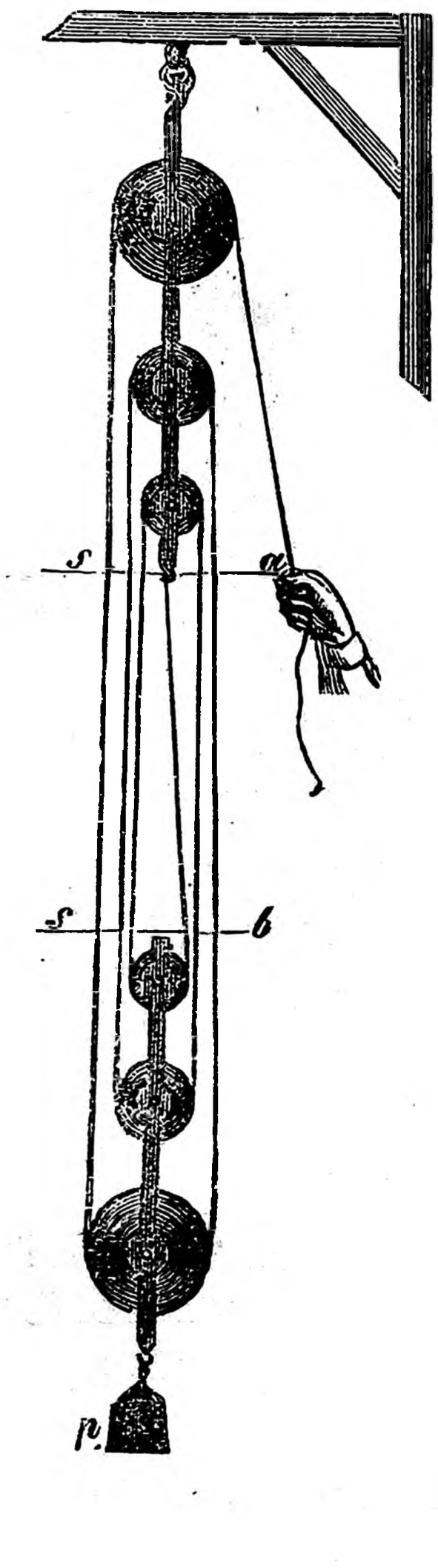
Рис 18.



Подвижный блокъ.

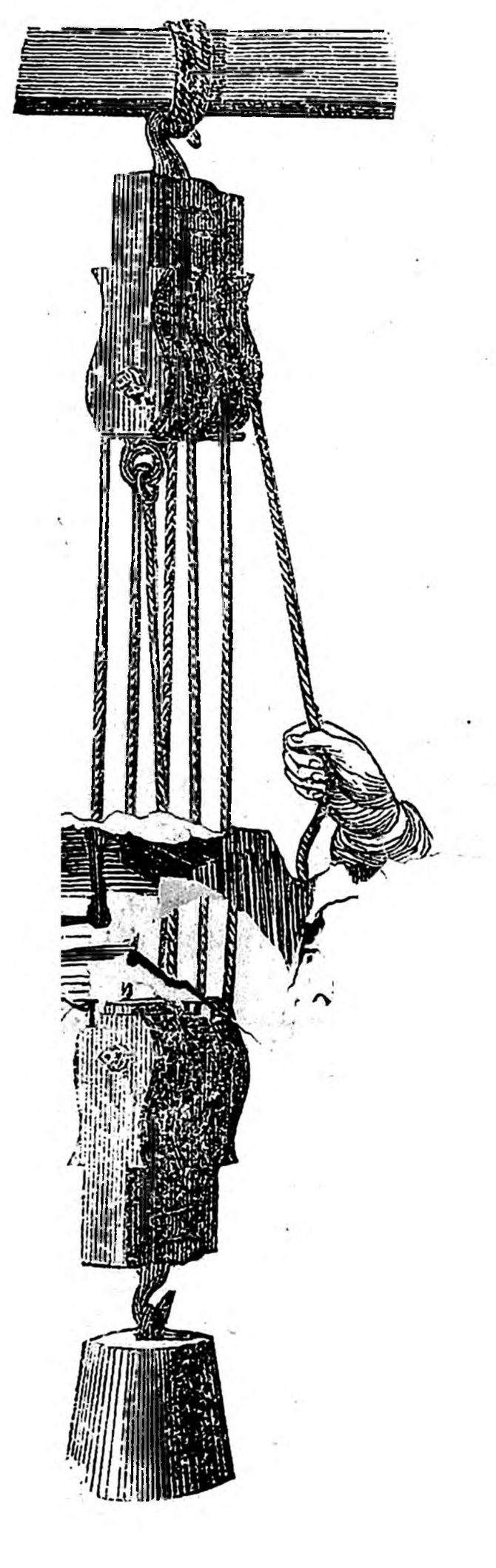
При надлежащемъ соединеніи подвижныхъ и неподвижныхъ блоковъ механическое дѣйствіе ихъ можетъ быть значительно усилено. Это достигается такъ называемою *вѣшею*, рис. 19.

Рис. 19.



Векша съ вертикально расположенными блоками.

Рис. 20.



Векша съ другъ возлѣ друга расположенными блоками.

Она состоитъ изъ шести блоковъ, изъ которыхъ каждые три соединены между собою, но верхніе неподвижны, между тѣмъ какъ нижніе подымаются вмѣстѣ съ тяжестью p. Если хотятъ поднять тяжесть p на высоту, равную пространству ba, то, какъ видно изъ рисунка, нужно смотать такой кусокъ веревки, который равнялся бы шести кускамъ веревки, лежащимъ между линіями sa и sb. А такъ какъ при этомъ тяжесть подымается только на шестую долю длины веревки, то для поднятія ея нужно употребить только шестую долю уравновѣшивающей силы.

Въ рисункѣ 20 блоки расположены другъ возлѣ друга, но дѣйствіе ихъ тоже самое.

Мы изложили основныя начала механики въ самомъ простомъ видѣ ихъ. Другихъ снарядовъ въ древности не имѣли и многія величественныя зданія выстроены были даже безъ [illegible] вощи векши, изобрѣтеніе которой много [illegible] приписываютъ [illegible]ся въ[illegible]ду. И [illegible]ухается, [illegible]торомъ [illegible]ничего [illegible]ался могла измѣнить [illegible]ъ [illegible]тягательную сючилъ довъ когда только дѣлала больсле успѣхи въ сознательно разъясненіи законовъ ихъ дѣйствій.

О вѣсахъ.

Естественныя науки, которыя во всѣ времена и преимущественно въ послѣднія столѣтія были самыми могущественными двигателями развитія всѣхъ цивилизованныхъ народовъ земнаго шара, обязаны своими громадными успѣхами почти только одному правильному примѣненію вѣрныхъ мѣръ и вѣсовъ. Всѣ результаты, полученные естествоиспытателями въ области тончайшихъ изслѣдованій, можно назвать не случайному вдохновенію изобрѣтательнаго ума, не требленію масштаба, циркуля, [illegible] и пр.: Самыя точныя измѣренія угловъ служатъ астроному основаніемъ для вительныхъ вычисленій; физикъ своими инструментами точно измѣряетъ пространства, пробѣгаемыя лучами свѣта, не смотря на то, что послѣдній распространяется съ такою быстротою, что проходитъ около 41000 миль въ секунду; мало того, съ помощью инструментовъ онъ измѣряетъ даже длину свѣтовыхъ волнъ и опредѣляетъ ихъ разность, хотя бы послѣдняя равнялась всего какой-нибудь милліонной долѣ одного дюйма. Химикъ на вѣсахъ вычисляетъ количество вдыхаемаго и выдыхаемаго нами воздуха и изъ этого заключаетъ, сколько этого живительнаго газа нужно въ извѣстное время

для поддержанія жизни. — Благодаря надлежащему употребленію вѣсовъ, этого самаго простаго инструмента, опровергнуто и потрясено въ самомъ основаніи множество ложныхъ и нелѣпыхъ теорій, созданныхъ частію пылкимъ воображеніемъ ученыхъ прежнихъ временъ, частію подъ вліяніемъ философскихъ разсужденій, къ которымъ обыкновенно прибѣгаютъ, когда нѣтъ возможности доказать что-нибудь положительными данными. Такъ напр. до конца прошлаго столѣтія всѣ были того убѣжденія, что при горѣніи тѣлъ, изъ нихъ выдѣляется какое-то особенное вещество, которое называли флогистономъ, хотя существованія этого вещества никто не могъ доказать дѣйствительными фактами. Этотъ ложный взглядъ на процессъ горѣнія опровергнутъ знаменитымъ французскимъ химикомъ Лавоазье (Lavoisier), который, свѣсивъ продукты сгорѣвшаго тѣла, нашелъ, что всѣ они, вмѣстѣ взятые, сдѣлались на сколько гяжелѣе, на сколько уменьшился вѣсъ воздуха, которомъ совершался процессъ горѣнія. Открывъ такую случилъ, что когда тѣла горятъ или окисляются (1), тогда они ничего не теряютъ (т. е. не выдѣляютъ изъ себя мнимаго флогистона), но напротивъ того пріобрѣтаютъ, т. е. поглощаютъ часть кислорода воздуха и такимъ образомъ дѣлаются даже тяжелѣе вѣсомъ. Опредѣ-

---

(1) Соединеніе тѣла съ кислородомъ называется *горѣніемъ* или *окисленіемъ* его. Такъ напр. при сгараніи дерева, углеродъ соединяется съ кислородомъ воздуха и образуетъ углекислый газъ, отъ удушливаго дѣйствія котораго нерѣдко дѣлается угаръ. Окись желѣза или ржавчина образуется отъ соединенія желѣза съ кислородомъ и потому по выраженію химиковъ составляетъ продуктъ сгаранія или окисленія желѣза.

леніемъ вѣса сгорѣвшихъ тѣлъ Лавоазье бросилъ новый свѣтъ на свойства химическихъ соединеній, и химія съ тѣхъ поръ приняла совершенно другое направленіе и начала дѣлать быстрые успѣхи. — Этотъ великій мужъ сдѣлался жертвою французской революціи и умеръ 8-го мая 1794 г. подъ ударами гнусной гильотины.

Въ вѣсахъ, какъ это само собою разумѣется, ощущалась потребность во всѣ времена и у всѣхъ народовъ, такъ какъ безъ нихъ немыслима никакого рода торговля. Потому и нельзя предполагать, чтобы вѣсы были изобрѣтены какимъ нибудь отдѣльнымъ лицемъ; скорѣе надо допустить, что они явились повсемѣстно, какъ необходимое слѣдствіе торговыхъ сношеній и общаго развитія человѣческаго ума. Если напр. приходилось мѣняться вещами (кусокъ дерева напр. вымѣнить на кусокъ хлѣба), то даже у первыхъ людей естественнымъ образомъ должна была родиться мысль о томъ, уравновѣшиваетъ ли получаемый предметъ [illegible] которая отдавалась въ замѣнъ его. Въ началѣ вѣр[illegible] для прибѣгали къ глазомѣру и взвѣш[illegible]ва предмета въ рукахъ; а въ этомъ естественномъ способѣ уже заключается основная мысль о вѣсахъ.

Греки, однакожъ, считали изобрѣтателемъ гирь аргивскаго уроженца Фидона, а Геллій приписываетъ введеніе ихъ Паламеду, между тѣмъ какъ китайцы увѣряютъ, что онѣ были изобрѣтены Гіене-Юэне. Какъ бы то ни было, самые вѣсы, безъ сомнѣнія, никѣмъ не изобрѣтены, а были придуманы и введены въ употребленіи общей массой народа.

Такъ какъ во всякой торговлѣ необходимо или измѣрять, или взвѣшивать товары, то иные приписываютъ изобрѣтеніе вѣсовъ финикіянамъ, какъ самому древнему торговому народу.

Изъ Библіи извѣстно, что Авраамъ взвѣшивалъ серебро, а Моисей упоминаетъ о какихъ-то мѣрахъ и вѣсахъ. Нѣкоторыя мѣста въ Иліядѣ также свидѣтельствуютъ, что уже во времена загадочнаго Гомера вѣсы были общеупотребительнымъ средствомъ торговыхъ сношеній, и нѣтъ никакого сомнѣнія, что въ общемъ устройствѣ своемъ, самые древные вѣсы нисколько не отличались отъ нынѣшнихъ обыкновенныхъ торговыхъ вѣсовъ.

Вѣсы, какъ извѣстно, служатъ для опредѣленія тяжести, которая свойственна всѣмъ тѣламъ, потому что подъ выраженіемъ тяжести разумѣютъ извѣстную степень притяженія или тяготѣнія составныхъ частицъ всѣхъ тѣлъ, а безъ этой притягательной силы невозможно существованіе ни одушевленныхъ, ни неодушевленныхъ предметовъ. Тяжесть или сила тяготѣнія есть неразлучный спутникъ и нераздѣльный духъ всякой матеріи, съ которою она составляетъ одно ненарушимое [illegible]лое: вещество ру[illegible]ится, уничтожается, какъ скоро оно утра[illegible]ваетъ [illegible]тягательную способность; — послѣдняя даетъ ему [illegible]изнь, а утрата ея приноситъ неминуемую смерть.

Подобно тому какъ ребенокъ никогда не размышляетъ о причинахъ происхожденія дня и ночи, хотя они составляютъ обыденныя явленія въ природѣ, такъ и до XVII вѣка никому не нришло въ голову подумать о причинахъ тяжести, не смотря на то, что на этомъ общемъ свойствѣ всѣхъ тѣлъ основывается безчисленное множество явленій. Въ XV вѣкѣ, правда, Викентій Бове уже утверждалъ, что если бы можно было прорыть каналъ сквозь средину земли до поверхности противоположнаго полушарія, то брошенный въ этотъ каналъ камень остановился бы въ центрѣ земнаго шара, а не падалъ бы до конца канала, достигающаго нашихъ антипо-

довъ; слѣдовательно уже Бове указалъ на центростремительное тяготѣніе земли. Но извѣстный всѣмъ Исаакъ Ньютонъ первый привелъ законы тяжести въ полную ясность. Паденіе съ дерева яблока однажды обратило на себя вниманіе этого великаго мыслителя, у котораго тотчасъ же пробудилось желаніе объяснить себѣ это простое, обыкновенное явленіе. Онъ началъ разсуждать, дѣлалъ одно заключеніе за другимъ и наконецъ дошелъ до настоящей причины тяжести (1).

Исаакъ Ньютонъ родился 1642 г. въ день Рождества Христова въ Улсторпѣ въ англійскомъ графствѣ Линколнѣ. На 18 году онъ поступилъ въ кѣмбриджскій университетъ, гдѣ подъ руководствомъ профессора Барро изучалъ математику. Здѣсь онъ придумалъ диффренціальное и интегральное исчисленіе и вскорѣ послѣ того, когда вслѣдствіе появившейся въ Кѣмбриджѣ чумы возвратился въ Улсторпъ, онъ въ 1665 г. нашелъ законъ общаго тяготѣнія тѣлъ, которое обусловливаетъ тяжесть всякаго вещества. Послѣ этого онъ указалъ на разложеніе бѣлаго свѣта солнечнаго луча на [illegible] матическіе цвѣта, такъ что въ 1669 г., занявъ каѳедру своего учителя Барро, онъ уже былъ извѣстенъ всему ученому міру тремя великими остроумными идеями. Ньютонъ умеръ въ глубокой старости 20 марта 1727 г.

Прежде, чѣмъ приступимъ къ описанію вѣсовъ, скажемъ нѣсколько словъ объ *удѣльномъ* или *относительномъ вѣсѣ*.

Однажды Архимеду принесли драгоцѣнную золотую вещь

---

(1) О притягательной силѣ см. сочин. М. Хана, Дива Природы въ нѣдрахъ земли, Главу вторую, § 3, стр. 29.

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стр.
Исторія развитія физической науки	5
Общія свойства тѣлъ	10
Винтовой пароходъ	15
Вѣтреныя мельницы	28
О рычагѣ	30
О вѣсахъ	44

РИСУНКИ.

		Стр.
Рис. 1	— Фридерикъ Соважъ	21
— 2	— Памятникъ, поставленный Рэсселю въ Тріестѣ	23
— 3	— Видъ перваго корабельнаго винта	25
— 4 — 5	— Винты съ двумя неполными оборотами	26
— 6 — 7	— Четвертные винты	27
— 8	— Рычагъ перваго рода	32
— 9	— Рычагъ втораго рода	33
— 10	— Рычачъ третьяго рода	34
— 11	— Ножницы—рычагъ перваго рода	—
— 12	— Щипцы для орѣховъ—рыгагъ втораго рода	35
— 13	— Самопрялка—рычагъ третьяго рода	—
— 14	— Законы дѣйствія рычага	36
— 15 — 16	— Разные виды примѣненія рычаговъ	38 и 39
— 17	— Неподвижный блокъ	41
— 18	— Подвижный блокъ	—
— 19	— Векша съ вертикально расположенными блоками	42
— 20	— Векша съ другъ возлѣ друга расположенными блоками	—

Дозволено Цензурою. С.-Петербургъ, 20 января 1865 года.

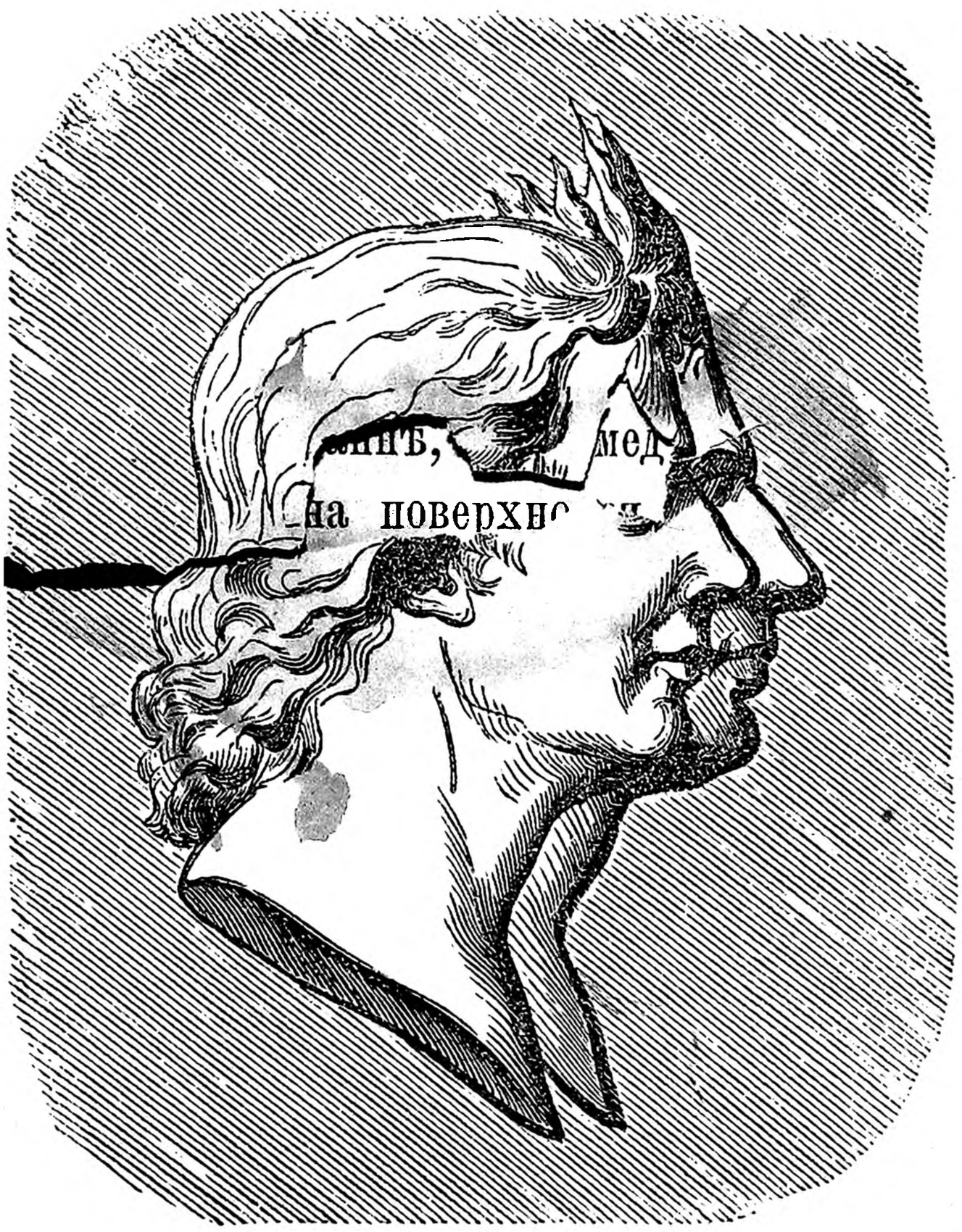
въ типографіи доктора м. хана. — *Редакторъ М. Ханъ*

САМООБРАЗОВАНІЕ,

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ, УЧЕНО-ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЖУРНАЛЪ
ДЛЯ ЛЮДЕЙ ВСЯКАГО ВОЗРАСТА,

ИЗДАВАЕМЫЙ М. ХАНОМЪ.

ГОДЪ ТРЕТІЙ.



СИЛЫ ПРИРОДЫ И ИХЪ ПРИМѢНЕНІЕ.

№ 2 за Февраль 1865 г.

(корону для Юпитера) и попросили его отъ имени Гіерона (1), подозрѣвавшаго золотыхъ дѣлъ мастера въ обманѣ, опредѣлить нѣтъ ли въ ней примѣси какого нибудь другаго металла, съ тѣмъ однакожъ, чтобы при изслѣдованіи онъ не производилъ ни малѣйшаго поврежденія ни въ формѣ, ни даже въ поверхности ввѣренной ему вещи, такъ какъ отдѣлка ея была чрезвычайно красива. Архимедъ разрѣшилъ эту задачу съ помощью воды, и эта счастливая мысль родилась у него въ то время, когда онъ купался въ рѣкѣ. Говорятъ, что при этомъ открытіи великій сиракузскій математикъ пришелъ въ такой восторгъ, что онъ, сломя голову, побѣжалъ домой и всю дорогу громко кричалъ по улицамъ: задача рѣшена, я добился рѣшенія задачи (2)! — Вотъ какимъ образомъ онъ дошелъ до заключеній, которыя дали ему возможность исполнить желаніе сиракузскаго повелителя:

Купаясь въ рѣчной ваннѣ, Архимедъ видѣлъ, что нѣкоторыя тѣла плаваютъ на поверхности воды, напр. дерево, что другія тѣла, какъ другія, напр. металлы и камни, напротивъ того, уходятъ на дно. Вслѣдствіе того онъ началъ дѣлать опыты надъ собственнымъ тѣломъ и замѣтилъ, что оно въ

---

(1) Тиранъ въ Сиракузахъ, жившій въ III вѣкѣ до Р. Х.

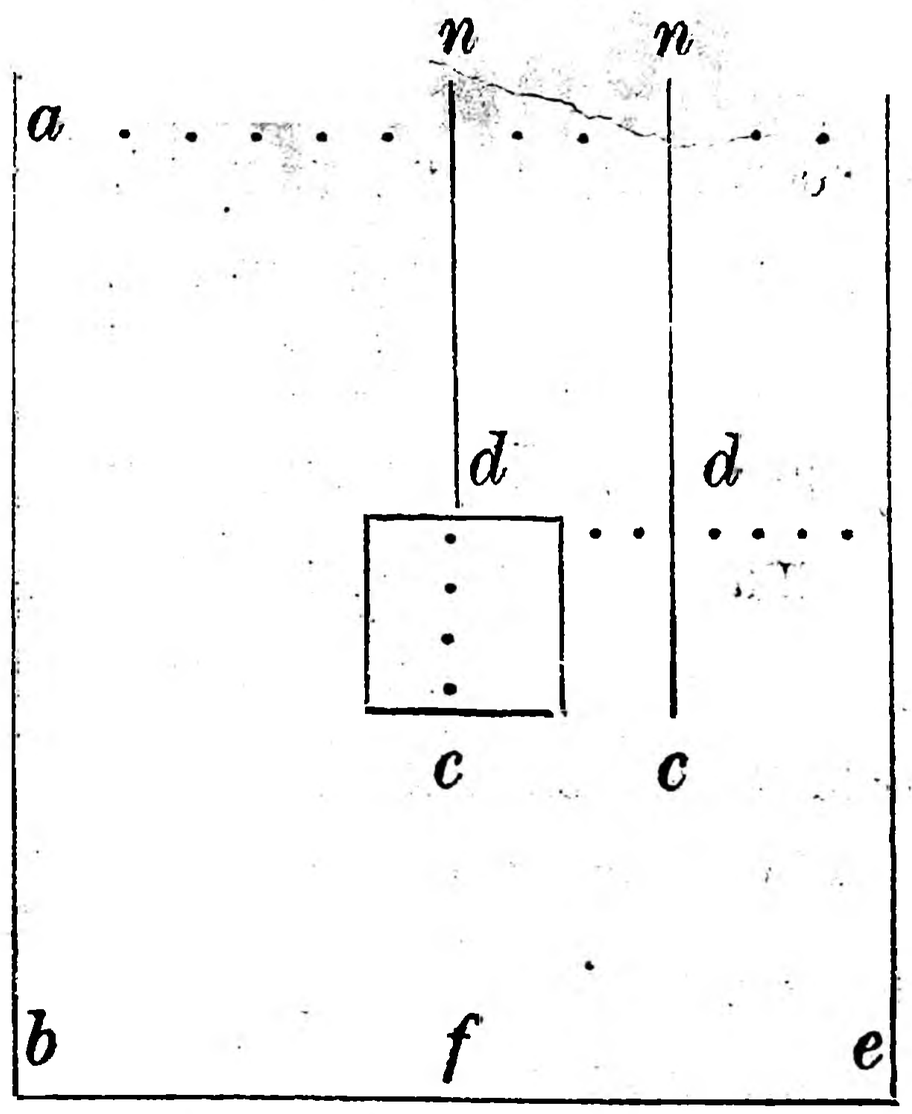
(2) Говорятъ, что Архимедъ отъ радости, которую доставило ему это открытіе, принесъ богамъ въ жертву сто быковъ (гекатомбу). — По поводу этого преданія знаменитый нѣмецкій писатель Лесингъ остроумно замѣтилъ: Hundert Ochsen!—deswegen zittern jetzt noch so Viele, wenn eine neue Wahrheit gefunden wird (Сто быковъ!—оттого и до сихъ поръ еще многіе дрожатъ при открытіи новой истины). — Должно замѣтить, что дурака или невѣжу нѣмцы обыкновенно называютъ Ochs—быкомъ или животнымъ.



Рис. 21. *Ньютонъ размышляя подъ деревомъ о паденіи яблока.*

жидкой стихіи дѣлалось гораздо легче, потому что для того, чтобы подыматься со дна рѣки, онъ долженъ былъ употребить только незначительное усиліе, между тѣмъ какъ внѣ воды, на открытомъ воздухѣ, подобныя попытки всегда требовали большихъ напряженій силъ. Изъ этого онъ заключилъ, что всѣ тѣла, погруженныя въ воду, дѣлаются легче, т. е. что въ водѣ всякое тѣло вѣситъ меньше, чѣмъ въ воздухѣ, и что оно должно терять въ своемъ вѣсѣ столько, сколько вѣситъ жидкость, вытѣсненная имъ изъ своего мѣста. Пусть рис. 22 представляетъ сосудъ, наполненный водою, въ которую погруженъ кубъ. Изъ физики извѣстно, что вода собственною тяжестью своею производитъ давленіе во всѣ стороны, т. е. сверху внизъ, горизонтально и даже снизу вверхъ (отъ *a* къ *b*, и отъ *b* къ *e* и отъ *f* къ *c*); слѣдовательно на верхнюю поверхность погруженнаго куба будетъ давить столбъ воды *nl*, а на нижнюю — столбъ воды *nc*; причемъ да-

Рис. 22.



Кубъ, погруженный въ воду.

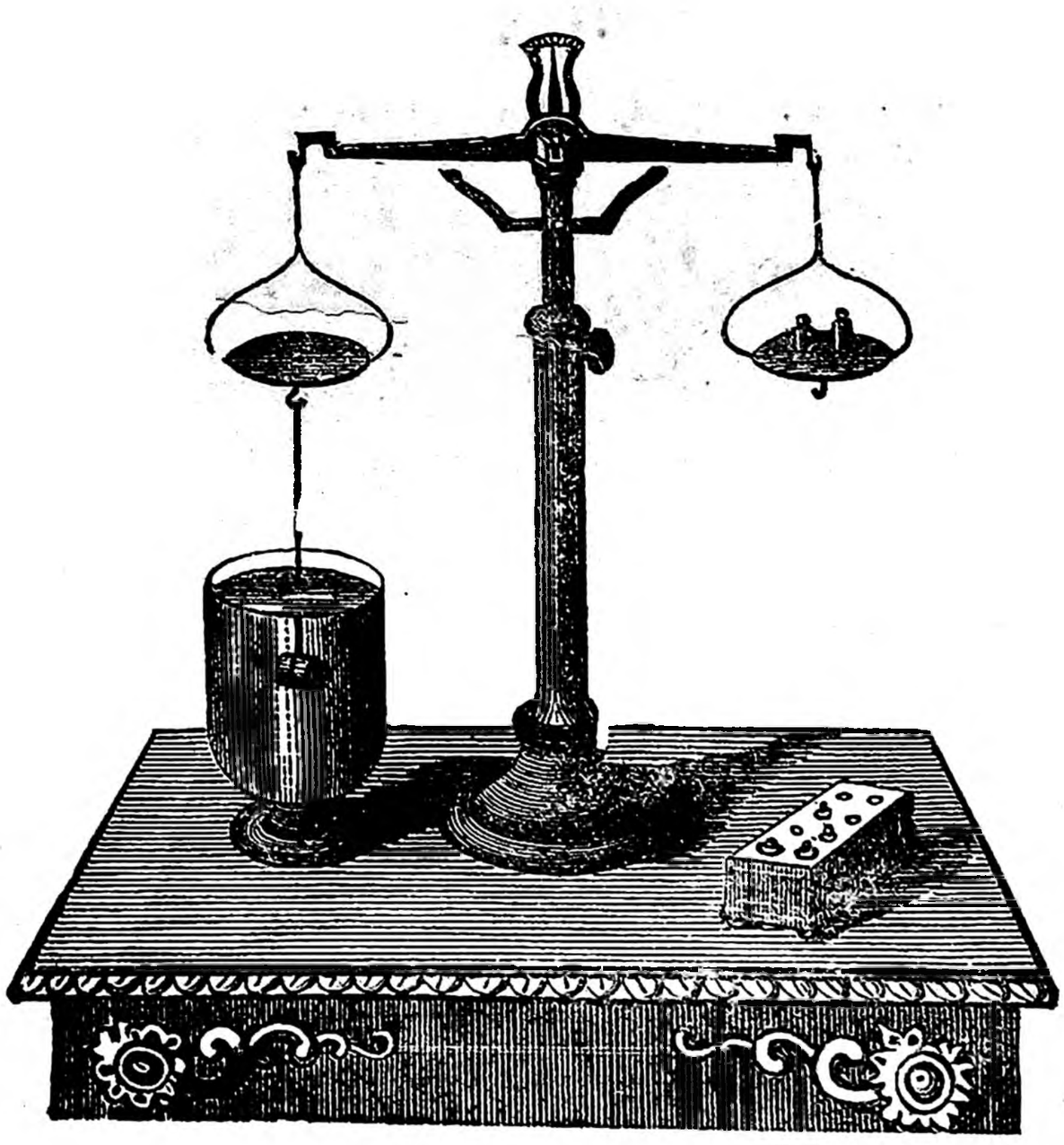
вленіе воды на кубъ снизу вверхъ сильнѣе давленія ея на него сверху внизъ на столько, сколько вѣситъ столбъ воды *dc*, т. е. масса воды, вытѣсненной кубомъ. Другими словами, такъ какъ на кубъ дѣйствуетъ снизу вверхъ не только водяной столбъ *nd*, но также сила, равная тяжести вытѣсненной имъ воды (т. е. водяной столбъ *dc*), то собственная его притягательная сила или тяжесть (вѣсъ) должна сдѣлаться въ водѣ на столько же меньше или легче.

Изъ всего этого можно заключить, что тѣла, хотя разнородныя (какъ напр. куски желѣза и дерева), но имѣющія одинаковый объемъ, теряютъ въ водѣ одинаковый вѣсъ, потому что они вытѣсняютъ одну и ту же массу воды. Такъ напр., если кусокъ дерева вѣситъ въ воздухѣ 2 фунта, а въ водѣ только одинъ фунтъ, то *того же объема* кусокъ желѣза въ 6 фунтовъ будетъ вѣсить въ водѣ 5 фунтовъ; а опущенный въ воду того же объема кусокъ дере имѣющій въ воздухѣ $^3/_4$ фунта вѣса, подымется на чет своего объема надъ поверхностью воды, потому что посл будетъ давитъ на него съ силою одного фунта снизу вверх между тѣмъ какъ собственная его тяжесть равняется только $^3/_4$ фунта. Саѣдовательно на такой кусокъ дерева можно положить еще $^1/_4$ фунта тяжести, чтобы уравновѣсить силу давленія воды снизу вверхъ. На этомъ законѣ основываются всѣ наши пловучіе снаряды (паромы, лодки, корабли, пароходы), которые устраиваютъ такъ, чтобы вѣсъ ихъ, даже съ извѣстнымъ грузомъ, не превышалъ тяжести вытѣсняемаго ими количества воды. На томъ же основаніи тучнымъ людямъ легче держаться на водѣ, чѣмъ тощимъ, въ массѣ которыхъ преобладаютъ тяжеловѣсныя кости.

Что въ водѣ тѣла дѣйствительно становятся легче, въ

томъ можно убѣдиться слѣдующимъ простымъ опытомъ: Если на одну чашечку вѣсовъ (рис. 23) положить гирю, напр. двухфунтовую, а къ другой прикрѣпить вещь, которая также вѣситъ два фунта, то очевидно, что коромысло вѣсовъ останется въ равновѣсіи; но какъ скоро опустимъ эту вещь въ сосудъ, наполненный водою, то чашечка съ гирями тотчасъ же потянетъ коромысло въ свою сторону; слѣдовательно, вещь, которая въ воздухѣ вѣсила 2 фунта, по погруженіи ея въ воду, сдѣлалась легче. Взвѣсивъ объемъ вытѣсненной ею воды, мы найдемъ, что вѣсъ его равняется потерѣ вѣса погруженной въ ней вещи.

Рис. 23.



Вѣсы для опредѣленія плотности тѣлъ..

На основаніи всѣхъ этихъ данныхъ мы можемъ опредѣлить удѣльный вѣсъ или плотность всякаго тѣла. Тѣла, какъ извѣстно, имѣютъ различную плотность, т. е. при извѣстномъ одинаковомъ объемѣ бываютъ различнаго вѣса или, что одно и тоже, содержатъ въ себѣ различное количество частицъ. Такъ напр. кубическій футъ воды вѣситъ меньше, чѣмъ кубическій футъ желѣза;—такимъ образомъ желѣзо плотнѣе воды или удѣльный вѣсъ его больше удѣльнаго вѣса послѣдней.

Въ наукѣ принято считать плотность воды за единицу,—за извѣстную норму, такъ что для опредѣленія плотности или удѣльнаго вѣса какого нибудь тѣла высчитываютъ вѣсъ его по вѣсу *такого же обзема* воды. Такъ напр. если кубическій футъ воды вѣситъ фунтъ, а кубическій футъ мѣди 2 фунта и кубическій футъ свинца 3 фунта, то выходитъ, что мѣдь вдвое и свинецъ втрое плотнѣе воды. Это то отношеніе плотности тѣлъ къ плотности воды называется *удѣльнымъ вѣсомъ*.

Чтобы опредѣлить удѣльный вѣсъ какого либо тѣла (на сколько оно плотнѣе или легче равнаго объема воды), его сперва взвѣшиваютъ въ воздухѣ, а потомъ въ водѣ и на найденную разницу раздѣляютъ вѣсъ тѣла въ воздухѣ. Напр. если кусокъ желѣза вѣситъ въ воздухѣ 6 фунтовъ, а въ водѣ 4 фунта, то удѣльный вѣсъ его $^{6}/_{2}=3$, т. е. вѣсъ желѣза въ воздухѣ (6 фунтовъ), раздѣленный на разницу вѣса его въ водѣ (2 фунта). Вычисленіе это основано на вышеизложенныхъ данныхъ, а именно, объемъ воды, вытѣсненной погруженнымъ въ ней кускомъ желѣза, вѣситъ столько, сколько желѣзо утратило вѣса при своемъ погруженіи въ воду; въ нашемъ примѣрѣ потеря вѣса желѣза равняется 2 фунтамъ, слѣдовательно и объемъ вытѣсненной воды вѣситъ 2 фунта;

а такъ какъ такой же объемъ желѣза вѣситъ 6 фунтовъ (т. е. 3 раза больше), то по правиламъ ариѳметики удѣльный вѣсъ или плотность желѣза долженъ равняться тремъ фунтамъ (т. е. 6 дѣленнымъ на 2) (1).

Этимъ путемъ можно опредѣлить удѣльный вѣсъ или плотность всякаго тѣла. А такъ какъ указаннымъ способомъ (т. е. путемъ двойнаго взвѣшиванія) нашли, что удѣльный вѣсъ или плотность чистаго золота равняется 19,3, то очевидно, что если въ этомъ металлѣ содержится посторонняя примѣсь, то удѣльный вѣсъ его долженъ или превышать эту цифру, или быть меньше ея, смотря потому, примѣшано ли къ нему вещество съ бо́льшимъ удѣльнымъ вѣсомъ или съ меньшимъ противъ золота. Такъ напр., если золотая вещь вѣситъ въ воздухѣ 48 золотниковъ, а въ водѣ 45, то вѣсъ вытѣсненнаго ею объема воды будетъ равняться 3 золотникамъ; а удѣльный вѣсъ или плотность самой вещи $^{48}/_{3}=16$. Но извѣстно, что удѣльный вѣсъ чистаго золота равняется ^{m},3, слѣдовательно опредѣлительно можно сказать, что въ изслѣдуемой нами золотой вещи заключается посторонняя примѣсь, плотность которой меньше плотности золота.

Такимъ то путемъ Архимеду и удалось рѣшить задачу, заданную ему сиракузскимъ повелителемъ, и опредѣлить чистоту золотой короны безъ всякаго поврежденія массы.

---

(1) Вычисленіе это производится простымъ тройнымъ правиломъ: объемъ вытѣсненной воды относится къ единицѣ плотности, какъ тотъ же объемъ желѣза къ той же единицѣ плотности, или выражая это отношеніе цифрами нашего примѣра 2 : 1 = 6 : 1, что составляетъ 3.

Этотъ великій математикъ, которому мы обязаны открытіемъ способа опредѣленія удѣльнаго вѣса, умеръ въ 212 г. до начала нашего лѣтосчисленія.

Удѣльный вѣсъ тѣла можно опредѣлить еще слѣдующимъ образомъ: сосудъ, наполненный водою, взвѣшиваютъ и затѣмъ въ него опускаютъ тѣло, котораго удѣльный вѣсъ желаютъ опредѣлить; при этомъ изъ сосуда выливается такое количество воды, которое по объему равно объему опущеннаго тѣла. Послѣ этого вынимаютъ тѣло и опять свѣшиваютъ сосудъ съ водою, чтобы такимъ образомъ узнать вѣсъ вытѣсненнаго количества воды; или же взвѣшиваютъ самую вытѣсненную воду. Зная вѣсъ послѣдней, легко вычислить удѣльный вѣсъ тѣла такимъ же образомъ, какъ при первомъ способѣ.

Способъ этотъ обыкновенно употребляется для опредѣленія удѣльнаго вѣса порошкообразныхъ тѣлъ, для которыхъ первый способъ неудобенъ.

На фабрикахъ большею частью очень важно знать удѣльный вѣсъ приготовляемыхъ жидкостей, потому что по нему можно заключить о составѣ, а слѣдовательно и о достоинствѣ фабриката: понятно напр., что удѣльный вѣсъ чистаго спирта долженъ отличаться отъ удѣльнаго вѣса водки, которая кромѣ спирта, содержитъ извѣстное количество воды. Приборъ, которымъ опредѣляется удѣльный вѣсъ жидкостей, называется *ареометромъ* (рис. 24). Онъ состоитъ изъ запаянной съ обоихъ концовъ стеклянной трубки, у которой нижній конецъ образуетъ пузырекъ, наполненный ртутью. Послѣдняя служитъ для того, чтобы опущенный въ жидкость ареометръ оставался въ отвѣсномъ положеніи, такъ какъ тяжесть ртути, притягивая конецъ трубки внизъ, не даетъ прибору опрокинуться.—Чѣмъ легче жидкость, тѣмъ глубже въ

нее опускается ареометръ, а потому объ удѣльномъ вѣсѣ изслѣдуемой жидкости можно заключить по цифрамъ, обозначеннымъ на скалѣ, которая прикрѣплена въ шейкѣ трубки.— Смотря по жидкостямъ, для которыхъ употребляется ареометръ, ему даютъ разныя названія: *алкоолометръ*, для опредѣленія удѣльнаго вѣса спирта; *лактометръ*, для молока, *сахорометръ*, для сахарныхъ растворовъ и т. д.

Но такъ какъ удѣльный вѣсъ жидкостей измѣняется, смотря по температурѣ (чѣмъ теплѣе жидкость, тѣмъ она легче), то къ ареометру обыкновенно придѣлываютъ термометръ, для опредѣленія удѣльнаго вѣса при извѣстной температурѣ жидкости.

Рис. 24.



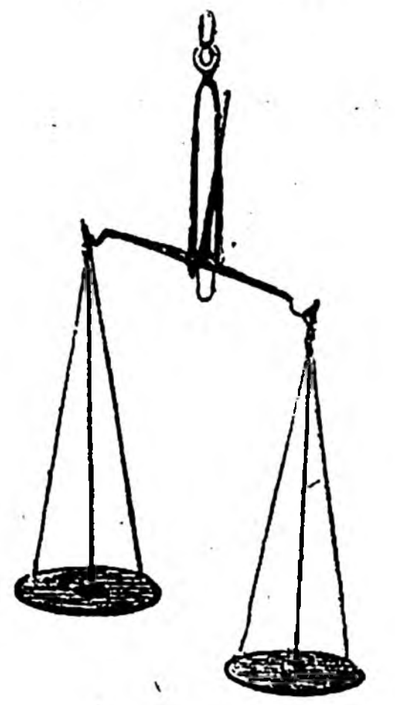
Ареометръ.

Объ устройствѣ вѣсовъ.

Вѣсы издавна устраиваются по однимъ и тѣмъ же началамъ, а именно на основаніи законовъ рычага. Самые простые вѣсы представляютъ *висячіе* или *торговые* (рис. 25), состоящіе изъ коромысла, къ обоимъ концамъ котораго привѣшаны чашечки для гирь и взвѣшиваемыхъ вещей; въ срединѣ коромысла проходитъ штифтъ, около котораго оно можетъ свободно

вертѣться, а стрѣлка, выходя изъ своего отвѣснаго положенія, указываетъ всякое малѣйшее наклоненіе коромысла въ ту или другую сторону.

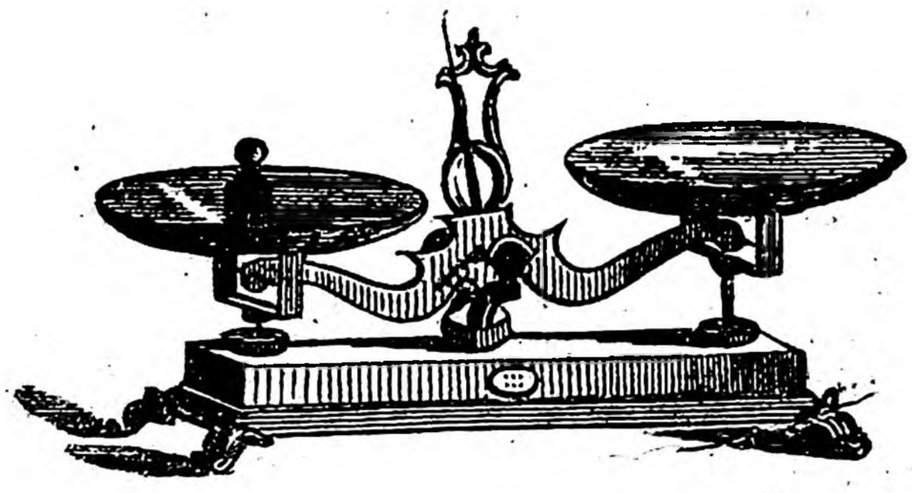
Рис. 25.



Торговые вѣсы.

Рис. 26 представляетъ другую форму вѣсовъ, такъ называемые *настольные* или *аптекарскіе* вѣсы, у которыхъ чашечки лежатъ на самомъ коромыслѣ.

Рис. 26.

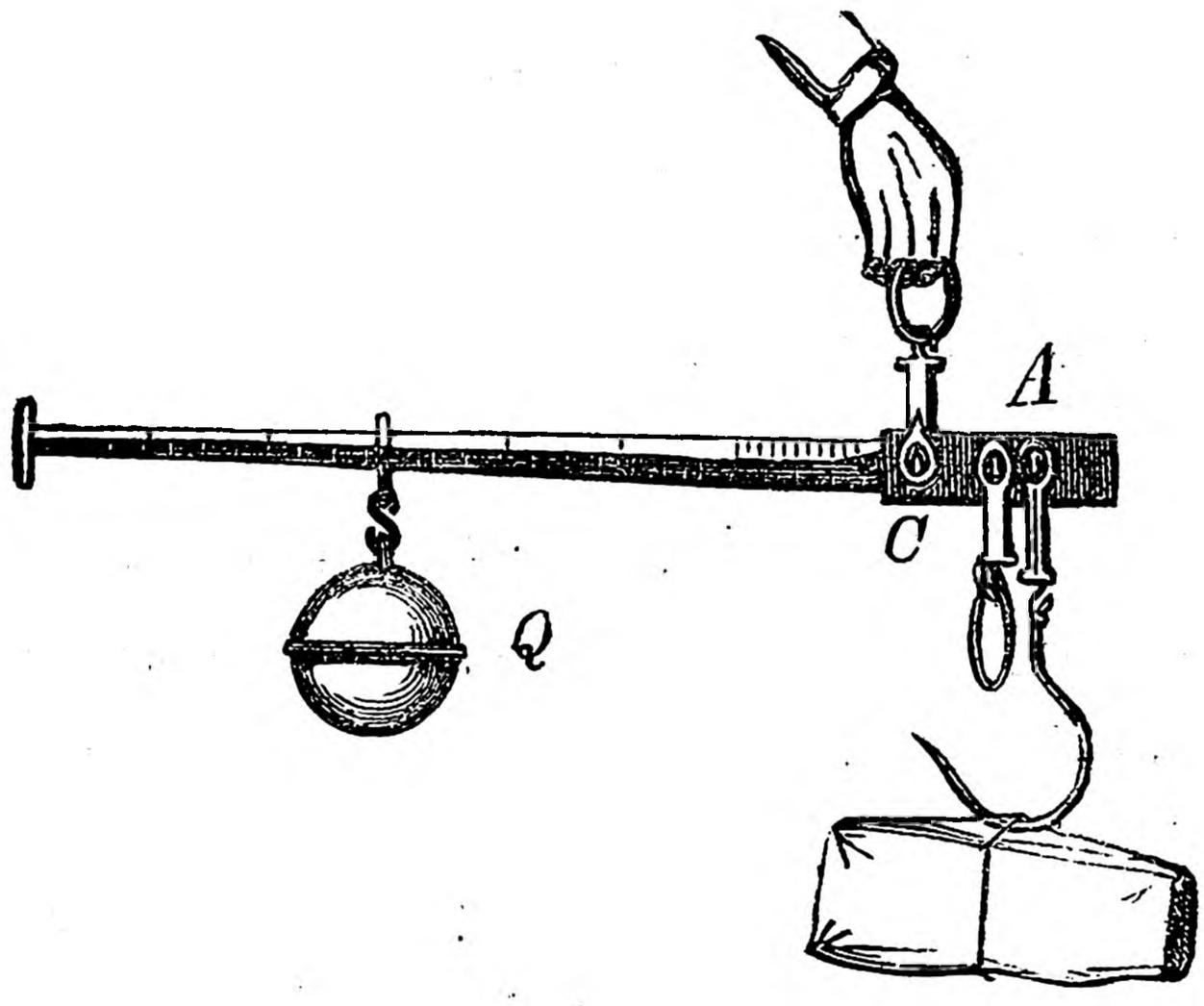


Настольные или аптекарскіе вѣсы.

Совершенно другаго устройства *безменъ* (рис. 27). Онъ отличается отъ предыдущихъ вѣсовъ тѣмъ, что плечи коромысла имѣютъ разную длину. Взвѣшиваемую вещь привѣшиваютъ къ крючку A, а тяжесть Q передвигаютъ въ ту или другую сторону, пока коромысло не придетъ въ равновѣсіе. Раздѣленіе, сдѣланное на коромыслѣ, указываетъ вѣсъ.

Безменъ называется также римскими вѣсами (statera romana), хотя онъ придуманъ вовсе не римлянами; названіе это вѣроятно происходитъ отъ сходства его съ гранатою,

Рис. 27.

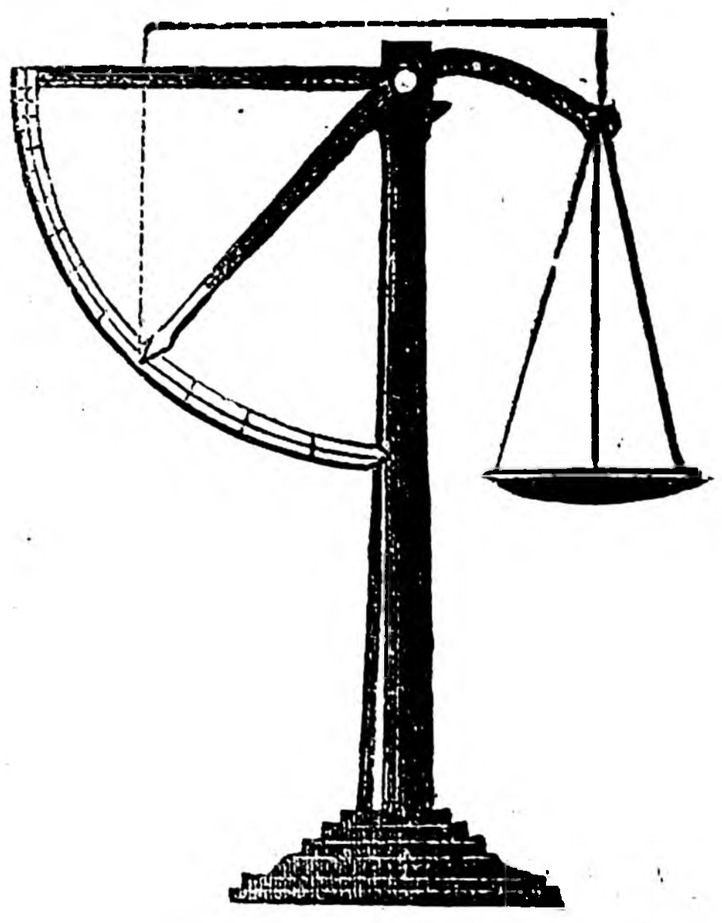


Безмень.

которую евреи называли *римлонъ*, а аравитяне *роммань*. Дѣйствительно, у аравитянъ безменъ до сихъ поръ еще называется „*роммань*.“ По всей вѣроятности безменъ введенъ желѣзъ аравитянами.

Въ *почтовыхъ* или *письменныхъ* вѣсахъ (рис. 28)

Рис, 28.

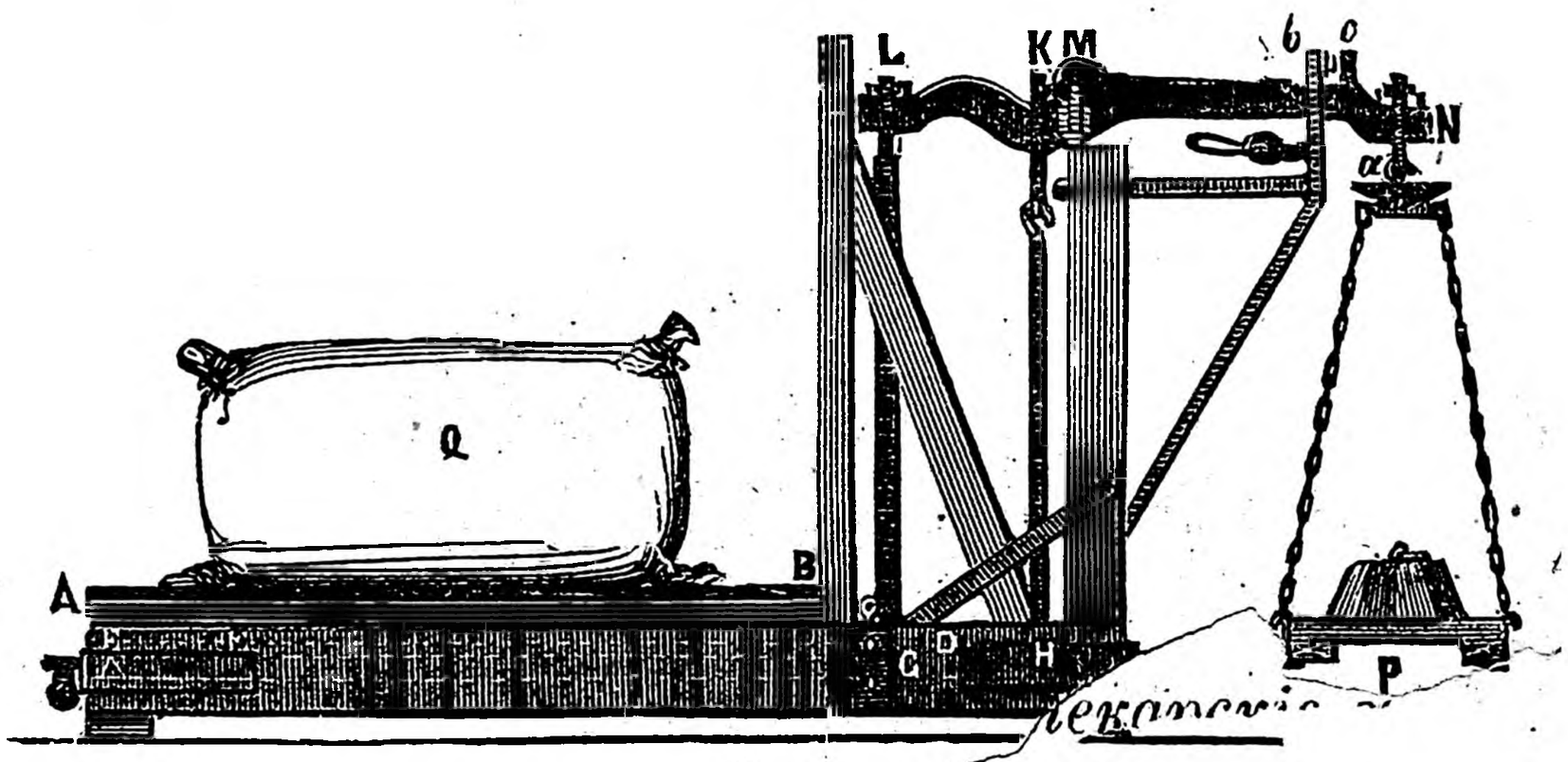


Почтовые или письменные вѣсы.

неравноплечее коромысло имѣетъ другой видъ. У нихъ одно плечо рычага имѣетъ форму стрѣлки, которая на скалѣ указываетъ вѣсъ.

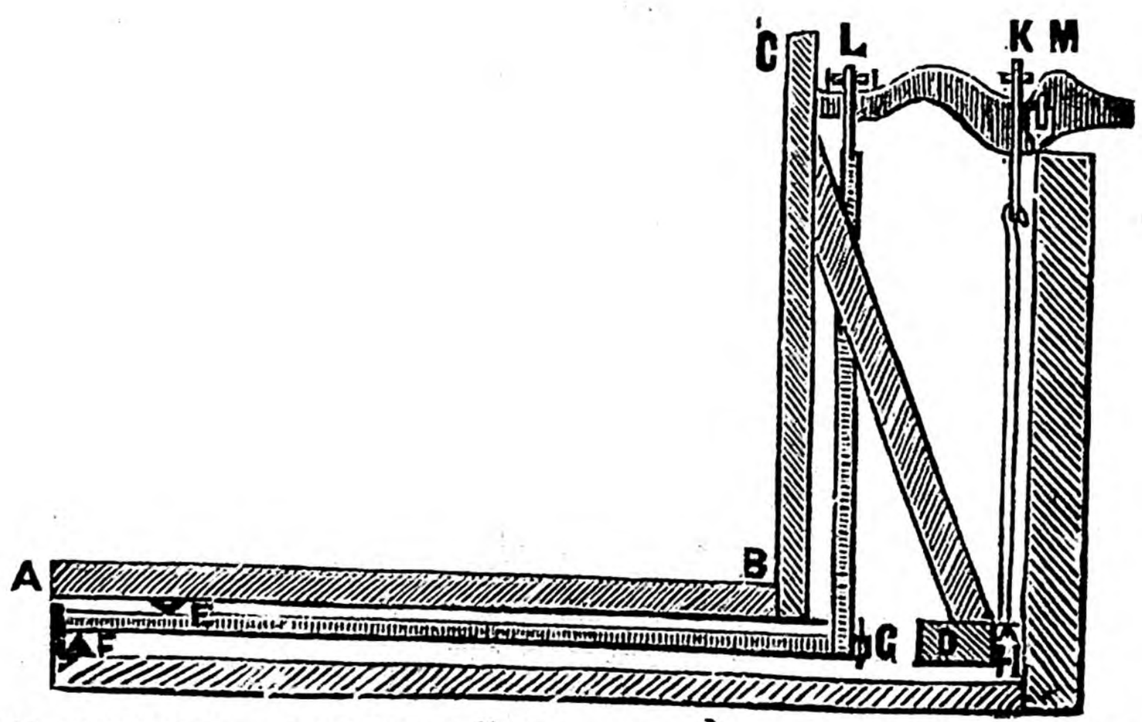
Десятичные или *мостеподобые вѣсы* самые сложные изъ всѣхъ вѣсовъ, хотя въ сущности составлены на общихъ началахъ: На доску P (рис. 29) кладутъ гири, а на доску AB взвѣшиваемую тяжесть; LN представляетъ коромысло, которое имѣетъ форму искривленной линіи и которое около точки M можетъ поворачиваться въ ту или другую сторону.

Рис. 29.



Десятичные вѣсы.

Рис. 30.



Внутреннее устройство десятичныхъ вѣсовъ.

Такъ какъ C (рис. 30) соединено съ D, а послѣднее съ K, и FG соединено съ L, то изъ этого видно, что тяжесть Q (рис. 29) производитъ давленіе на двѣ точки рычага, а именно въ L и K; дѣйствіе этого давленія тоже самое какъ въ вѣсахъ, гдѣ тяжесть давитъ только на одну точку коромысла, но оно равномѣрнѣе, когда давленіе производится въ двухъ точкахъ. Но для того, чтобы давленіе дѣйствовало равномѣрно на рычагъ LM, необходимо, чтобы между рычагами EF и GF (рис. 29 и 30) было такое же отношеніе какъ между рычагами KM и ML. Такъ напр. если KM составляетъ пятую часть ML, то и EF должна составлять пятую часть GF. Отъ этого происходитъ, что все дѣйствіе тяжести Q сосредоточивается въ давленіи на точку K.

Другое плечо коромысла MN (рис. 29) обыкновенно дѣлается въ десять разъ длиннѣе рычага MK, и потому вѣсъ P можетъ уравновѣшивать тяжесть Q, которая въ 10 разъ желѣе. Такимъ образомъ коромысло останется въ равновѣсіи, если на доску AB положить тяжесть въ 10 фунтовъ, а на доску P гирю въ одинъ фунтъ. При равновѣсіи же коромысла точки b и c (рис. 29) должны прикасаться другъ къ другу.

На такихъ же началахъ устроены вѣсы, на которыхъ взвѣшиваются разомъ огромныя тяжести въ тысячи пудовъ и болѣе. У нихъ весь механизмъ устраивается подъ землею, въ ямахъ, выложенныхъ кирпичемъ, между тѣмъ какъ мостъ, на который кладется взвѣшиваемая тяжесть, находится въ одной плоскости съ поверхностью земли, такъ что на него удобно можетъ наѣхать цѣлый возъ. При этомъ размѣры рычаговъ находятся въ такомъ отношеніи другъ къ другу,

что тяжесть можетъ уравновѣшиваться гирею въ сотую долю вѣса.

Химическіе вѣсы. Для такихъ вещей, вѣсъ которыхъ нужно опредѣлять всегда съ большою точностью, всѣ описанные нами вѣсы оказываются недостаточными. Для химическихъ изслѣдованій, гдѣ должно принимать въ разсчетъ даже самую малѣйшую частичку, необходимо имѣть, точно также какъ и для взвѣшиванія драгоцѣнныхъ вещей, вѣсы чрезвычайно чувствительные. Въ городахъ, гдѣ производится обширная торговля шелкомъ, какъ напр. въ Крефельдѣ, Ліонѣ и т. д., существуютъ особыя заведенія, въ которыхъ съ точностью опредѣляютъ количество воды, содержащейся въ сыромъ шелкѣ, привозимомъ изъ Италіи и другихъ странъ. А такъ какъ очень трудно и почти невозможно совершенно освободить отъ воды большіе тюки шелка, то ограничиваются высушиваніемъ небольшихъ количествъ, которыя потомъ нѣсколько разъ тщательно взвѣшиваютъ и по полученному вѣсу высчитываютъ сколько содержится воды во всей массѣ шелка. При такомъ дорогомъ матеріалѣ, какъ шелкъ, малѣйшая ошибка можетъ вести къ большимъ убыткамъ, а потому для опредѣленія вѣса необходимо употреблять всегда только самые чувствительные вѣсы, а такими оказываются одни химическіе.

Такъ какъ объясненіе устройства коромысла у химическихъ вѣсовъ требуетъ нѣкоторыхъ физическихъ познаній, то ссылаясь на физическія сочиненія, мы ограничимся здѣсь только представленіемъ рисунка.

Въ заключеніе упомянемъ еще о банковыхъ вѣсахъ, которые употребляются для взвѣшиванія монетъ и которые сами собою выбираютъ всѣ полновѣсныя монеты, а неимѣющія

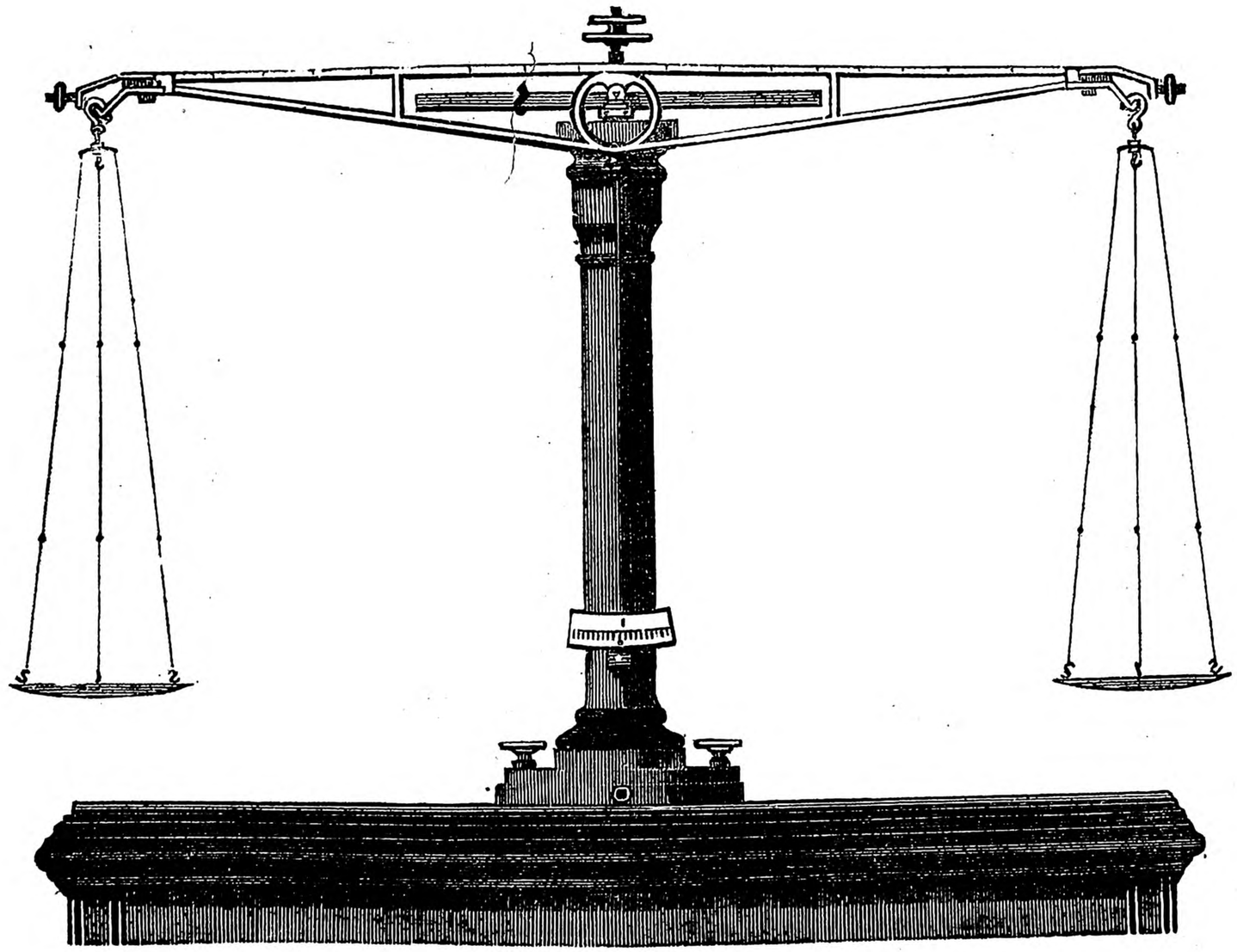


Рис. 31. *Химическіе вѣсы.*

законнаго вѣса отбрасываютъ особымъ механизмомъ въ сторону. Эти удивительные вѣсы изобрѣтены англичаниномъ Уильямомъ Котономъ (William Cotton), и потому они въ Англіи извѣстны подъ названіемъ Cotton-Wage (1). Въ лондонскомъ банкѣ имѣются пять такихъ вѣсовъ, изъ которыхъ каждые взвѣшиваютъ по 1200 монетъ въ часъ. Вѣсы эти сдѣланы изъ горнаго хрусталя, и оттого никогда не портятся ни подъ вліяніемъ температуры, ни отъ ржавчины, ни даже отъ продолжительнаго употребленія.

---

(1) Wage (произносится *уэджс*) по англійски вѣсы.

Барометръ.

Однажды во Флоренціи начали дѣлать насосъ, посредствомъ котораго думали поднимать воду на очень значительную высоту. Насосъ дѣйствительно былъ устроенъ, хотя обыкновеннымъ, но весьма тщательнымъ образомъ; однако вода въ немъ подымалась только нѣсколько выше тридцати четырехъ футовъ. Выше же этого предѣла она не подымалась, не смотря

[illegible] между нею и поршнемъ оставалось пустое про-

[illegible] между ятельство это явно противорѣчило господствовавшему въ то время мнѣнію, будто въ природѣ не можетъ быть пустаго пространства, и потому убѣдились, что оно не зависитъ отъ устройства насоса, но обусловливается какимъ либо естественнымъ закономъ.

Теряясь въ догадкахъ на счетъ этого непонятнаго для нихъ явленія, строители насоса обратились съ этимъ вопросомъ къ Галилею, который въ то время слылъ первымъ естествоиспытателемъ (1). Иные говорятъ, что этотъ великій

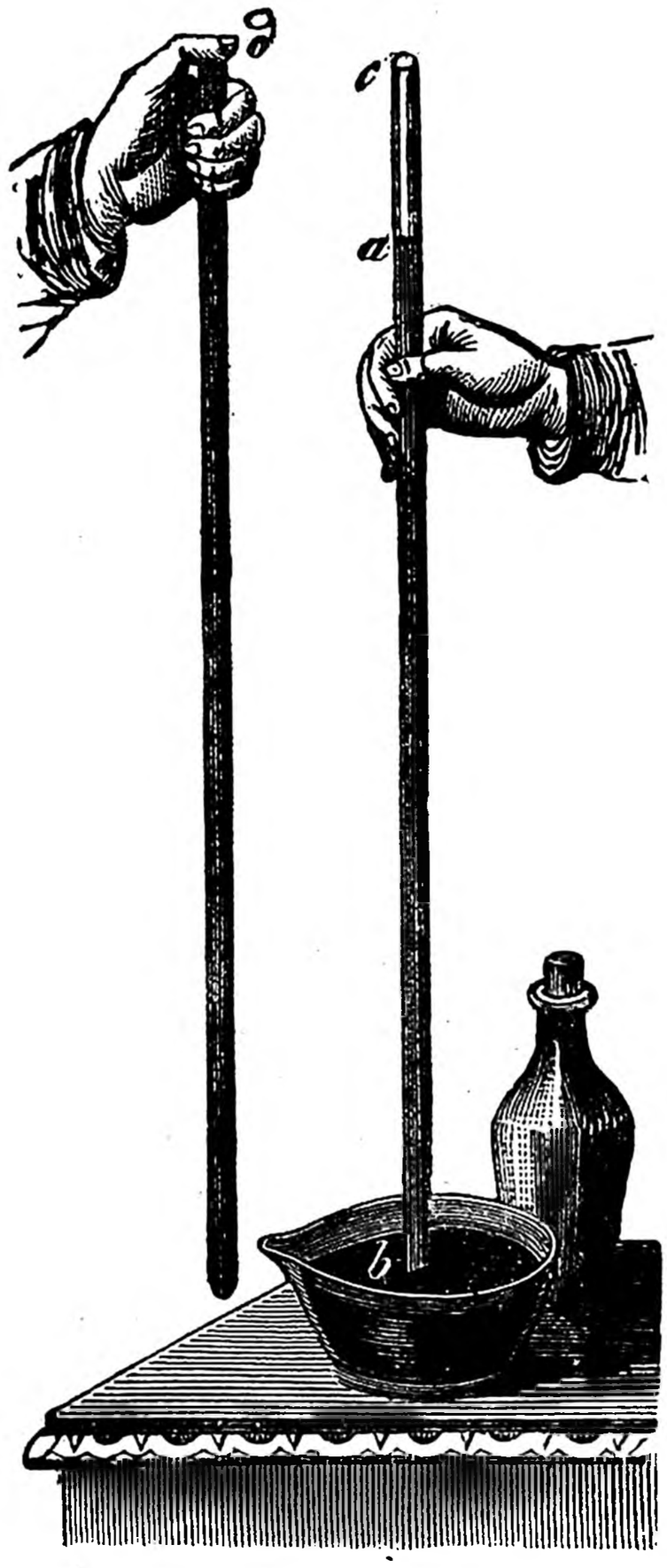
---

(1) Галилео Галилей родился 18-го февраля 1564 г. и извѣстенъ преимущественно по открытію имъ законовъ движенія маятника.

мужъ уже догадывался въ чемъ именно заключается причина этого явленія; другіе же, напротивъ того, утверждаютъ, что Галилей еще не могъ объяснить его, и уклончиво отвѣчалъ, что природа боится пустаго пространства только до извѣстной высоты. Но какъ бы то ни было, одинъ изъ знаменитѣйшихъ учениковъ его, по имени Торичелли, первый на дѣлѣ доказалъ, что причина этого явленія заключается въ давленіи воздуха, произведя въ 1643 или 1644 г. слѣдующій опытъ: Онъ взялъ запаянную на одномъ концѣ стеклянную трубку и наполнилъ ее ртутью, затѣмъ, закрывъ свободный конецъ пальцемъ (*d* рис. 32), опрокинулъ трубку и вмѣстѣ съ пальцемъ опустилъ въ чашку, также наполненную ртутью. Послѣ этого онъ отнялъ палецъ. Каждый разъ, когда онъ приводилъ трубку въ отвѣсное положеніе, содержавшаяся въ ней ртуть нѣсколько опускалась, но останавливалась постоянно на извѣстной точкѣ, въ *a*, т. е. на высотѣ тридцати дюймовъ отъ поверхности ртути *b* [illegible] ся въ чашкѣ, — совершенно независимо [illegible] лялъ ли онъ для опыта трубку въ три или пять фу[illegible] длины. Верхній конецъ этой трубки (отъ *a* до *c*) былъ пустъ, безвоздушенъ, такъ какъ нижній, незапаянный конецъ трубки находился подъ поверхностью ртути, заключавшейся въ чашкѣ, и слѣдовательно воздухъ никакимъ образомъ не могъ проникнуть въ трубку. Это безводушное пространство до сихъ поръ еще называется торичелліевою пустотою, которою опровергалось прежнее убѣжденіе ученыхъ, будто въ природѣ никогда не можетъ быть пустаго пространства (horror vacui).

Такъ какъ ртутный столбъ никогда не опускался ниже 30 дюймовъ, то Торичелли изъ этого заключилъ, что на

Рис. 32.



Торичелліевый опытъ.

этой высотѣ его удерживаетъ внѣшняя причина, а именно воздухъ, который своимъ давленіемъ на поверхность ртути, содержащейся въ чашкѣ, уравновѣшиваетъ давленіе, производимое тяжестью ртутнаго столба трубки; а такъ какъ это равновѣсіе устанавливается всегда только въ то мгнове-

ніе, когда ртуть опустится въ трубкѣ до высоты 30 дюймовъ, то Торичелли изъ этого и заключилъ, что давленіе атмосфернаго воздуха равняется давленію ртутнаго столба въ 30 дюймовъ вышиною. Слѣдовательно, если въ трубкѣ будетъ заключаться жидкость, которая легче ртути, то для уравновѣшиванія давленія, производимаго внѣшнимъ воздухомъ, нуженъ будетъ болѣе высокій столбъ. Такъ напр. если наполнить трубку водою, которая, какъ извѣстно въ $13^{6}/_{10}$ легче ртути, то для уравновѣшиванія давленія воздуха она должна будетъ образовать столбъ въ $13^{6}/_{10}$ разъ выше ртутнаго столба, т. е. $13^{6}/_{10} \times 30 = 408$ дюймовъ или 34 фута. — Теперь понятно, почему вода въ насосѣ никогда не подымается выше 34 футовъ: потому что болѣе высокій столбъ тяжелѣе давленія внѣшняго воздуха и слѣдовательно необходимо долженъ опуститься внизъ, такъ какъ давленіе воздуха не можетъ уравновѣшивать его.

Эти опыты произвели въ ученомъ сословіи много шума и въ особенности заинтересовался этимъ вопросомъ [illegible] ный французскій математикъ Паскаль, который въ 1648 году дѣлалъ въ большихъ размѣрахъ длинный рядъ опытовъ надъ жидкостями разнаго удѣльнаго вѣса—виномъ, масломъ и т. д. Всѣ его опыты, самымъ убѣдительнымъ образомъ подтвердили выводы Торичелли. Опыты эти были напечатаны въ 1667 г. въ сочиненіи подъ заглавіемъ „О равновѣсіи жидкостей и давленіи воздуха.“

Изъ всего этого мы должны заключить, что воздухъ, подобно всѣмъ другимъ тѣламъ, имѣетъ тяжесть, которая давитъ на всѣ точки поверхности земнаго шара. Но живя въ атмосферномъ воздухѣ, мы не чувствуемъ его давленія, по-

добно тому какъ рыбы не чувствуютъ давленія воды, въ которой онѣ плаваютъ (1).

Подобно тому какъ въ сосудѣ, наполненномъ водою, дно его подвергается болѣе сильному давленію, чѣмъ какая нибудь точка въ срединѣ сосуда, на которую давитъ только половина массы воды, такъ и атмосферный воздухъ давитъ на вершины горъ съ меньшею силою, чѣмъ на глубоколежащія долины, потому что въ послѣднемъ случаѣ столбъ или масса воздуха гораздо значительнѣе, а слѣдовательно и тяжелѣе. Давленіе это въ низменныхъ мѣстностяхъ сильнѣе также потому, что нижніе слои воздуха, вслѣдствіе давленія на нихъ вышележащихъ слоевъ, плотнѣе верхнихъ, которые, благодаря стремленію воздуха расширяться все болѣе и болѣе, бываютъ тѣмъ рѣже, чѣмъ выше они лежатъ отъ поверхности земли. Тоже самое бываетъ съ рыхлыми предметами, напр. съ грудою шерсти, въ которой нижніе слои, вслѣдствіе давленія на нихъ верхнихъ, дѣлаются плотнѣе, между тѣмъ какъ послѣдніе остаются рыхлыми и слѣдовательно менѣе тяжеловѣсными.

До какой высоты подымается атмосферный воздухъ, окружающій земной шаръ, опредѣлить невозможно, потому что воздухъ, все болѣе и болѣе расширяясь, долженъ подыматься вверхъ въ безпрепятственномъ пространствѣ до неопредѣленныхъ предѣловъ, хотя и въ чрезвычайно разрѣженномъ состояніи. Однако, основываясь на разныхъ наблюденіяхъ и тщательныхъ вычисленіяхъ, естествоиспытатели полагаютъ, что атмосферный воздухъ образуетъ слой отъ десяти до двѣнадцати миль.

---

(1) Причину тому мы объяспимъ ниже.

Зная, что давленіе воздуха равняется ртутному столбу въ 30 дюймовъ или водяному столбу въ 34 фута вышиною, мы можемъ вычислять давленіе воздуха на извѣстное пространство:

Ртутный столбъ, имѣющій 30 дюймовъ въ вышину и одинъ квадратный дюймъ въ поперечникѣ вѣситъ около 16 фунтовъ (1); столько же вѣситъ и водяной столбъ въ 34 фута вышиною при равномъ поперечникѣ. А такъ какъ воздухъ всею своею вышиною (начиная отъ крайнихъ его предѣловъ до поверхности земли) уравновѣшиваетъ столбъ ртути или воды означенныхъ высотъ, то воздушный столбъ, имѣющій въ поперечникѣ одинъ квадратный дюймъ, также долженъ имѣть 16 фунтовъ вѣса. Слѣдовательно на каждый квадратный дюймъ поверхности земли воздухъ производитъ давленіе, равное 16-и фунтамъ вѣса, а на квадратный футъ, равняющійся 144 дюймамъ — давленіе, равное въ 144×16, т. е. 2304 фунтамъ (2). Тяжесть или давленіе воздуха на каждую квадратную миль будетъ равняться около 13500 милліонамъ

---

(1) Для удобнаго вычисленія мы приняли круглую цифру; вѣрнѣе $16^1/_3$.

(2) Давленіе газовъ въ $16^1/_3$ фунтовъ на одинъ крадратный дюймъ называется *давленіемъ одной атмосферы;* подъ давленіемъ двухъ, трехъ, четырехъ и т. д. атмосферъ разумѣютъ давленіе, равное 2, 3, 4 разъ взятому числу $16^1/_3$ на квадратный дюймъ. Если напр. говорятъ, что давленіе газа заключеннаго въ какомъ нибудь сосудѣ, равняется давленію шести атмосферъ, то это значитъ, что онъ, вслѣдствіе расширенія своего, оказываетъ на каждый квадратный дюймъ стѣнки сосуда давленіе, равное $16^1/_3$ фунтамъ шесть разъ взятымъ, т. е. 98 фунтамъ.

центнеровъ, а вѣсъ всей массы воздуха, окружающаго земной шаръ—124,741′′755,000′000,000 центнерамъ.

Судя по давленію атмосферы на одинъ квадратный дюймъ, которое, какъ мы видѣли, равно 16 1/3 фунт., можно заключить, что сумма всѣхъ давленій, претерпѣваемыхъ нашимъ тѣломъ, должна быть очень значительна. И оно такъ и есть на самомъ дѣлѣ. Чтобы вычислить это давленіе, достаточно знать, что у человѣка средняго роста и средней толщины, вся поверхность тѣла равняется почти 16 квадратнымъ фут.; слѣдовательно давленіе, претерпѣваемое имъ, равняется 864 пудамъ (1).

Но если давленіе атмосферы на наше тѣло дѣйствительно такъ велико, то отчего же мы его не чувствуемъ? Отчего оно не раздавливаетъ насъ? Чтобы объяснить, какимъ образомъ мы противодѣйствуемъ этому давленію, замѣтимъ сперва, что атмосферный воздухъ давитъ во всѣ стороны одинаково. оручіеніе это производится на насъ и сверху, и снизу, съ авленъ, спереди и сзади; слѣдовательно оно противодѣйствуетъ ій ъ себѣ; словомъ, мы находимся въ воздухѣ точно также, какъ ныряющій человѣкъ въ водѣ: воздухъ давитъ насъ съ одной стороны, но въ то же время поддерживаетъ давленіемъ съ другой. Этимъ объясняется, почему мы не чувствуемъ атмосфернаго давленія въ одной части нашего тѣла больше,

---

(1) Квадратный футъ равняется 144 квадратнымъ дюймамъ, слѣдовательно поверхность тѣла равна 16×144=2304 кв. дюймамъ; а такъ какъ на каждый кв. дюймъ воздухъ давитъ тяжестью въ 16 фунтовъ (круглымъ числомъ), то на все тѣло онъ давитъ 2304×16=36864 фунтами или приблизительно 922 пудами.

чѣмъ въ другой, и почему, неся на себѣ такую громадную тяжесть, мы даже не замѣчаемъ ея. Но это еще не доказываетъ, почему насъ не раздавливаютъ эти съ противоположныхъ сторонъ дѣйствующія давленія, между которыми мы постоянно находимся какъ въ тискахъ.—Если мы противодѣйствуемъ этимъ давленіямъ, то это происходитъ отъ внутренней нашей силы, которая постоянно уравновѣшиваетъ ихъ; сила эта—упругость извѣстной массы газовъ и воздуха, заключающихся въ крови, въ клѣтчаткѣ, словомъ, во всѣхъ нашихъ органахъ. Газы эти, правда, сжимаются тяжестію атмосферы, но тѣмъ не менѣе сильно противодѣйствуютъ ей своею упругостію, такъ что тѣло наше въ этомъ случаѣ походитъ на бокалъ или на стклянку, наполненную воздухомъ. Стѣнки такой стклянки также претерпѣваютъ давленіе извнѣ внутрь отъ тяжести атмосферы, но не смотря на свою тонкость и хрупкость выдерживаютъ его; потому что воздухъ, содержащійся въ сосудѣ, вслѣдствіе своей упругости, давитъ на нихъ снутри и притомъ съ силою, равною той, которою давитъ на нихъ снаружи.

Что въ тканяхъ нашего тѣла дѣйствительно находятся газы и воздухъ и что они сжимаются давленіемъ атмосферы, въ томъ легко убѣдиться слѣдующимъ опытомъ: Берутъ толстую и открытую съ обоихъ концовъ стеклянную банку, съ толстыми краями, чтобы не порѣзать рукъ въ случаѣ, если бы она лопнула, ставятъ ее на тарелку воздушнаго насоса и верхнее отверстіе ея плотно закрываютъ ладонью. Пока въ банкѣ будетъ находиться воздухъ, рука не будетъ ощущать никакого давленія; но когда вытянемъ изъ нея воздухъ, атмосфера съ такою силою начнетъ давить на руку, что ее не иначе какъ съ трудомъ можно будетъ оторвать отъ банки,

потому что въ ней нѣтъ воздуха, который могъ бы противодѣйствовать давленію на руку воздуха извнѣ. Кромѣ того, такъ какъ сила упругости газовъ, содержащихся въ тканяхъ тѣла, не будетъ уравновѣшиваться давленіемъ воздуха снутри банки, то мы увидимъ, что ладонь руки сильно вздуется, и даже кровь начнетъ просачиваться сквозь ея скважины.

Судя по этому опыту можно бы было думать, что, положивъ руки на какое нибудь тѣло, мы не въ состояніи ее поднять снова, по причинѣ давленія, производимаго на нее сверху. Однако этого не бываетъ; между рукою и тѣломъ, на которомъ она лежитъ, находится, правда очень тонкій слой воздуха, но тѣмъ не менѣе достаточный для того, чтобы упругостію своею уравновѣсить атмосферное давленіе; потому, подымая руку, мы не чувствуемъ ни малѣйшаго сопротивленія (1).

Чтобы повѣрить собственные опыты Паскаль въ 1647 году поручилъ своему родственнику Перье дѣлать наблюденія надъ давленіемъ атмосфернаго воздуха, посредствомъ торичелліевой трубки, на горѣ Пюи-де-Домъ, лежащей близъ Клермона въ Оверньи и имѣющей слишкомъ 4500 футовъ въ вышину. Перье, однакожъ, не могъ приступить къ этимъ наблюденіямъ раньше сентября 1648 года. Въ день опыта

---

(1) Банки, употребляемыя въ медицинѣ, составляютъ приложеніе дѣйствія атмосфернаго давленія на человѣческое тѣло и упругости содержащихся въ немъ газовъ, а именно воздуха, углекислоты, кислорода и отчасти азота. Накладывая банки, мы вытягиваемъ изъ нихъ воздухъ, и потому онѣ удерживаются на тѣлѣ давленіемъ внѣшняго воздуха, а кожа вздувается отъ давленія на нее газовъ и крови снутри тѣла.

онъ, посредствомъ двухъ торичелліевыхъ трубокъ разной величины, сперва измѣрилъ давленіе воздуха въ саду францисканскаго монастыря, и нашелъ, что въ обѣихъ трубкахъ высота ртутнаго столба равнялась 26 дюймамъ и 3½ линіямъ. Затѣмъ онъ одну изъ этихъ трубокъ оставилъ въ саду, а съ другою поднялся на вершину горы Пюи-де-Домъ; но тамъ ртуть тотчасъ же опустилась, такъ что высота столба равнялась уже только 23 дюймамъ и 2 линіямъ. Спускаясь съ горы, онъ на извѣстномъ разстояніи между вершиною ея и монастырскимъ садомъ остановился, чтобы опять посмотрѣть на высоту ртутнаго столба, и нашелъ, что она равнялась 25 дюймамъ. Дошедши до того мѣста, гдѣ въ саду оставалась одна изъ торичелліевыхъ трубокъ, онъ нашелъ, что ртутный столбъ ея сохранялъ первоначальную высоту, а именно 26 дюймовъ и 3½ линіи, а въ другой трубкѣ, которую онъ бралъ на гору, ртутный столбъ также поднялся опять на ту же высоту.

Всѣ эти наблюденія самымъ убѣдительнымъ образомъ подтвердили выводы Торичелли и Паскаля, что давленіе воздуха измѣняется съ высотою мѣстности.

Продолжая свои наблюденія, Перье замѣтилъ, что уменьшеніе высоты ртутнаго столба на различныхъ высотахъ совершается съ такою правильностью, что его можно даже опредѣлить математическими вычисленіями. Въ послѣдствіи онъ дѣйствительно составилъ таблицу для вычисленія высоты ртутнаго столба на разныхъ высотахъ отъ поверхности земли. Этими выводами Перье оказалъ большую услугу физической географіи, потому что до этого времени опредѣленіе высоты мѣстностей въ отношеніи къ уровню моря удавалось только съ трудомъ посредствомъ очень сложныхъ тригонометрическихъ

выкладокъ. Теперь же съ помощью торичелліевой трубки легко было опредѣлить высоту любой мѣстности, соображаясь съ длиною ртутнаго столба. Польза этой трубки была очевидна, такъ какъ она сдѣлалась очень важною для физической географіи, геологіи и вообще для всѣхъ отраслей зелевѣденія.

Такимъ образомъ торичелліева трубка служила первымъ *барометромъ* (1). Но не говоря уже о неудобствахъ, съ которыми сопряжена ея переноска, она кромѣ того оказывается недостаточною въ такихъ случаяхъ, гдѣ требуется очень точное опредѣленіе. Такъ напр. торичелліева пустота (см. стр. 66) не совершенно безвоздушна, потому что при наполненіи трубки ртутью, изъ нея выгоняется не весь воздухъ; между стѣнкою и металломъ остается слой воздуха, хотя очень тонкій, который при опрокидываніи трубки подымается въ пустоту и затѣмъ своею тяжестью давитъ на ртутный столбъ. Слѣдовательно внѣшній воздухъ уравновѣшивается не одною тяжестью ртути, но и давленіемъ неболѣшаго количества воздуха, оставшагося въ пустомъ концѣ трубки; другими словами ртутный столбъ ниже, чѣмъ слѣдовалъ быть. По этому, чтобы устранить это вліяніе трубку нужно передъ опытомъ хорошо прокаливать, чтобы совершенно выгнать изъ нея остатокъ воздуха, и затѣмъ тотчасъ же опустить ее въ чашку съ ртутью. Кромѣ того нужно также принять въ расчетъ

---

(1) Барометромъ называется снарядъ, посредствомъ котораго измѣряютъ давленіе атмосфернаго воздуха, какъ это показываетъ и самое названіе его, происходящее отъ двухъ греческихъ словъ (*барос*, тяжесть, и *метронъ*, мѣра, измѣритель).

вліяніе температуры, такъ какъ ртуть при высшей температурѣ легче, чѣмъ при низшей и потому въ первомъ случаѣ будетъ стоять выше въ трубкѣ, хотя давленіе атмосфернаго воздуха остается одно и тоже. Влажность воздуха и упругость содержащихся въ немъ паровъ также имѣютъ вліяніе на силу давленія атмосферы. Хотя наукѣ удалось высчитать и опредѣлить предѣлы этихъ вліяній, тѣмъ не менѣе для устраненій всѣхъ затрудненій и неудобствъ физики рано уже начали думать объ усовершенствованіи торичелліева барометра и стараться дать ему такое устройство, чтобы всякій, не умѣющій дѣлать всѣхъ указанныхъ сложныхъ вычисленій, могъ удобно воспользоваться имъ для опредѣленія атмосфернаго давленія.

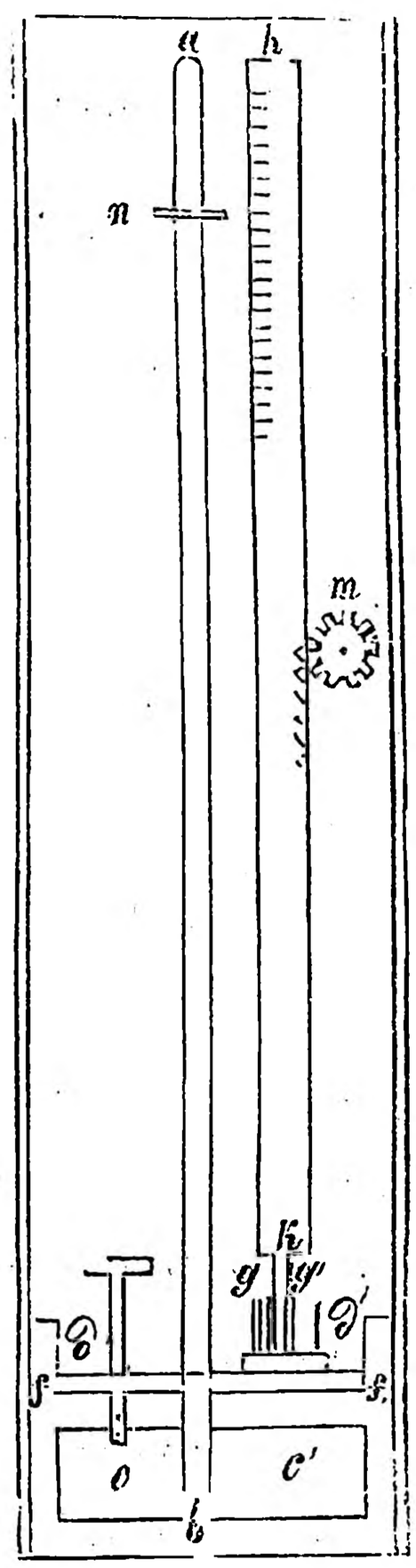
Такихъ усовершенствованныхъ приборовъ теперь очень много, но всѣ они могутъ быть подведены подъ два главные разряда: *барометры съ чашечкою* и *барометры сифонные* (1).

Мы здѣсь не будемъ распространяться обо всѣхъ этихъ приборахъ, а опишемъ подробнѣе только одинъ изъ нихъ, а именно *переносный барометръ Паррота*, который у насъ въ Россіи наиболѣе въ употребленіи и который отличается болѣе простымъ устройствомъ въ сравненіи съ другими барометрами. Онъ состоитъ (какъ показано на рисункѣ 33) изъ стеклянной трубки *ab*, имѣющей нѣсколько болѣе 30 дюймовъ длины и около четырехъ линій во вну-

---

(1) Есть еще такъ называемые *баромстры со стрѣлкою;* но они большею частью служатъ только для показанія хорошей или дурной погоды.

Рис. 33.



Барометръ.

треннемъ діаметрѣ; трубка наполнена, но не до самой верхушки ея, ртутью, сверху закрыта, и своимъ нижнимъ открытымъ концомъ проходитъ въ закрытый и ртутью наполненный сосудъ cc'. Въ крышкѣ этого сосуда, кромѣ срединнаго отверстія, черезъ которое проходитъ барометрическая трубка, находится еще боковое (на лѣвой сторонѣ) въ которое вставлена коротенькая и открытая съ обѣихъ сторонъ металлическая трубка, соединяющая сосудъ съ находящейся надъ нимъ чашечкою dd'. Трубочку эту, смотря по надобности, можно плотно затыкать металлическимъ штифтикомъ. На днѣ чашечки dd' также находится ртуть, которая соединяется съ ртутью, наполняющею нижній сосудъ cc', а такъ какъ чашечка не закрыта, то поверхность ff' содержащейся въ ней ртути находится подъ свободнымъ вліяніемъ атмосфернаго давленія. Это давленіе передается, черезъ металлическую трубочку, ртути нижняго сосуда, которая въ свою очередь давитъ ртутный столбъ, заключающійся въ стеклянной трубкѣ ab. Такимъ образомъ когда давленіе воздуха сильнѣе, то ртутный столбъ подымается въ трубкѣ, а когда давленіе слабѣе онъ понижается въ ней. Для того, чтобы измѣрить это давленіе воздуха, съ правой стороны барометрической трубки придѣлана подвижная линейка hk или такъ называемая шкала, раздѣленная на линіи, которыя считаются отъ поверхности ртути въ чашечкѣ. А для того, чтобы можно было дѣлать точныя измѣренія высоты ртутнаго столба, необхо-

димо, чтобы начало или нуль дѣленій совершенно совпадалъ съ наружною поверхностью ртути въ чашечкѣ *dd'*, потому что высота ртутнаго столба, равняющаяся давленію внѣшняго воздуха, должна считаться отъ этой поверхности. Это достигается слѣдующимъ образомъ: устраиваютъ поплавокъ *gg* изъ слоновой кости, имѣющій видъ полуцилиндра, прикрѣпленнаго своимъ основаніемъ къ пластинкѣ, и въ срединѣ открытой его стороны дѣлаютъ горизонтальный рубецъ; по легкости своей поплавокъ этотъ будетъ плавать на поверхности *ff* и погружаться въ ртуть весьма мало. Кромѣ того къ подвижной шкалѣ прикрѣпляютъ внизу сплошной цилиндръ (также изъ слоновой кости), который можетъ свободно входить въ полость полуцилиндрическаго поплавка и на нижней части котораго также обозначена горизонтальная кольцеобразная линія. Посредствомъ зубчатаго колеса *m* шкалу всегда можно опустить или приподнять на столько, чтобы кольцеобразная линія на цилиндрѣ совпадала съ горизонтальнымъ рубцомъ поплавка, а при такомъ совпаденіи, начало или нуль дѣленій будетъ соотвѣтствовать поверхности ртути въ чашечкѣ.—Если по окончаніи наблюденія хотятъ перенести барометръ на другое мѣсто, то сперва наклоняютъ его изъ вертикальнаго положенія въ лѣвую сторону, чтобы ртуть наполнила трубку *ab* до самой верхушки ея; тогда вся ртуть, находящаяся въ чашечкѣ *dd'*, нерейдетъ въ нижній сосудъ *cc'* черезъ металлическую трубку, и послѣднюю можно будетъ заткнуть штифтикомъ. Послѣ этого весь приборъ поворачиваютъ концомъ *a* внизъ и въ такомъ положеніи переносятъ куда угодно.

Чтобы барометръ давалъ вѣрныя показанія, необходимо, чтобы верхняя часть трубки, въ которой нѣтъ ртути, не

заключала въ себѣ ни воздуха, ни влажности. Дѣйствительно, если въ трубкѣ останется нѣсколько воздуха, то онъ по причинѣ своей упругости будетъ давить на ртутный столбъ и слѣдовательно препятствовать ему имѣть ту высоту, какую онъ долженъ былъ бы имѣть для показанія давленія атмосферы. Тоже самое произойдетъ, если трубка будетъ заключать въ себѣ влажность, потому что отъ влажности образуются пары, а пары, какъ извѣстно расширяются, слѣдовательно также не мало содѣйствуютъ къ пониженію ртутнаго столба.

Когда слѣдятъ за высотой ртутнаго столба въ барометрѣ, то замѣчаютъ, что высота эта безпрерывно измѣняется, не только ежедневно, но даже въ продолженіе одного и того же дня. Измѣненія ея увеличиваются по мѣрѣ приближенія къ полюсамъ, а напротивъ того, уменьшаются съ приближеніемъ къ экватору. Такъ какъ высота барометра можетъ измѣняться им[illegible]е каждый часъ (подъ вліяніемъ температуры и влажно-роб[illegible] то *среднею суточною высотою* называется та, [illegible]ая получается, если сумму 24 высотъ, наблюдаемыхъ послѣдовательно каждый часъ въ теченіе цѣлаго дня и ночи, раздѣлить на 24. Точно также сумма всѣхъ среднихъ суточныхъ высотъ, получаемыхъ въ теченіе года, раздѣленная на 365, называется *среднею годовою высотою* барометра, которая у насъ въ Петербургѣ равняется 30 дюймамъ. Въ Парижѣ эта средняя высота барометра нѣсколько меньше, что объясняется тѣмъ, что Парижъ лежитъ 34 метрами выше уровня моря, а слѣдовательно и давленіе атмосферы тамъ должно быть меньше.

Видя постоянное измѣненіе барометра въ извѣстныхъ предѣлахъ, нужно заключить, что такимъ же измѣненіямъ под-

вержена и тяжесть атмосферы. Когда высота ртутнаго столба увеличивается, т. е. когда, какъ обыкновенно говорятъ, барометръ *подымается*, то это значитъ, что вѣсъ атмосферы увеличивается; когда же ртуть понижается, то это доказываетъ, что вѣсъ атмосферы уменьшается. Но такъ какъ масса воздуха, окружающая нашъ земной шаръ, остается постоянною, то изъ этого слѣдуетъ, что не вся атмосфера измѣняется въ своемъ вѣсѣ, а только часть ея, и притомъ такъ, что въ одномъ мѣстѣ она становится тяжелѣе, а въ другомъ легче: это и показываетъ намъ барометръ; потому что когда онъ въ одномъ мѣстѣ повышается, то на другомъ, болѣе или менѣе отдаленномъ, онъ опускается. — Эти мѣстныя измѣненія вѣса массы воздуха происходятъ всегда отъ измѣненій температуры въ воздухѣ; потому что, когда одна часть атмосферы нагрѣвается болѣе сосѣдпихъ частей, то воздухъ расширяется, дѣлается легче, а слѣдовательно подымается кверху и распространяется надъ сосѣдними странами; если же сфера охлаждается на извѣстномъ пространствѣ земл воздухъ постепенно начинаетъ сжиматься, и вѣсъ его, в ствіе притока новой массы разрѣженнаго воздуха сосѣднихъ мѣстъ, необходимо долженъ увеличиться.—Замѣчено, что неправильныя измѣненія барометра находятся въ тѣсной связи съ направленіемъ вѣтровъ; такъ напр. въ Европѣ, при сѣверовосточномъ вѣтрѣ барометръ достигаетъ наибольшей высоты, а при югозападномъ наименьшей.

Воздушный шаръ и воздухоплаваніе.

Лирическіе поэты новыхъ временъ, а вмѣстѣ съ ними и всѣ влюбленные сплошъ и рядомъ восклицаютъ: „отчего я не птица!“ или „еслибъ я могъ летать какъ птица!“ У древнихъ подобныя желанія никогда не проявлялись, и не мудрено: они были далеко не такъ сентиментальны, чтобы могли тѣшить себя разными несбыточными мечтами, а потому имъ и въ голову не приходило желать соперничать съ воробьями или ласточками. Кромѣ того у нихъ и общественный бытъ, и занятія были вовсе не такого рода, чтобы имъ непремѣнно нужно было придумывать особенныя средства сообщенія.

Послѣ всего сказаннаго понятно, что первые серьезныя попытки къ воздухоплаванію относятся къ новому времени; но изъ всѣхъ націй наибольшую славу въ этомъ отношеніи стяжали себѣ французы, которые съ особеннымъ рвеніемъ принялись за это важное открытіе и дѣйствительно довели его до большаго совершенства.

Летательная машина.

Первые люди, которымъ вздумалось подражать птицамъ, полагали, что для осуществленія своей идеи имъ непремѣнно надо прибѣгнуть къ тому же самому способу, который нѣкогда употребляли строители воздушныхъ кораблей, а именно придать своему снаряду форму птицы, точно также, какъ тѣ устроивали свои суда наподобіе рыбы; а для того, чтобы сдѣлать сходство еще болѣе разительнымъ, они снабдили его крыльями изъ настоящихъ перьевъ. Другіе были того мнѣнія, что человѣкъ по устройству своему болѣе сроденъ съ летучею мышью, чѣмъ съ орломъ, и на этомъ основаніи употребляли въ своихъ снарядахъ не перья, а перепонку изъ тонкой, плотной матеріи. Однако какъ тѣ, такъ и другіе вскорѣ должны были убѣдиться, что придуманные ими снаряды далеко не соотвѣтствуютъ своему назначенію, такъ какъ человѣкъ съ ихъ помощію не можетъ подниматься вверхъ, а еще менѣе держаться на воздухѣ, который какъ рѣдкая стихія оказываетъ ихъ движеніямъ только самое ничтожное сопротивленіе. Не менѣе безполезными оказывались на практикѣ и всѣ другія летательныя машины, которыя были изобрѣтаемы лицами разныхъ сословій, преимущественно же изъ портныхъ, адвокатскихъ писцовъ и плохихъ механиковъ, и о которыхъ по этому не стоитъ распространяться. Но въ 1786 г. обратилъ на себя всеобщее вниманіе какой-то слесарь *Бенье* (Besnier), уроженецъ города Сабле во Франціи. Онъ придумалъ совершенно другаго рода летательную машину, со-

стоявшую изъ двухъ длинныхъ шестовъ, которые по срединѣ соединялись двумя поперечными перекладинами и которые прикрѣплялись къ обоимъ плечамъ, подобно носилкамъ. Къ концамъ этихъ обоихъ шестовъ были придѣланы крылья (рис. 34), которыя спереди приводились въ движеніе руками, а сзади ногами, но такъ, что постоянно въ одно и тоже время подымалось или опускалось изъ переднихъ

Рис. 34.



Летательный снарядъ Бенье.

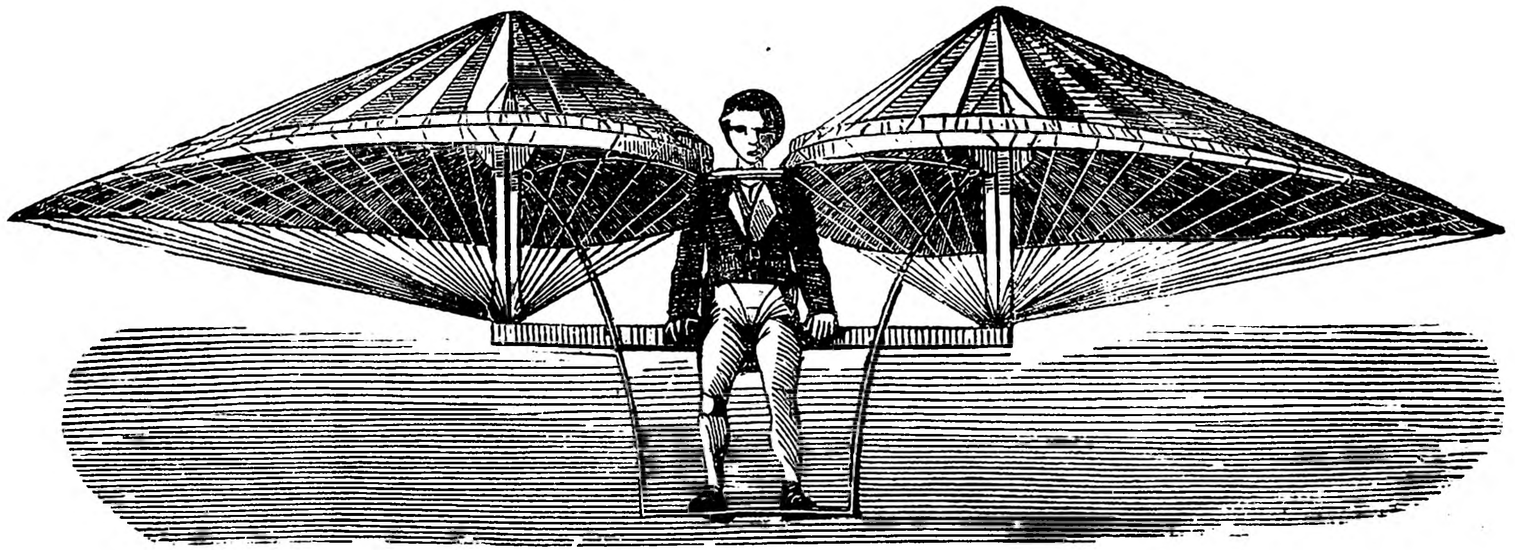
правое, а изъ заднихъ лѣвое крыло. Однако съ помощію этой машины Бенье, говорятъ, могъ только спускаться съ высоты и то не иначе, какъ въ косвенномъ направленіи; подниматься же вверхъ ему не удавалось. Послѣ нѣсколькихъ удачныхъ опытовъ, при незначительной высотѣ, онъ

началъ спускаться и съ болѣе возвышенныхъ мѣстъ. Увѣряютъ, что онъ такимъ образомъ перелеталъ совершенно благополучно даже чрезъ рѣки; по крайней мѣрѣ нигдѣ не упоминается о его гибели.

Въ 1808 г. или 1809 г., т. е. въ новѣйшее время, много заставлялъ говорить о себѣ какой-то *Дегенъ*, часовыхъ дѣлъ мастеръ изъ Вѣны, слѣдовательно человѣкъ, въ которомъ должно предполагать достаточныя свѣденія въ механикѣ. Сколько намъ извѣстно, то Дегенъ леталъ съ своей машиной (рис. 35) только въ манежѣ, и то не совсѣмъ свободно, а какъ то съ помощію лѣстницы изъ шестовъ, которую при этомъ таскали по манежу взадъ и впередъ. Дегену хотѣлось похвастать своимъ искуствомъ передъ французами, и съ этою цѣлію отправился даже въ Парижъ; однако опытъ его на общественной площади не удался; и онъ, засыпанный насмѣшками публики, долженъ былъ возвратиться во свояси. Впрочемъ въ Парижѣ онъ хотѣлъ летать не какъ птица, а просто съ помощію управляемаго шара. Придуманная имъ машина представляла смѣсь шара съ воздушнымъ змѣемъ.

Что человѣкъ обладаетъ далеко не такими сильными мышцами, чтобы онъ могъ ими хотя на короткое время преодолѣть тяжесть своего тѣла и подняться на воздухъ,—въ этомъ теперь, конечно, уже никто больше не сомнѣвается. Но такъ какъ всѣ опыты, которые производились надъ разными летательными машинами, приводили изобрѣтателей ихъ къ тому же убѣжденію, то люди, желавшіе подражать птицамъ, уже давно начали изыскивать другія средства для достиженія своей цѣли и между прочимъ прибѣгали также къ содѣйствію разныхъ силъ природы, о сущности и образѣ дѣй-

Рис. 35.



Летательная машина Дегена.

ствія которыхъ они имѣли только самыя смутныя представленія. Имъ казалось, что съ помощію электричества и магнетизма они непремѣнно достигнутъ желаемой цѣли; и чѣмъ сложнѣе и непонятнѣе были приготовительные снаряды, тѣмъ больше на нихъ возлагали надежды. Въ 1680 г. іезуитъ Лана предлагалъ устроить летучую ладью, которая по его мнѣнію должна подняться на воздухъ, если къ ней прицѣпить четыре большіе шара (приготовленные изъ самыхъ тончайшихъ листовъ мѣди) и если изъ послѣднихъ предварительно извлечь воздухъ посредствомъ воздушнаго насоса. Хотя главное начало, которымъ іезуитъ руководствовался при устройствѣ этого снаряда, не совсѣмъ лишено основанія, потому что всякое тѣло дѣйствительно только въ такомъ случаѣ можетъ подняться на воздухъ, если оно легче послѣдняго; но тѣмъ не менѣе невѣрное примѣненіе этого начала доказываетъ, что Лана имѣлъ самое превратное понятіе о давленіи воздуха. Оттого результаты періудо Даже опыта, произведеннаго надъ его машиной, далеко не соотвѣтствовали его ожиданіямъ.

Исторія воздушнаго шара.

Въ 1736 г. какой-то португальскій физикъ, по имени *донъ Гусманъ*, въ присутствіи короля Іоанна V, поднялся на воздухъ въ легкой деревянной плетушкѣ, которая снаружи была оклеена бумагою, и подъ отверстіемъ которой, внизу,

горѣлъ огонь. Но хрупкій снарядъ его какъ то ударился о карнизъ королевскаго дворца и при этомъ получилъ маленькое поврежденіе; потому онъ тотчасъ же опустился внизъ, но къ счастію довольно тихо, такъ что смѣлый воздухоплаватель остался цѣлъ и невредимъ. Спустя нѣсколько дней онъ хотѣлъ повторить свой опытъ, однако инквизиція не допустила до этого: она заключила его въ темницу „яко чародѣя“ и только могучее слово короля Іоанна спасло его отъ костра.

Въ парижскомъ архивѣ хранится донесеніе французскаго миссіонера Вассу, которое написано въ 1694 г. (т. е. въ то время, когда въ Европѣ не было еще и помину о воздушныхъ шарахъ), и изъ котораго видно, что китайцы въ этомъ отношеніи далеко опередили европейцевъ, потому что въ Пекинѣ былъ спущенъ воздушный шаръ уже въ 1306 г., а именно во время торжества, бывшаго по случаю восшествія на престолъ императора Фо-Кіена.

Но какъ бы то ни было, а все-таки главными изобрѣтателями воздушныхъ шаровъ, совершенно справедливо считаются французы, а именно оба брата *Монгольфье* (*Mongolfier*), — Жозефъ и Этьенъ, сыновья бумажнаго фабриканта въ маленькомъ городкѣ Аннонэ. Прародители ихъ жили въ городѣ Амберѣ и, какъ ревностные приверженцы реформаціи, также подвергались жестокимъ гоненіямъ, которыя начались съ варѳоломеевской ночи: все ихъ имущество было конфисковано, бумажная фабрика, родовое наслѣдіе, разрушена, а сами они спаслись бѣгствомъ. Однако новая фабрика, которую они потомъ открыли въ Аннонэ, вскорѣ опять пришла въ цвѣтущее состояніе, такъ что въ началѣ XVIII столѣтія монгольфьеровы произведенія пользовались уже большою извѣстностью. Родъ монгольфьеровскій

всегда отличался не только своею предпріимчивостью и дѣятельностью, но и любовью къ наукамъ.

Этьенъ Монгольфье, изъ желанія довершать свое образованіе, отправился въ Парижъ, гдѣ посвятилъ себя архитектурѣ и выказывалъ большія способности къ математикѣ. Когда отецъ вызвалъ его оттуда съ тѣмъ, чтобы поручить ему управленіе фабрикою, онъ принялся за новое для него дѣло съ необыкновеннымъ рвеніемъ и своими изобрѣтеніями и улучшеніями вскорѣ составилъ себѣ довольно громкую извѣстность. Братъ его, *Жозефъ*, отличался не менѣе блистательными способностями; въ занятіяхъ своихъ онъ. правда, не былъ такъ систематиченъ и послѣдователенъ, какъ тотъ, но за то у него было удивительное соображеніе, и онъ почти никогда не затруднялся раскрытіемъ истины или отысканіемъ какого нибудь средства или причины, даже въ такихъ случаяхъ, гдѣ людямъ ученымъ иногда приходилось тратить дорогое время на строгое изслѣдованіе. За что бы онъ ни принимался, все это у него дѣлалось быстро и съ какимъ-то особеннымъ воодушевленіемъ. Что его не привлекало, тому онъ никогда и не учился. Вообще это была одна изъ тѣхъ пылкихъ натуръ и изобрѣтательныхъ умовъ, для которыхъ въ то время было еще очень много пищи. Не слѣдуетъ забывать, что большая часть естественныхъ наукъ, а въ томъ числѣ также физика и химія, тогда только еще начинала свое развитіе, и потому многіе изъ тогдашнихъ опытовъ и предпріятій не должны намъ казаться смѣшными; въ то время многія несообразности вполнѣ соотвѣтствовали понятіямъ ученыхъ, о многомъ не имѣли никакого понятія, а если и имѣли, то весьма ограниченное; слѣдовательно намъ уже никакъ не приходится судить о первыхъ опытахъ братьевъ Монгольфье по ны-

Рис. 36.



Братья Монгольфье.

нѣшнимъ понятіямъ и познаніямъ. Всѣ другія изобрѣтенія, съ которыми связаны имена братьевъ Монгольфье, и изъ которыхъ мы упомянемъ только о гидравлическомъ таранѣ, какъ одномъ изъ самыхъ остроумныхъ, вполнѣ доказываютъ, что эти оба брата всего менѣе могутъ быть причислены къ классу полуобразованныхъ фантазеровъ.

Кому изъ обоихъ братьевъ пришла первая мысль о воздушномъ путешествіи, мы не знаемъ; однако мы едва-ли ошибемся, если припишемъ ее Жозефу, въ пользу котораго говорятъ его живой умъ и пылкая натура. Живя въ гористой странѣ—такъ разсказываетъ одинъ французскій писатель—братья Монгольфье часто имѣли случай видѣть, какъ облака постепенно подымаются вверхъ и парятъ надъ горами. Наблюденія это сперва навели ихъ на мысль произвести облака искуственнымъ образомъ. Сдѣлавъ картузъ изъ самой тоненькой бумаги, они наполнили его водянымъ паромъ и, увидѣли, что тотъ дѣйствительно началъ подниматься. Это духъ; но такъ какъ онъ вскорѣ опять спустился, оду- при слѣдующихъ опытахъ, вмѣсто водянаго пара, начал не треблять дымъ, отъ котораго однакожъ опыты нисколько не дѣлались удачнѣе. Около этого времени Пристлей издалъ новое сочиненіе о различныхъ родахъ воздуха, въ которомъ заключалось множество важныхъ открытій по части неизвѣстныхъ дотолѣ различныхъ газовъ. Братья Монгольфье, которые не замедлили ознакомиться съ этимъ сочиненіемъ, вскорѣ смекнули, что съ помощію легкаго водороднаго газа они всего скорѣе могутъ достигнуть своей цѣли, и съ восторгомъ принялись дѣлать опыты. Однако результаты послѣднихъ далеко не соотвѣтствовали ихъ ожиданіямъ: въ бумажныхъ шарахъ водорододный газъ держался очень не долго, а потому

и не производилъ надлежащаго дѣйствія; къ тому же самое добываніе этого газа въ то время было сопряжено съ большими издержками; наконецъ и свойства его были очень мало извѣстны. Все это побудило братьевъ Монгольфье бросить опыты съ водороднымъ газомъ и приняться опять за паръ, который они на этотъ разъ начали добывать изъ сырой соломы и рубленной шерсти, такъ какъ имъ почему-то казалось, что при горѣніи этихъ веществъ будетъ отдѣляться особенный, *электрическій паръ*, и что отъ дѣйствія его шаръ непремѣнно поднимется на воздухъ. Опытъ этотъ былъ удачнѣе всѣхъ предшествовавшихъ, потому что шаръ ихъ дѣйствительно поднялся, однако отнюдь не вслѣдствіе дѣйствія мнимаго электрическаго пара, какъ это воображали изобрѣтатели, а единственно потому, что шаръ былъ не бумажный, а тафтяной, и слѣдовательно не выпускалъ пара.

Такожъ физики, и особенно Сосюръ, убѣдили ихъ, что они ждались на счетъ электрическаго пара, и доказали имъ, что ихъ подымается на воздухъ единственно потому, что вслѣдствіе сожиганія соломы и шерсти заключающійся въ немъ воздухъ дѣлается легче внѣшняго воздуха. Сосюръ доказалъ имъ это опытомъ: онъ ввелъ въ шаръ до красна раскаленный кусокъ желѣза, отчего заключавшійся въ немъ воздухъ согрѣлся и сдѣлался легче, а потому и шаръ тотчасъ же поднялся на воздухъ, хотя въ этомъ случаѣ объ электрическомъ парѣ не могло быть и рѣчи. Но не смотря на это убѣдительное доказательство, братья Монгольфье не отказались совершенно отъ употребленнаго ими пара, и при слѣдующихъ своихъ опытахъ всегда сожигали еще немного смѣси соломы и шерсти.

Первые публичные опыты свои братья Монгольфье дѣлали 4 іюня 1783 г. въ собственномъ мѣстѣ жительства. Шаръ

былъ сдѣланъ изъ холста и оклеенъ внутри бумагою; онъ имѣлъ 39 футовъ въ поперечникѣ, вѣсилъ 430 фунтовъ и могъ носить тяжесть въ 400 фунтовъ. Въ десять минутъ онъ поднялся на значительную высоту и затѣмъ спустился въ 7200 футахъ отъ того мѣста, гдѣ былъ пущенъ на воздухъ.

Тысячи зрителей съ восторгомъ встрѣтили это новое изобрѣтеніе, а когда объ немъ донесли парижской академіи наукъ, то она тотчасъ нарядила коммиссію для изслѣдованія этого небывалаго явленія. Слухъ о воздушномъ чудѣ вскорѣ распространился по всей Франціи, и парижане непремѣнно хотѣли также наслаждаться этимъ новымъ зрѣлищемъ. Не дожидаясь распоряженій академіи наукъ, они сдѣлали складчину, собрали 10,000 франковъ и поручили изготовленіе воздушнаго шара двумъ искуснымъ механикамъ, братьямъ Робе-рамъ, а управленіе всѣмъ предпріятіемъ Шарлу (Ch[illegible]), профессору физики.

Шарлъ, не зная какимъ газомъ братья Монгольфье н[illegible]няли свой шаръ (потому что послѣдніе держали это въ тайнѣ), рѣшился прибѣгнуть къ водородному газу, такъ какъ онъ въ 14 разъ легче воздуха, и черезъ короткое время изготовленный шаръ уже парилъ на воздухѣ въ мастерской Робера. Ночью 27 августа 1783 года его привязали къ носилкамъ и, въ сопровожденіи факельщиковъ и отряда градской стражи, перенесли на марсово поле. Это ночное шествіе казалось до того таинственнымъ, что простой народъ при видѣ его падалъ на колѣни, воображая, что совершаютъ религіозный обрядъ.

На слѣдующій день въ пять часовъ пополудни пушечный выстрѣлъ возвѣстилъ о полетѣ шара. Шаръ поднимался съ

такою быстротою, что уже въ нѣсколько минутъ очутился надъ облаками; восторженныя восклицанія 200,000 зрителей до тѣхъ поръ сопровождали его, пока онъ не исчезъ въ невидимой высотѣ. Но такъ какъ онъ былъ переполненъ газомъ, то по достиженіи имъ разрѣженныхъ слоевъ воздуха, газъ въ немъ началъ расширяться, отчего шаръ въ одномъ мѣстѣ лопнулъ и уже спустя черезъ три четверти часа началъ быстро опускаться внизъ. Онъ упалъ недалеко отъ Парижа въ деревнѣ Гонесѣ, гдѣ толпа крестьянъ не мало перепугалась при видѣ этого непонятнаго для нихъ явленія. Сначала многіе полагали, что это луна падаетъ съ неба; но потомъ, когда увидѣли, что круглый шаръ безсильно валялся передъ ними по землѣ, они вскорѣ оправились отъ испуга и поспѣшили задать ему карачунъ. Сперва они жестоко потрепали его своими навозными вилами, цѣпами и другими земледѣльческими орудіями, а потомъ, чтобы окончательно уничтожить воздушное чудовище, привязали его къ хвосту лошади и въ теченіе цѣлаго часа таскали по полямъ черезъ рвы и камни. Когда къ нимъ пріѣхалъ Шарлъ изъ Парижа, то отъ драгоцѣннаго шара, изготовленіе котораго стоило столько труда, оставалось уже только нѣсколько лохмотьевъ. Это приключеніе надѣлало много шума, и правительство для успокоенія простаго народа разослало всюду объяснительныя объявленія.

Такова исторія происхожденія и уничтоженія перваго водороднымъ газомъ наполненнаго воздушнаго шара. Этого рода шары называютъ *шарліерами*, въ отличіе отъ наполненныхъ горячимъ воздухомъ, которые называютъ *монгольфьерами*.

Послѣ опыта Шарла и Робера начали пускать на воз-

духъ шары съ живыми животными, и вскорѣ затѣмъ Этьенъ Монгольфье ревностно приступилъ къ устройству воздушнаго шара, съ которымъ могли бы подниматься люди.

Первый полетъ съ людьми совершился 21 октября 1783 г. у замка Ла-Мюэтъ близъ Парижа. Шаръ былъ великолѣпно отдѣланъ и имѣлъ яйцебразную форму; вышина его равнялась семидесяти, а поперечникъ сороку шести футамъ. Подъ шаромъ находилась лодка, въ которомъ сидѣли Пилатръ-де-Розье (который съ рвеніемъ слѣдилъ за всѣми успѣхами новаго изобрѣтенія) и маркизъ д'Арландъ; возлѣ нихъ стояла жаровня, въ которомъ постоянно поддерживался огонь для разрѣженія воздуха.

Уже до 21 октября воздухоплаватели нѣсколько разъ подымались на высоту трехъ сотъ футовъ, но при этомъ шаръ всегда держали за веревки, чтобы въ случаѣ нужды его тотчасъ же можно было тянуть внизъ. Затѣмъ Пилатръ-де-Розье вздумалъ подпяться еще выше, и притомъ безъ послѣдней предосторожности, т. е. съ шаромъ, не придерживаемымъ веревками. Монгольфье не рѣшался дать свое согласіе на такое опасное предпріятіе, а хотѣлъ прежде сдѣлать еще нѣсколько опытовъ; коммиссія, наряженная академіею наукъ по поводу воздухоплаванія, вовсе не высказывала своего мнѣнія на счетъ предложенія смѣлаго Пилатра-де-Розье. Король Людовикъ XVI, также опасаясь дурныхъ послѣдствій, запретилъ ему предпринять это воздухоплаваніе, но обѣщалъ помиловать двухъ преступниковъ, которые были присуждены къ смертной казни, если бы они рѣшились дѣлать это воздушное путешествіе. Это послѣднее предложеніе возбудило сильное негодованіе храбраго Пилатра-де-Розье, который чрезвычайно обидѣлся тѣмъ, что славу принадлежать къ первымъ, поднявшимся на воздухъ,

хотѣли доставить людямъ преступнымъ и отвергнутымъ отъ общества. Желая непремѣнно стяжать эту славу самъ, онъ обратился къ вліятельнымъ прпдворнымъ лицамъ, которые взялись выхлопотать для него у короля разрѣшеніе. Маркизъ д'Арландъ, чтобы убѣдить короля въ безопасности воздухоплаванія, самъ вызвался участвовать въ воздушномъ путешествіи. Король, осажденный со всѣхъ сторонъ просьбами, наконецъ согласился и, какъ мы уже сказали, 21 октября 1783 года Пилатръ-де-Розье и маркизъ д'Арландъ поднялись на воздухъ.

Не смотря на сильный вѣтръ, шаръ поднялся съ величайшею быстротою и величественно парилъ надъ городомъ Парижомъ. По истеченіи двадцати пяти минутъ, на разстояніи полутора миль отъ замка Ла-Мюэта, воздухоплаватели рѣшились спуститься на землю, и потому перестали раздувать огонь въ жаровнѣ. По достиженіи земли они поспѣшно возвратились къ ожидавшимъ ихъ зрителямъ, между которыми находился также знаменитый Веньяминъ Франклинъ, желавшій быть свидѣтелемъ новой побѣды, одержанной человѣческимъ умомъ надъ природою. Когда къ этому физику обратились съ вопросомъ, до какой высоты по его мнѣнію могъ бы подняться воздушный шаръ, онъ уклончиво отвѣтилъ „это новорожденное дитя!“

Вскорѣ послѣ того Парижъ наслаждался зрѣлищемъ втораго воздушнаго путешествія, которое Шарлъ и Роберъ предприняли съ помощью шара, наполненнаго водороднымъ газомъ и устроеннаго на собранныя по подпискѣ деньги, съ цѣлью произвести физическія изслѣдованія (какъ они выражались въ своихъ объявленіяхъ). Это предпріятіе уже не было такъ опасно, какъ первое воздушное путешествіе, потому

что остроумный Шарлъ принялъ всѣ предосторожности и придумалъ всѣ прибавочныя части, всѣ вспомогательныя средства, необходимыя для безопасности путешествія, и которыя до сихъ поръ еще составляютъ неотъемлемыя принадлежности воздушнаго шара, а именно: клапанъ для выпусканія газа, лодку съ сѣткою, баластъ, матерію, пропитанную каучукомъ, якорь, барометръ для измѣренія высоты, и пр. Все это было придумано и выполнено имъ въ теченіе одного мѣсяца. Для полета назначено было первое декабря 1783 года; но въ этотъ самый день, когда уже половина парижскаго народонаселенія толпилась около тюльерійскаго сада, откуда долженъ былъ подняться шаръ, Шарлъ вдругъ получилъ отъ короля приказаніе отказаться отъ своего воздушнаго путешествія, какъ отъ предпріятія весьма опаснаго. Однако благодаря ходатайству вліятельныхъ особъ воздухоплаватели къ общему удовольствію публики получили позволеніе исполнить свое намѣреніе: они тотчасъ же сѣли въ лодку, велѣли развязать канаты, державшіе шаръ, и начали подыматься вверхъ тихо и величественно.

Воздушные путешественники поднялись на высоту 1500—1800 футовъ и спустились близъ Несли въ долину, лежащую отъ Парижа въ разстояніи девяти часовъ ѣзды. Роберъ вышелъ первый; но такъ какъ отъ этого воздушный шаръ сдѣлался 130 фунтами легче, то онъ вмѣстѣ съ оставшимся въ лодкѣ Шарломъ быстро поднялся на высоту 9000 футовъ; однакожъ черезъ пятнадцать минутъ Шарлъ благополучно спустился на землю. Во время этого воздушнаго путешествія онъ видѣлъ солнце, которое было уже за горизонтомъ.

Пятаго января 1784 года Пилатръ-де-Розье и старшій Монгольфье совершили въ Ліонѣ полетъ съ помощью гро-

маднаго шара, имѣвшаго 126 футовъ вышины и 102 фута въ поперечникѣ, при этомъ съ ними было еще пять человѣкъ. Шаръ поднялся на высоту 5000 футовъ, но вслѣдствіе разрыва, происшедшаго въ немъ отъ чрезмѣрнаго напряженія, уже черезъ 15 минутъ опустился, такъ что лодка довольно сильно ударилась о землю; однако воздухоплаватели поплатились только легкимъ ушибомъ. Это непріятное происшествіе вѣроятно бы не случилось, если бы въ лодкѣ не сидѣло такъ много народа. Надо замѣтить, что Монгольфье и Пилатръ-де-Розье рѣшили взять съ собою только четверыхъ, а именно князя Линь, графа Лаурансена, Дампьера и Лапора д'Англьфора; но въ то время, когда шаръ началъ уже подниматься съ земли, одинъ изъ молодыхъ ліонцевъ, помогавшихъ сооружать шаръ, горя желаніемъ подняться на воздухъ, неожиданно бросился въ лодку и такимъ образомъ очутился среди другихъ воздухоплавателей. Эта-та лишняя тяжесть и была причиною разрыва воздушнаго шара. Впрочемъ, не смотря на эту маленькую неудачу, жители Ліона были въ восторгѣ и поощряли воздухоплавателей всякаго рода изъявленіемъ полнаго удовольствія.

По примѣру Франціи, и въ другихъ странахъ также начали предпринимать воздушныя путешествія, сперва въ Италіи, гдѣ кавалеръ Андреана первый поднялся на воздухъ.

Въ мартѣ того же года (1784) предпринялъ свое первое путешествіе Бланшаръ, который гораздо раньше братьевъ Монгольфье началъ заниматься устройствомъ летательныхъ снарядовъ и лодокъ, приспособленныхъ къ воздухоплаванію. Шаръ его былъ снабженъ веслами и снастями, въ пользѣ которыхъ Бланшаръ, какъ онъ увѣрялъ, убѣдился на опытѣ; и если вѣрить его собственнымъ словамъ, то онъ поднялся

съ своимъ шаромъ 2000 футами выше всѣхъ предшествовавшихъ ему воздухоплавателей. — Первая женщина, рѣшившаяся подняться на воздухъ, была шведская подданная, госпожа Тибль, которая совершила этотъ подвигъ въ Ліонѣ 4 іюня 1784 г. въ честь своего короля.

Тому же Бланшару первому пришла мысль перелетѣть съ шаромъ изъ одного края въ другой, и онъ для этого выбралъ каналъ Ламаншъ, который какъ извѣстно, отдѣляетъ Англію отъ Франціи и имѣетъ въ ширину шесть географическихъ миль. Въ 1785 году 7 января этотъ смѣльчакъ, вмѣстѣ съ американцемъ Джефери, поднялся съ своимъ шаромъ въ Доверѣ, перелетѣлъ черезъ проливъ Па-де-Кале и благополучно спустился въ гуинскомъ лѣсу, находящемся въ разстояніи одной французской мили отъ Кале. Во время этого замѣчательнаго путешествія, длившагося слишкомъ два съ половиною часа, обоимъ воздухоплавателямъ грозила опасность, потому что, когда они находились еще надъ моремъ, шаръ ихъ вдругъ началъ замѣтно опускаться, такъ что для облегченія его они вынуждены были побросать въ море всѣ свои книги, съѣстные припасы, лишнюю одежду и даже якорь; видя, что шаръ все таки продолжаетъ опускаться, они уже хотѣли было отрѣзать и лодку, въ которой сидѣли, а самихъ себя прицѣпить какъ нибудь къ веревкамъ воздушнаго шара. Къ счастью дѣло не дошло до этой крайности, и они безъ дальнѣйшихъ приключеній добрались до французской почвы, гдѣ жители Кале, съ безпокойствомъ слѣдившіе за ихъ приближеніемъ къ берегу, встрѣтили ихъ съ радушіемъ и теплымъ участіемъ. Безстрашный Бланшаръ, на котораго во Франціи до того времени мало обращали вниманія, получилъ за свой подвигъ приличную денежную награду и кромѣ

того, въ воспоминаніе его путешествія, былъ поставленъ столбъ на томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ онъ спустился на землю.

Къ несчастью успѣхъ этого смѣлаго предпріятія сдѣлался невинною причиною самаго печальнаго приключенія. Когда Пилатръ-де-Розье узналъ о счастіи Бланшара, честолюбіе подстрекнуло его во чтобы то ни стало совершить такое же воздушное путешествіе изъ Франціи въ Англію. Для этого онъ устроилъ воздушный шаръ, въ которомъ соединялись оба способа—Монгольфье и Шарла, потому что подъ шаромъ, заключавшимъ въ себѣ водородный газъ, находился цилиндрическій снарядъ, въ которомъ воздухъ разрѣжался посредствомъ огня. Напрасно его предостерегали всѣ его знакомые, напрасно Шарлъ говорилъ ему: „другъ мой! вы повѣсили надъ огнемъ бочку съ порохомъ“! онъ никого не слушался: роковая судьба влекла его къ погибели. 13 іюня 1785 года, Пилатръ-де-Розье, не смотря на весьма неблагопріятную погоду, поднялся въ Кале на воздухъ вмѣстѣ съ Роменомъ, молодымъ физикомъ изъ Булоньи, и вскорѣ уже парилъ надъ моремъ; но когда сильнымъ порывомъ вѣтра шаръ отбросило назадъ къ берегу, то воздухоплаватель, не желая продолжать своего путешествія въ такую бурную погоду, рѣшился спуститься и потому открылъ клапанъ съ цѣлью выпустить часть водороднаго газа. Къ несчастію клапанъ этотъ былъ такъ дурно устроенъ, что его потомъ никакъ нельзя было опять закрыть, вслѣдствіе того весь водородный газъ вышелъ изъ шара и послѣдній съ страшною быстротою устремился внизъ. Какъ будто въ насмѣшку злополучному воздухоплавателю, судьба устроила такъ, чтобы онъ упалъ всего въ нѣсколькихъ шагахъ отъ того самаго мѣста, гдѣ незадолго передъ тѣмъ былъ воздвигнутъ столбъ въ память счастливаго путешествія

Бланшара. Пилатръ-де-Розье испустилъ послѣднее дыханіе тотчасъ по паденіи, а молодой спутникъ его скончался спустя десять минутъ. Это были первыя жертвы воздухоплаванія!

Воздухоплавательный зонтикъ или парашютъ.

Несчастный исходъ нѣкоторыхъ воздушныхъ путешествій заставилъ подумать о пріисканіи какого нибудь средства, съ помощью котораго въ случаѣ несчастія можно было бы безопасно спускаться на землю. Такимъ образомъ вскорѣ послѣ изобрѣтенія воздушнаго шара былъ придуманъ парашютъ или воздухоплавательный зонтикъ. Этотъ снарядъ состоитъ изъ плотной тафты и имѣетъ форму огромнаго дождеваго зонтика, въ которомъ мѣсто китоваго уса замѣняютъ веревки, привязанныя къ коробу лодки, и который при паденіи раскрывается самъ собою отъ дѣйствія снизу воздуха. Опускаясь, зонтикъ этотъ постепенно сжимаетъ лежащій подъ нимъ столбъ воздуха, который отъ этого дѣлается все болѣе и болѣе упругимъ и наконецъ начинаетъ оказывать такое сопротивленіе, что зонтикъ можетъ спускаться не иначе какъ медленно. Такъ какъ парашютъ имѣетъ обыкновенно до 20 и болѣе футовъ въ поперечникѣ, то очень понятно, что онъ можетъ на воздухѣ замедлить паденіе короба или лодки съ сидящимъ въ ней воздухоплавателемъ, который такимъ образомъ тихо спускается на землю и избѣгаетъ сильнаго удара, неизбѣжнаго при быстромъ паденіи лодки.

Уже прежде сознавали, что съ помощью зонтика можно безопасно спускаться съ высоты, однако никто не рѣшался испытать это средство. Первый опытъ сдѣланъ былъ 26-го ноября 1783 года въ Монпелье профессоромъ Ленорманомъ, который спустился съ перваго этажа дома, держа въ каждой рукѣ по два обыкновенныхъ дождевыхъ зонтика. Такъ какъ при паденіи на землю онъ не чувствовалъ очень сильнаго сотрясенія, то онъ повторялъ свои опыты и наконецъ пришелъ къ заключенію, что съ помощью зонтика, имѣющаго четырнадцать футовъ въ поперечникѣ, человѣкъ можетъ смѣло спускаться съ значительной высоты, не опасаясь удара о землю.

Чтобы испытать дѣйствіе парашюта, воздухоплаватель Бланшаръ началъ спускать съ нимъ животныхъ, а послѣ того его соперникъ Гарперенъ неоднократно спускался самъ. Во время войны французовъ съ австрійцами этотъ смѣльчакъ былъ взятъ въ плѣнъ и заключенъ въ тюрьму въ городѣ Офенѣ. Уже тутъ онъ тайкомъ изготовилъ себѣ зонтикъ, съ помощью котораго намѣревался спуститься съ окна и убѣжать. Однако попытка эта ему не удалась. Тоже самое сдѣлалъ и другой плѣнникъ, по имени Друэ, который содержался въ крѣпости Шпильбергѣ и который дѣйствительно спустился, но только при этомъ переломилъ себѣ ногу.

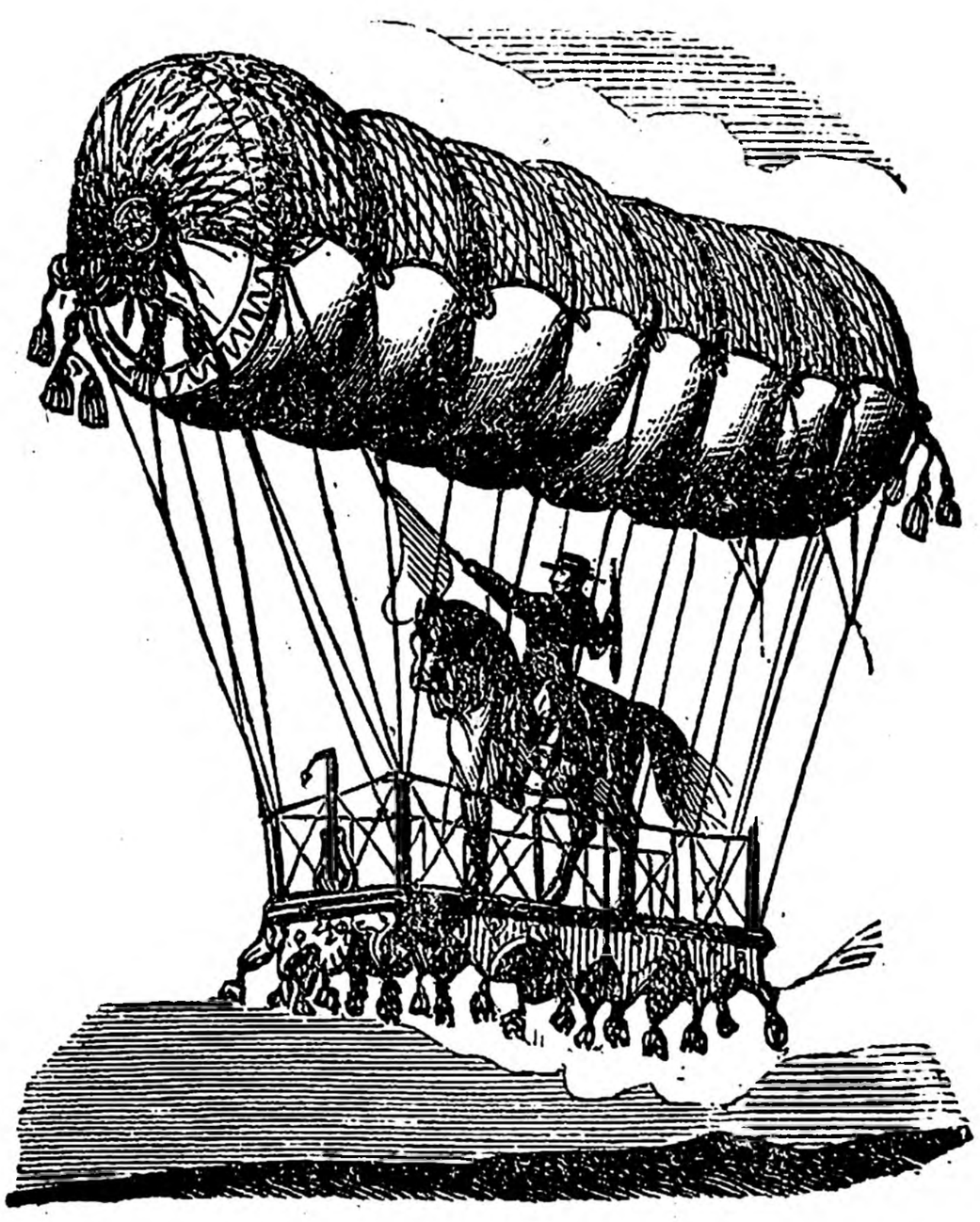
Тотчасъ по освобожденіи изъ плѣна Гарнеренъ приступилъ къ тщательнымъ опытамъ надъ воздухоплавательнымъ зонтикомъ: 22 октября 1797 г. онъ съ помощью воздушнаго шара поднялся на воздухъ довольно высоко съ тѣмъ, чтобы спуститься оттуда уже съ однимъ парашютомъ. Онъ дѣйствительно спустился совершенно благополучно, но потомъ сознался, что сидѣть въ коробѣ ему было очень неловко, такъ какъ парашютъ сильно качался и дѣлалъ вообще очень опасныя дви-

женія. Послѣ этого онъ догадался, что для устраненія этого неудобства, въ серединѣ зонтика необходимо сдѣлать маленькое отверстіе, черезъ которое часть сжимающагося подъ нимъ воздуха могла бы выходить совершенно свободно. Примѣру Гарнерена слѣдовали затѣмъ очень многіе: бойкая жена его заставляла шаръ на воздухѣ, а сама спускалась съ помощью парашюта. Многіе очевидцы увѣряютъ, что ихъ пробирала дрожь, когда госпожа Гарнеренъ съ быстротою стрѣлы летѣла внизъ со сложеннымъ парашютомъ, который однакожъ отъ давленія воздуха снизу всегда раскрывался во время, такъ что она постоянно благополучно спускалась на землю.

Робертсонъ старался улучшить парашютъ и съ этою цѣлью придалъ ему видъ двойнаго дождеваго зонтика, изъ котораго одинъ открывался сверху, а другой снизу; но несообразность этого устройства выказалась при первомъ же испытаніи его: Робертсонъ поплатился за свой опытъ жизнью. Еще нелѣпѣе устроенъ былъ зонтикъ англичанина Кокинга, который вообразилъ себѣ, что парашютъ всего болѣе будетъ соотвѣтствовать своему назначенію, если ему дать форму вывороченнаго зонтика; онъ основывалъ свое нелѣпое убѣжденіе на томъ, что каждый дождевой зонтикъ при паденіи съ нѣкоторой высоты всегда выворачивается кверху. Упорнаго англичанина никакъ нельзя было убѣдить, что это зависитъ только отъ сопротивленія воздуха, и что воздухъ, скользя по выпуклости, обращенной внизъ, никакъ не можетъ удержать его, а потому онъ, уступая своей тяжести, долженъ пасть на землю, вмѣсто того, чтобы держаться на воздухѣ. Не внимая никакимъ предостереженіямъ, Кокингъ настаивалъ на своемъ; ему непремѣнно хотѣлось испытать свой вывороченный зонтикъ,

и его пріятель, воздухоплаватель Грійнъ, на бѣду его согласился доставить ему случай исполнить свое безразсудное желаніе: 27 сентября 1836 оба они поднялись въ Лондонѣ съ воздушнымъ шаромъ, причемъ къ лодкѣ его былъ прикрѣпленъ и роковой парашютъ съ коробомъ, въ которомъ сидѣлъ упрямый англичанинъ. Поднявшись на высоту 3500 футовъ, Грійнъ еще разъ уговаривалъ своего пріятеля не подвергаться явной опасности, но Кокингъ ничего и слышать не хотѣлъ: онъ перерѣзалъ веревки, которыми его зонтикъ былъ привязанъ къ лодкѣ шара, и въ одинъ мигъ полетѣлъ на земь, гдѣ прибѣжавшіе люди нашли его бездыханнаго и совершенно разбитаго.

Рис. 37.



Воздушное путешествіе Тесту-Брисси.

Число воздухоплавателей увеличивалось съ каждымъ днемъ, потому что и на воздушныя путешествія начали смотрѣть какъ на вѣрное средство наживать деньги, и для того, чтобы привлечь побольше зрителей, всякій воздухоплаватель старался придумать что нибудь новое. Тесту-Брисси, напр., однажды взялъ съ собою лошадь и поднялся на воздухъ сидя на ней верхомъ (рис. 37).

Госпожа Бланшаръ.

Послѣ смерти Бланшара жена его продолжала совершать воздушныя путешествія, добывала ими большія деньги и при многочисленныхъ своихъ воздухоплаваніяхъ нерѣдко выказывала изумительную отвагу. Такъ напр. она иногда подымалась на воздухъ уже подъ вечеръ, преспокойно проводила ночь въ лодкѣ воздушнаго шара и спускалась на землю только на слѣдующее утро. Уже въ 1817 году она чуть не сдѣлалась жертвою своей чрезмѣрной бойкости: шаръ опускался надъ самымъ болотомъ, но къ счастью остался висѣть на вѣтвяхъ дерева, такъ что еще успѣли подать ей помощь и спасти ее. Однакожъ злополучная судьба застигла ее около двухъ лѣтъ послѣ этого происшествія. Однажды—это было 6 іюля 1819 г.—она поднялась въ Парижѣ изъ сада Тиволи съ намѣреніемъ потѣшить публику великолѣпнымъ зрѣлищемъ воздушнаго фейерверка. Поднявшись на значительную высоту, она начала зажигать прикрѣпленную къ парашюту корону для произведенія бенгальскаго огня; но шаръ въ это самое время

быстро повернулся, причемъ госпожа Бланшаръ пошатнулась и нечаянно поднесла фитиль довольно близко къ нижнему отверстію шара, вслѣдствіе чего находившійся въ немъ водородный газъ тотчасъ же воспламенился. Зрители ясно видѣли, какъ безстрашная воздухоплавательница старалась затушить огонь сдавливаніемъ шара и какъ потомъ, при видѣ безполезности всѣхъ своихъ попытокъ, она присѣла въ лодкѣ и смиренно ожидала исхода этого несчастнаго приключенія. Воспламенившійся газъ свѣтилъ, подобно метеору, однако шаръ опускался довольно медленно, и если бы безвѣтріе продлилось еще нѣсколько времени, то госпожа Бланшаръ можетъ быть счастливо спустилась бы на землю; но на бѣду ея поднялся небольшой вѣтеръ, который загналъ шаръ прямо на крышу одного высокаго дома; при этомъ лодка скатилась по склону крыши и госпожа Бланшаръ съ крикомъ „помогите!“ упала на каменную мостовую улицы и раздробила себѣ черепъ.—Шаръ былъ пустъ и почти безъ всякаго изъяна, хотя въ немъ сгорѣлъ почти весь заключавшійся въ немъ газъ.

Воздушное путешествіе Грійна.

Изъ всѣхъ воздухоплавателей никто не совершалъ такого множества воздушныхъ путешествій, какъ Грійнъ: нѣсколько сотенъ разъ повторялъ онъ свои воздушные полеты; но всего замѣчательнѣе путешествіе, которое Карлъ Грійнъ съ двумя сопутниками предпринялъ изъ Лондона 7 ноября 1836 года. Громадный шаръ его наполненъ былъ не дорогимъ во-

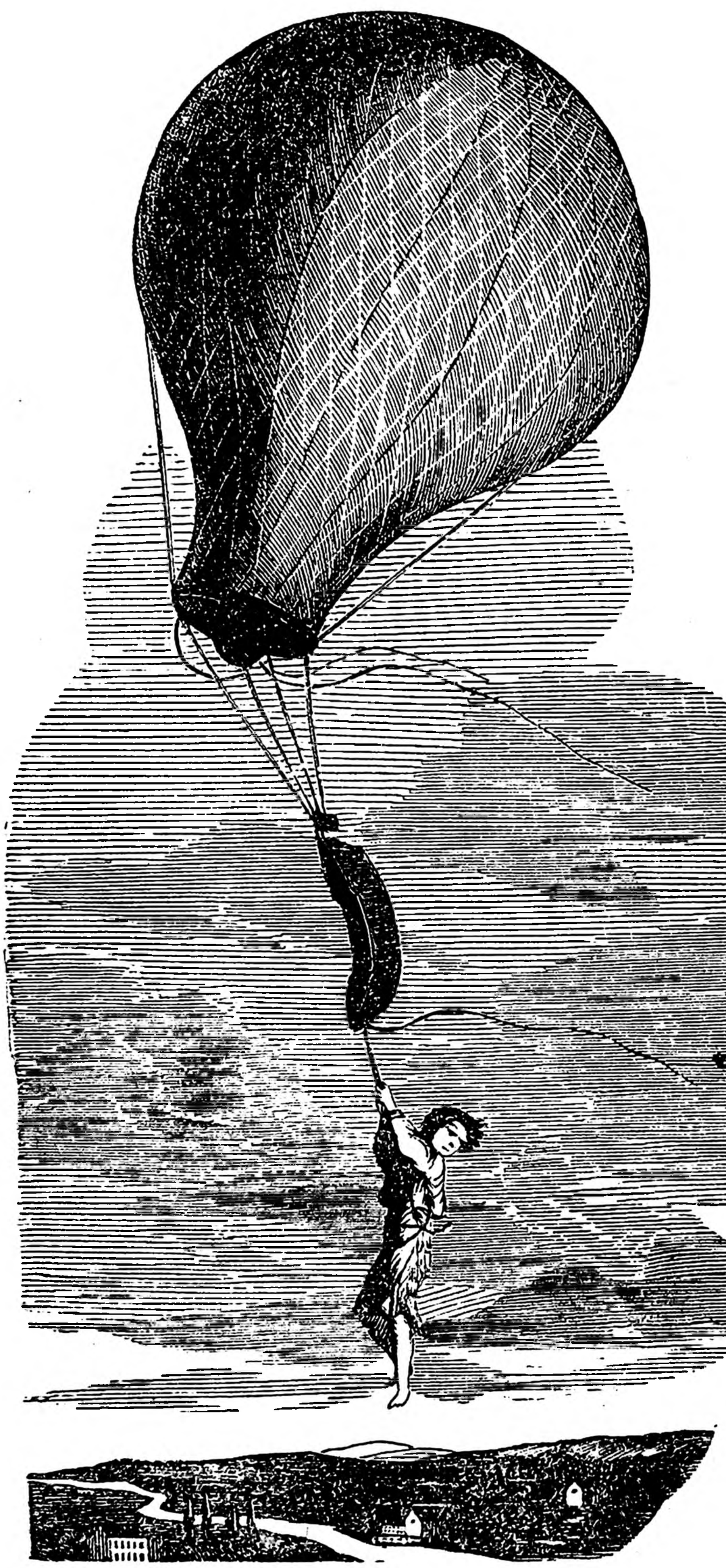
дородомъ, а болѣе дешевымъ, но менѣе легкимъ свѣтильнымъ газомъ. При наступленіи ночи воздухоплаватели все еще находились надъ англійскою почвою, не смотря на то, что шаръ замѣтно двигался по направленію къ французскому берегу; но вскорѣ шумъ волнъ увѣдомилъ ихъ, что они парятъ надъ бурнымъ нѣмецкимъ моремъ. Издали представлялся имъ портовой городъ Кале (при ламаншскомъ каналѣ), освѣщенный многочисленными газовыми пламенами. Около полуночи путешественники находились уже надъ ярко освѣщеннымъ городомъ Люттихомъ, но вскорѣ и его огоньки всѣ угасли, и воздухоплаватели, окруженные ночнымъ мракомъ, были единственныя существа, которыя носились по воздуху. Изъ Бельгіи шаръ направилъ свой полетъ къ прусскимъ провинціямъ Рейна, такъ что когда уже начало разсвѣтать, путешественники вновь увидѣли подъ собою огоньки, мелькавшіе въ городахъ и деревняхъ. Наконецъ настало и утро; солнце пріятно привѣтствовало надоблачныхъ странствователей. Утренній туманъ разсѣялся и подъ ними открылась великолѣпная холмистая страна, въ которой наши путешественники рѣшились спуститься на землю. На томъ полѣ, гдѣ они бросили якорь, ихъ встрѣтили удивленные крестьяне, отъ которыхъ они узнали, что это окрестности средняго Рейна, близъ Вейльбурга въ нассаускомъ герцогствѣ. Такимъ образомъ воздухоплаватели наши, поднявшись вечеромъ въ Лондонѣ, очутились на другое утро въ 90 нѣмецкихъ миляхъ оттуда.

Невольное воздушное путешествіе Гюэрена.

Въ 1843 г. воздухоплаватель Киршъ объявилъ въ Нантѣ (¹), что онъ подымется съ шаромъ на воздухъ. Въ назначенный день народъ толпился около гулянья Лафоссъ, въ ожиданіи новаго зрѣлища; шаръ уже былъ наполненъ газомъ и воздухоплаватель собирался сѣсть въ лодку, какъ вдругъ лопнулъ одинъ изъ двухъ канатовъ, которыми шаръ былъ привязанъ къ двумъ бревнамъ; а такъ какъ другой канатъ уже не могъ удержать шара, то послѣдній совершенно оторвался и поднялся на воздухъ, увлекая съ собою лодку, которая была привязана еще только съ одного конца. При этомъ якорь зацѣпился за панталоны двѣнадцатилѣтняго мальчика, ученика каретника, по имени Гюэрена, и разорвавъ ихъ на лѣвой ногѣ до бедръ, остановился здѣсь и поднялъ мальчика на воздухъ. Гюэренъ, не подозрѣвая какое ему предстоитъ опасное путешествіе, почти безсознательно ухватился обѣими руками за якорный канатъ и такимъ образомъ, противъ собственной воли и къ величайшему испугу зрителей, былъ поднятъ на высоту болѣе трехъ сотъ футовъ. Несчастному мальчику предстояла, по видимому, неизбѣжная гибель; но какъ бы великимъ чудомъ воздушный шаръ вдругъ началъ опять спускаться и медленно упалъ въ небольшомъ разстояніи отъ города на поле, такъ что ребенокъ вышелъ цѣлъ и невредимъ изъ этого ужаснаго испытанія его юношескаго присутствія духа и неустрашимости.

(¹) Городъ въ Нижнелоарскомъ департаментѣ, во Франціи.

Рис. 38.



Невольное путешествіе Гюэрена.

Воздушное путешествіе Арбана въ Тріестъ.

Въ 1846 году французъ Арбанъ пріѣхалъ въ Тріестъ и разослалъ объявленія о своемъ намѣреніи подняться на воздухъ; но такъ какъ въ тотъ день, который имъ былъ назначенъ для совершенія воздушнаго путешествія, погода была очень неблагопріятная, то онъ назначилъ другой день. Такимъ образомъ ему пришлось откладывать раза три. Наконецъ 8 сентября, на площади большихъ казармъ, начались приготовленія къ давно обѣщанному зрѣлищу и для того, чтобы видѣть, по какому направленію дуетъ вѣтеръ, предварительно былъ спущенъ маленькій шаръ, который полетѣлъ на сѣверовостокъ и тѣмъ показалъ, что въ тотъ день вѣтеръ дулъ съ югозапада. Между тѣмъ вслѣдствіе недоразумѣнія было приготовлено такъ мало газа, что наполненный имъ шаръ не могъ поддерживать на воздухѣ воздухоплавателя съ лодкою и всѣми необходимыми принадлежностями. Пробило уже шесть часовъ, а воздухоплаватель все еще не могъ приступить къ исполненію своего обѣщанія, хотя полетъ былъ назначенъ къ четыремъ часамъ пополудни; такъ что публика уже начинала роптать. Арбанъ, боясь, чтобы не подумали, будто онъ намѣревается обмануть публику, рѣшился во что бы то ни стало приступить къ опасному предпріятію, лишь бы спасти свою честь. Подъ благовиднымъ предлогомъ удаливъ отъ площади какъ полицейскаго коммиссара, такъ и жену свою, которая намѣревалась подняться вмѣстѣ съ нимъ, какъ это она уже нѣсколько разъ дѣлала въ Италіи,

онъ проворно отвязалъ лодку, чтобы уменьшить тяжесть шара, а на канатѣ, которымъ она была прикрѣплена къ шару, сдѣлалъ большой узелъ, и усѣвшись на немъ, приказалъ какъ можно скорѣе спустить шаръ. Поднимаясь на воздухъ, онъ лѣвою рукою держался за канатъ, а правою привѣтствовалъ удивленную публику. Всѣ зрители съ трепетомъ слѣдили за отчаяннымъ воздухоплавателемъ, который для избѣжанія нареканій публики рѣшился лучше подвергнуть жизнь свою опасности. Шаръ подымался вверхъ по прямому направленію, пока не достигъ высоты 1200 футовъ; тутъ онъ направилъ свой путь сперва къ карсскимъ горамъ; но потомъ вдругъ опять обратился въ противоположную сторону и съ чрезвычайною быстротою полетѣлъ къ тріестскому заливу. Цѣлый часъ онъ двигался по одному и тому же направленію и затѣмъ скрылся въ облакахъ. Арбана всѣ считали погибшимъ и искренно сожалѣли объ немъ, тѣмъ болѣе, что безутѣшная жена его, которая въ отчаяніи всю ночь провела на крайнемъ концѣ стѣны гавани Санъ Карло, возбудила состраданіе во всѣхъ чувствительныхъ сердцахъ. Городское начальство тотчасъ отправило нѣсколько лодокъ, чтобы слѣдить за ходомъ воздушнаго шара, но прошла цѣлая ночь, а о судьбѣ Арбана все еще не было никакихъ извѣстій.

Наконецъ на слѣдующее утро къ Санитадъ-Маритима подъѣхала лодка, въ которой находился давно ожидаемый воздухоплаватель. Рыбакъ и его сынъ увидѣли его въ 11 часовъ вечера на морѣ, гдѣ онъ едва держался на шарѣ, потому что послѣдній ежеминутно скрывался подъ волнами и едва не уходилъ ко дну вмѣстѣ со своею ношею. Они тотчасъ же поспѣшили къ нему на помощь и спасли его отъ вѣрной гибели. Арбанъ потомъ самъ разсказывалъ, что онъ

по крайней мѣрѣ три часа боролся съ волнами, въ теченіе которыхъ долженъ былъ проглатывать большія количества морской воды. Къ счастью онъ за свою безразсудную отвагу поплатился только неопасною лихорадкою.

Неудачное воздушное путешествіе Коксуэла и Джипсона.

Несчастный исходъ многихъ воздушныхъ путешествій не всегда зависитъ отъ одной и той же причины. Каждому отдѣльному воздухоплавателю могутъ встрѣтиться разныя, совершенно непредвидимыя обстоятельства, при которыхъ нерѣдко теряются даже самые опытные, тѣмъ болѣе, что по громадности воздушнаго шара отдѣльными частями его можно управлять не иначе, какъ посредствомъ веревокъ, которыя къ тому же легко перепутываются, такъ что образовавшіяся неправильности большею частью ускользаютъ отъ вниманія путешественниковъ. Такъ напримѣръ шаръ, на которомъ поднялись Карло Бріоски, королевскій астрономъ въ Неаполѣ, и синьоръ Андреани, лопнулъ въ высокихъ разрѣженныхъ слояхъ воздуха. Во время своего путешествія Коксуэлъ и его товарищи едва не погибли оттого, что клапанъ вдругъ пересталъ дѣйствовать. Вотъ какъ это было:

Девятаго іюля 1847 года Коксуэлъ и Джипсонъ условились подняться на воздухъ изъ сада Воксалла (1), въ со-

---

(1) Въ Лондонѣ.

провожденіи нѣсколькихъ знакомыхъ и сжечь на нѣкоторой высотѣ отъ поверхности земли фейрверкъ. Ночь была необыкновенно темная, туманная и кромѣ того собиралась гроза. „Наконецъ“, разсказываетъ одинъ изъ участвовавшихъ въ этомъ воздушномъ путешествіи, „все было приготовлено къ отъѣзду. Мы взяли съ собою нѣкоторые необходимые запасы, такъ какъ мы намѣревались оставаться всю ночь высоко въ воздухѣ, и когда въ лодку для баласта положили нѣсколько мѣшковъ песку, Джипсонъ отдалъ приказаніе спустить шаръ. Музыка играла, народъ ликовалъ и шаръ подымался съ необыкновенною быстротою. Первая попытка зажечь фейерверкъ пистолетнымъ выстрѣломъ не удалась, второй же выстрѣлъ былъ удачнѣе и каскады изъ цвѣтныхъ огней освѣтили воздухъ своимъ великолѣпнымъ блескомъ. Въ тоже время въ Воксаллѣ также сожгли фейерверкъ, и мы видѣли какъ блескъ свѣта, распространившагося отъ фейерверка вокругъ сада, такъ и летѣвшіе по воздуху ракеты; отъ времени до времени молнія освѣщала всю панораму, но слишкомъ быстро, такъ что мы не могли разсмотрѣть всѣхъ подробностей. Небо надъ нами было усѣяно безчисленными звѣздами.

„Между тѣмъ мы подымались все выше и выше до 7000 футовъ отъ поверхности земли; тутъ Коксуэлъ замѣтилъ, что шаръ, вслѣдствіе чрезвычайнаго разрѣженія воздуха на такой высотѣ, начиналъ сильно напрягаться. По этому рѣшено было выпустить изъ шара нѣсколько газа; но когда Коксуэлъ открылъ клапанъ, дернувъ за веревку, въ ушахъ нашихъ раздался такой же пронзительный свистъ, какимъ сопровождается вытеканіе лишняго пара изъ паровой машины, и въ то же время шаръ началъ опускаться внизъ съ ужас-

ною быстротою. Мы поспѣшили выбросить изъ лодки всякую тяжесть, но это ничего не помогло. Между тѣмъ поднялся сильный вѣтръ, который бушевалъ надъ нашими головами, и къ довершенію нашего ужаса, шаръ попалъ среди фейерверка, который жужжалъ въ воздухѣ и грозилъ ему своими пламенами. Молніи безпрестанно мелкали мимо насъ и вскорѣ громадный шаръ нашъ началъ дрожать.

„Сколько времени мы падали, я навѣрно не знаю, но полагаю, что это продолжалось по крайней мѣрѣ двѣ минуты. Нашимъ спасеніемъ мы обязаны были вѣроятно тому счастливому обстоятельству, что изъ опустѣвшаго шара образовалось нѣчто въ родѣ зонтика. При паденіи нашемъ лодка съ такою силою ударилась о землю, что мы изъ нея вылетѣли какъ мячики. Однако никто изъ насъ не могъ пожаловаться на значительное поврежденіе: разорванныя платья, измятыя шляпы, нѣкоторыя царапины и ушибы были единственными послѣдствіями нашего паденія съ высоты цѣлой англійской мили.“

Большое американское воздушное путешествіе.

Перваго іюля 1859 года четыре американца, профессоръ Ламоунтенъ, Уайзъ, Гэеръ и Гайдъ предприняли воздушное путешествіе изъ Ст. Луи въ Нью-Іоркъ (пространство въ 600 часовъ ѣзды). Шаръ, съ которымъ они отправились, имѣлъ сто пятьдесятъ футовъ въ вышину и шестьдесятъ футовъ въ поперечникѣ. Во время путешествія шаръ попеременно

то подымался на значительную высоту, то опускался довольно низко, и страны, надъ которыми онъ летѣлъ, съ ихъ рѣчными потоками, лѣсами и лугами производили при ночномъ полусвѣтѣ очаровательное впечатлѣніе на воздухоплавателей. Густаго мрака не было во всю ночь, такъ что путешественники съ высоты 10,000 футовъ еще могли отличать лѣса отъ полей. „Мы плавали,“ пишетъ одинъ изъ американцевъ, участвовавшихъ въ этомъ путешествіи, „въ прозрачной атмосферѣ, которая, казалось, состояла изъ свѣтовыхъ частицъ. Дѣйствіе этого свѣта было очень странное: онъ придавалъ шару видъ сверкающаго тѣла, какъ будто онъ былъ наполненъ огнемъ, а послѣдній былъ до того силенъ, что очень ясно можно было видѣть каждую складочку, каждую веревку и каждый узелокъ воздушнаго шара.“

Во время восхода солнца путешественникамъ представилось еще болѣе удивительное зрѣлище; но въ скоромъ времени природа приняла другой видъ: небо покрылось черными тучами и вѣтеръ отбросилъ шаръ къ озеру Онтаріо. Чтобы облегчить шаръ, путешественникамъ пришлось отвязать даже лодку и сѣтку и пересѣсть въ привязанный къ шару коробъ. Послѣ этого шаръ опять поднялся и полетѣлъ къ одному изъ густыхъ лѣсовъ Нью-Іорка, гдѣ остался висѣть на деревѣ.

Вскорѣ послѣ этого путешествія заговорили о болѣе важномъ предпріятіи, а именно о намѣреніи перелетѣть съ шаромъ черезъ океанъ, изъ Америки въ Европу. Въ Нью-Іоркѣ за деньги показывали даже воздушный шаръ, съ помощью котораго предполагалось совершить это замѣчательное путешествіе, равно и всѣ его принадлежности. Но вѣроятно въ собираніи денегъ заключалась вся цѣль предпріятія, потому что о самомъ путешествіи въ скоромъ времени совер-

шенно замолчали.—Что между вѣтренниками и воздушными шарами существуетъ большое сродство,—это оправдалось уже многими случаями.

Воздушное путешествіе Надара изъ Парижа.

Нѣсколько времени тому назадъ Докторъ Ротъ (который изобрѣлъ также счетную машину) придумалъ новый способъ строить воздухоплавательныя лодки, но за неимѣніемъ матеріальныхъ средствъ долго не могъ осуществить свою идею, пока наконецъ за это дѣло не принялся Надаръ, извѣстный французскій журналистъ, врачъ, фотографъ и пр. Съ помощью журналистовъ и разнаго рода объявленій ему удалось составить общество на акціяхъ, которое доставило ему средства для устройства новаго воздушнаго шара.

Затѣмъ выстроенъ былъ громадный шаръ, названный „Le géant“ (исполинъ), который показывали за деньги и которымъ совершались воздушныя путешествія, чтобы такимъ образомъ вознаградить себя за сдѣланныя издержки. Для наполненія этого исполинскаго шара требовалось болѣе 200,000 кубическихъ футовъ газа. Но всего болѣе обращала на себя вниманія воздухоплавательная лодка. Она была сдѣлана изъ камыша испытанной прочности, имѣла два яруса и наружнымъ видомъ своимъ смахивала на вагонъ желѣзныхъ дорогъ. Въ ней были всѣ удобства, необходимыя для путешествія, продолжающагося нѣсколько дней, какъ то: постели,

туалетные столы, съѣстные припасы, даже фотографическіе аппараты, физическіе инструменты и т. д.

Первый полетъ этого шара, при которомъ, какъ во времена Монгольфье, присутствовало болѣе половины всего парижскаго населенія, продолжался очень недолго: онъ, правда, поднялся на высоту 6000 футовъ, но потомъ началъ спускаться и упалъ довольно неловко у парижскихъ воротъ. Этотъ неудачный опытъ подалъ поводъ къ разнымъ насмѣшкамъ, однако журналисты ревностно поддерживали Надара, такъ что когда онъ назначилъ второй полетъ, то зрителей стеклось нисколько не меньше противъ перваго раза.

Не задолго передъ наступленіемъ ночи шаръ, къ великому восхищенію публики, поднялся на воздухъ. Въ лодкѣ сидѣло девять человѣкъ, и въ числѣ ихъ опытный воздухоплаватель Годаръ. Спустя нѣсколько времени шаръ совершенно скрылся изъ вида и зрители разошлись по домамъ; на другой день въ цѣломъ Парижѣ не было другаго разговора, какъ о Надарѣ и его воздушномъ путешествіи. Не раньше какъ на третій день въ городѣ распространился слухъ, что шаръ спустился въ Германіи, близъ Везера, и притомъ очень неблагополучно, такъ какъ Надаръ и его храбрая молодая жена были тяжело ранены, а остальные порядкомъ ушиблись.

Извѣстіе это было совершенно вѣрно: Послѣ довольно непріятно проведенной ночи воздухоплаватели на слѣдующее утро очутились надъ обширною равниною, покрытою густымъ туманомъ. Полагая, что это голландская низменность и опасаясь близости моря, Надаръ подалъ знакъ къ опусканію шара. Но отъ росы и тумана веревки сдѣлались до того жестки, что ими нельзя было широко открыть клапанъ; а

потому газъ выходилъ въ количествѣ, недостаточномъ для того, чтобы заставить шаръ спуститься на земь. А тутъ, какъ на грѣхъ, поднялся еще сильный вѣтеръ, который со всею силою гналъ шаръ впередъ, пока онъ наконецъ не остался висѣть въ лѣсу близъ Ретема, а лодка между тѣмъ упала на землю. Жена Надара при этомъ попала подъ вагонъ, который вѣсилъ около семидесяти пудовъ, и прошло болѣе получаса, пока удалось высвободить несчастную изъ подъ этой громадной тяжести; она, бѣдная, всѣхъ больше пострадала, потому что кромѣ сильныхъ ушибовъ у нея оказалась и переломленная ключица. Изъ прочихъ путешественниковъ одинъ переломилъ себѣ плечо, а другіе всѣ были повреждены также болѣе или менѣе чувствительно.

Однакожъ и отъ этой неудачи Надаръ нисколько не упалъ духомъ: по возвращеніи въ Парижъ онъ началъ усердно готовиться къ новому полету.

Годаръ, независимо отъ Надара, также готовится теперь къ воздушному путешествію съ шаромъ, имѣющимъ 120 футовъ вышины (безъ лодки), 100 футовъ въ поперечникѣ и болѣе полумилліона кубическихъ футовъ въ объемѣ.

Воздушное путешествіе Гэ-Люсака и Біо.

Большая часть воздушныхъ плаваній предпринималась не съ научною цѣлью, а единственно для забавы и развлеченія публики. Нѣкоторыя же путешествія, напротивъ того, принесли наукѣ значительную пользу. Къ такимъ относится пре-

имущественно путешествіе, которое было предпринято Гэ-Люсакомъ и Біо, съ цѣлью повѣрить наблюденія, сдѣланныя Робертсономъ. Этотъ воздухоплаватель, вмѣстѣ съ землякомъ своимъ Лольстомъ, 18 іюля 1803 года поднялся въ Гамбургѣ на такую высоту, на какой еще не былъ никто изъ тогдашнихъ воздухоплавателей, а именно на 24000 футовъ отъ поверхности земли. Изъ своихъ наблюденій они между прочимъ заключили, что чѣмъ выше отъ земли, тѣмъ слабѣе становится земляной магнетизмъ, и что на значительной высотѣ электрическія явленія подвергаются замѣтнымъ измѣненіямъ. Изъ Гамбурга Робертсонъ отправился въ Ст. Петербургъ, гдѣ вмѣстѣ съ однимъ изъ русскихъ ученыхъ повторялъ свои опыты, которые подтвердили его прежнія наблюденія. Когда извѣстіе объ этомъ пришло въ Парижъ, то Лапласъ предложилъ французской академіи наукъ нарядить въ воздушную область экспедицію съ цѣлью точнѣе изслѣдовать вопросы, возбужденные Робертсономъ. Изслѣдованіе это было поручено двумъ изъ самыхъ молодыхъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ и самыхъ значительныхъ членовъ ученой академіи, физикамъ Біо и Гэ-Люсаку, которыхъ снабдили самыми лучшими физическими инструментами, для того, чтобы дать имъ возможность дѣлать самыя точныя наблюденія.

Двадцатаго августа 1804 года эти два знаменитые физика поднялись съ воздушнымъ шаромъ изъ сада консерваторіи искуствъ и промышленности (1), и путешествіе ихъ увѣнчалось полнымъ успѣхомъ; потому что наблюденія, сдѣланныя ими съ величайшею точностью и добросовѣстностью, дали рѣшительные отвѣты на предложенные вопросы. Они

(1) Conservatoire des arts et métiers.

далеко не подтвердили мнѣнія Робертсона, касательно умень-шенія магнетической силы земли по мѣрѣ удаленія отъ ея поверхности. Напротивъ того, они нашли, что на высотѣ 13,000 футовъ магнитная стрѣлка двигалась съ такою же скоростью, какъ и на поверхности земли.

Впрочемъ Робертсона нельзя очень винить за сдѣланную имъ ошибку; на воздушномъ шарѣ весьма трудно дѣлать точ-ныя наблюденія, потому что онъ большею частью движется очень неправильно: то подымается вверхъ, то опускается внизъ, или же его вѣтромъ относитъ въ сторону, а нерѣд-ко онъ даже вращается около своей оси и притомъ то въ одну сторону, то въ другую. Хотя всѣ эти движенія совер-шаются не очень скоро, однакожъ они остаются не безъ влія-нія на качаніе магнитной стрѣлки. По этому, если желаютъ получать вѣрные результаты изъ своихъ наблюденій надъ магнитною стрѣлкою, то должно дѣлать ихъ всегда въ то время, когда воздушный шаръ перемѣняетъ направленіе сво-ихъ поворотовъ, потому что только тогда можно уловить минуту совершенной неподвижности его.— При наблюденіяхъ надъ барометромъ нужно принимать въ соображеніе, что когда воздушный шаръ опускается, ртуть въ барометрической трубкѣ стоитъ нѣсколько выше обыкновеннаго, а когда онъ по-дымается, то ртуть, напротивъ того, стоитъ нѣсколько ниже, потому что въ высокихъ слояхъ воздуха давленіе послѣдня-го бываетъ всегда слабѣе. Но такъ какъ въ воздухѣ нѣтъ никакихъ предметовъ, по которымъ можно было бы судить о движеніяхъ воздушнаго шара ([1]), то воздухоплаватели бро-

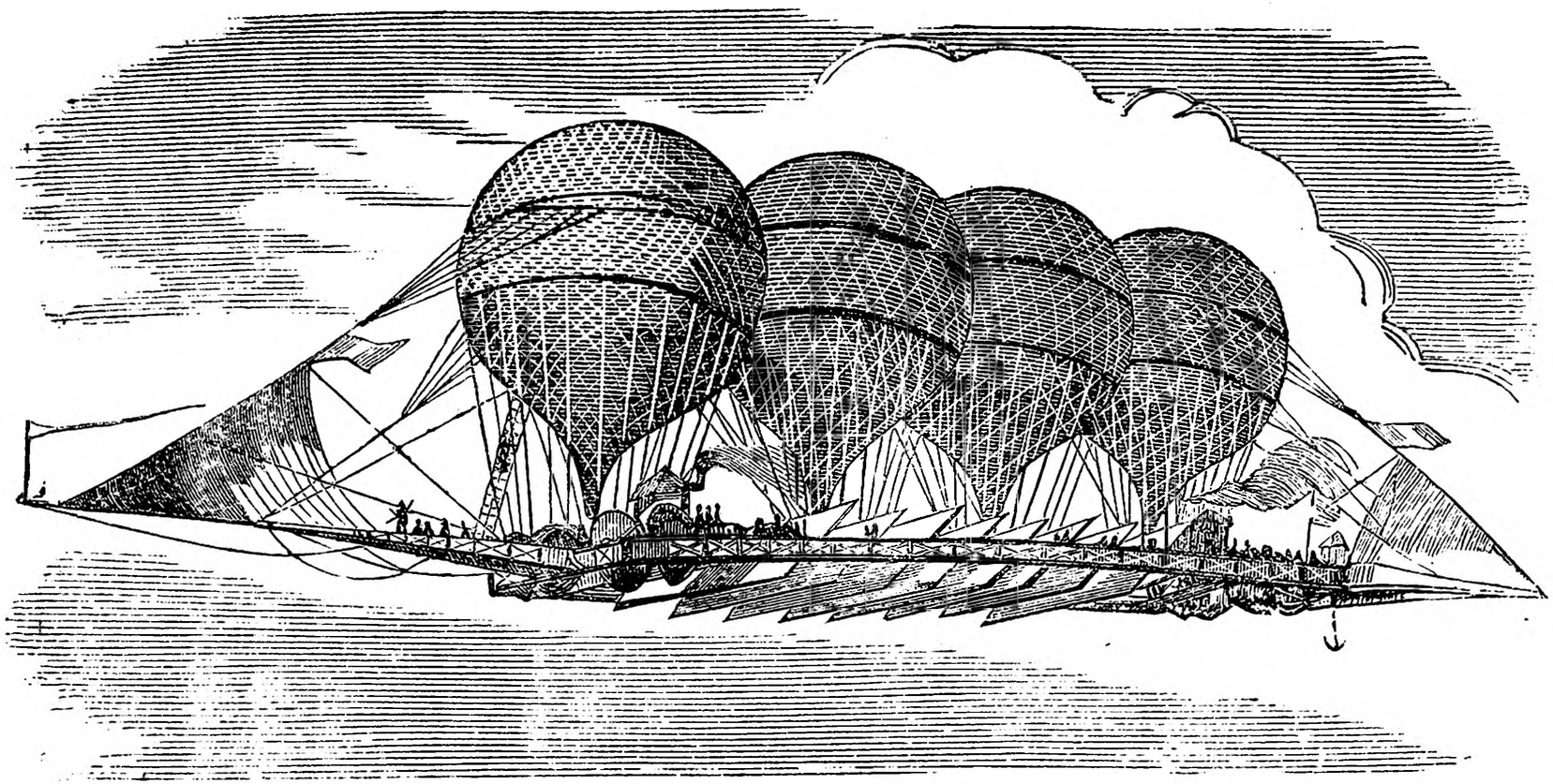
([1]) См. Дива природы въ нѣдрахъ земли, соч. М. Хана, 1865 г. стр. 53, выноску.

особеннаго вниманія заслуживаетъ во первыхъ полетъ, который совершилъ въ 1852 году И. Уэлшъ (I. Welsh), вмѣстѣ съ воздухоплавателемъ Грійномъ; во вторыхъ путешествія, которыя были предприняты Глэшеромъ (Glaisher) въ 1862 и 1863 годахъ съ шаромъ Коксуэла. Глэшеръ поднялся 5 сентября 1862, по крайней мѣрѣ на 29,000, а можетъ быть даже и на 36,000 англійскихъ футовъ отъ поверхности земли, и изъ его наблюденій надъ пониженіемъ температуры выходитъ, что въ самыхъ высшихъ слояхъ воздуха, цельзіевъ термометръ съ каждыми 1800 футами понижается только на одинъ градусъ.

Петенскій воздушный корабль.

Французъ Петенъ выдумалъ устроить въ Парижѣ воздушный корабль, на которомъ можно было бы совершать для удовольствія воздушныя путешествія большими компаніями. По плану его четыре большіе воздушные шара, изъ которыхъ каждый имѣетъ девяносто футовъ въ поперечникѣ, должны держать подмостки въ 450 футовъ длиною и 195 футовъ шириною (рис. 39). Петенъ ревностно хлопоталъ объ осуществленіи своей идеи и вскорѣ дѣйствительно собралъ столько денегъ, сколько нужно было для постройки своего воздушнаго корабля въ предположенномъ имъ размѣрѣ. Однако правительство, опасаясь несчастныхъ послѣдствій, не допустило его исполнить это замысловатое нредпріятіе. Тогда изобрѣтатель отправился въ Америку, однако и тамъ мудреный корабль его встрѣтили довольно равнодушно.

Рис. 39.



Петенскій воздушный корабль.

Воздушными шарами начали было пользоваться также въ военное время, преимущественно для наблюденія за непріятельскимъ войскомъ. Такъ напримѣръ въ послѣднюю итальянскую войну воздухоплаватель Годаръ сопровождалъ французскую армію единственно для этой цѣли. При этомъ все время, пока онъ высматривалъ положеніе непріятельскихъ отрядовъ, воздушный шаръ держали длинными веревками. Для такой же цѣли воздушный шаръ служилъ французамъ уже при возстаніяхъ въ Бельгіи и на Рейнѣ, гдѣ однажды шаръ былъ подстрѣленъ австрійцами. Однако уже Наполеонъ первый мало цѣнилъ услуги воздушнаго шара для военныхъ цѣлей, и потому нѣтъ ничего удивительнаго, что теперь военные имъ уже совсѣмъ не пользуются.

Въ прошломъ столѣтіи полагали, что посредствомъ веселъ и крыльевъ можно будетъ по произволу направлять воздушный шаръ въ ту или другую сторону, точно также какъ корабль на водѣ; однако всѣ попытки къ достиженію этой цѣли остались безполезными.

Изъ всего изложеннаго нами видно, какъ ничтожны услуги воздушнаго шара въ сравненіи съ другими изобрѣтеніями, какъ напр. прядильною и паровою машинами, скоропечатнымъ станкомъ, электрическимъ телеграфомъ и даже фотографіею. А между тѣмъ публика, при видѣ воздушнаго шара, гораздо болѣе выказываетъ восторга, чѣмъ при разсужденіи объ исчисленныхъ нами полезныхъ изобрѣтеніяхъ;—и это только оттого, что первый представляетъ что-то необыкновенно страшное, поразительное и чудовищное.

О воздушномъ насосѣ.

Послѣ того какъ люди убѣдились, что въ природѣ могутъ быть и пустыя пространства, и что воздухъ производитъ на всѣ тѣла равномѣрное, но очень значительное давленіе, у многихъ возникло желаніе узнать отношенія тѣлъ въ то время, когда давленіе воздуха уменьшено или даже совершенно устранено. Вслѣдствіе того начали дѣлать разные опыты, которые наконецъ повели къ научному опредѣленію упругости воздуха и къ устройству воздушнаго насоса.

Упругость всѣхъ газовъ зависитъ, какъ извѣстно, отъ взаимнаго отталкиванія частицъ, изъ которыхъ образуется ихъ масса; и еслибы этому отталкиванію не противодѣйствовало внѣшнее давленіе, то частицы газовъ все болѣе и болѣе отдѣлялись бы другъ отъ друга и наконецъ разъединились бы совершенно. Въ атмосферномъ воздухѣ отталкиванію частицъ противодѣйствуетъ притягательная сила, которая заставляетъ ихъ стремиться къ центру земнаго шара, безъ чего атмосфера мало по малу совершенно удалилась бы отъ поверхности земли. Если мы станемъ усиливать внѣшнее давленіе на какую-нибудь газообразную массу, то частицы этой послѣдней будутъ все болѣе и болѣе сближаться между со-

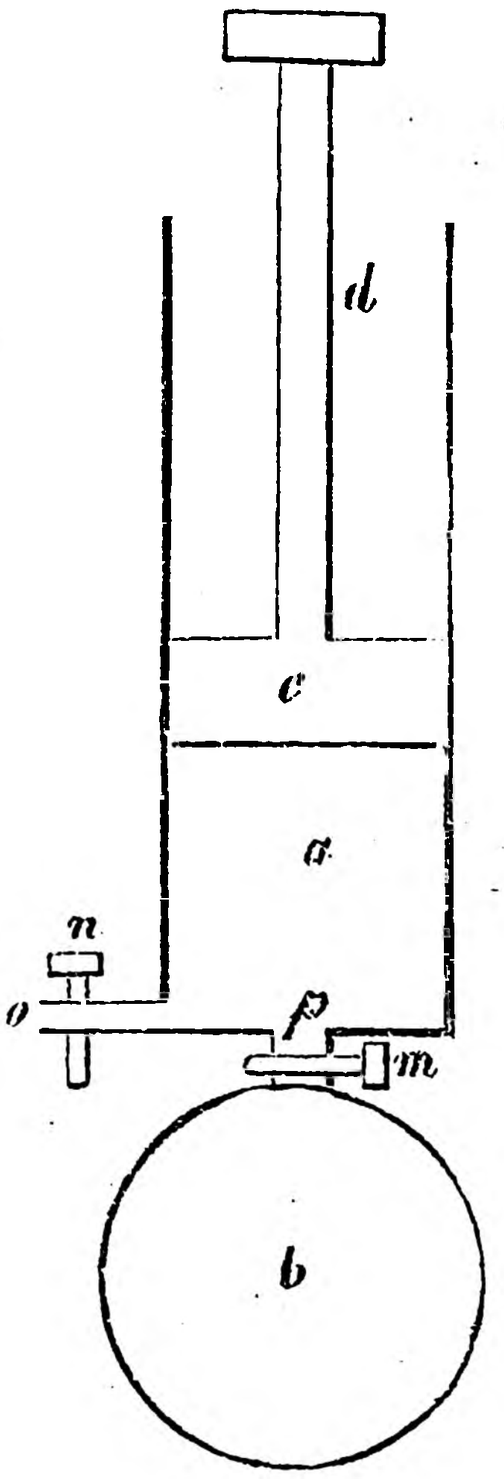
бою, вслѣдствіе чего объемъ самой массы уменьшится, а ея плотность и отталкивающая сила или упругость, напротивъ того, увеличатся. Но при этомъ раждается вопросъ, въ какомъ отношеніи увеличивается или уменьшается объемъ газа по мѣрѣ измѣненія производимаго на него давленія?

Французскій химикъ, аббатъ *Маріотъ* (умершій въ Парижѣ 1684 г.) первый нашелъ, что *объемы газовъ находятся въ обратномъ отношеніи къ производимому на нихъ давленію*, т. е. что если давленіе, претерпѣваемое газообразною массою, дѣлается въ два или три раза больше, то объемъ ея будетъ въ два или три раза меньше; и наоборотъ, при давленіи въ два или три раза слабѣйшемъ, газъ вслѣдствіе своей расширяемости, принимаетъ объемъ въ два или три раза большій противъ того, какой онъ имѣлъ сначала. Слѣдовательно, если возьмемъ одинъ кубическій футъ воздуха, находящагося подъ тѣмъ давленіемъ, которое производитъ на него атмосфера, и подвергнемъ его давленію вдвое сильнѣйшему, то это количество будетъ занимать только $^1/_2$ кубич. фута, а при давленіи въ десять разъ большемъ — всего одну десятую часть кубическаго фута и т. д.

На примѣненіи маріотова закона основано устройство *воздушныхъ насосовъ* или *пневматическихъ машинъ*, однихъ изъ самыхъ важнѣйшихъ физическихъ приборовъ, посредствомъ которыхъ можно *разрѣжать* воздухъ въ любомъ запертомъ пространствѣ, и притомъ до такой степени, что пространство это безъ чувствительной погрѣшности можно принять за пустое, *безвоздушное*. Чтобы понять, какимъ образомъ и въ какой степени посредствомъ воздушнаго насоса измѣняется плотность воздуха, представимъ этотъ при-

боръ сперва въ самомъ простомъ видѣ. Пусть *b* (рис. 40) представляетъ стеклянный шаръ, изъ котораго хотятъ вытянуть воздухъ и который для того ввинчивается шейкою *p* въ основаніе или дно пустаго металлическаго или стекляннаго цилиндра *a*, снабженнаго внизу, съ лѣвой стороны, трубкою *o*. Въ этомъ цилиндрѣ посредствомъ стержня *d* можно двигать поршенъ *c*, который совершенно плотно прилегаетъ къ стѣнкамъ цилиндра для того, чтобы не было промежутковъ, черезъ которые могъ бы проникать воздухъ. Какъ къ шейкѣ *p*, такъ и къ трубкѣ *o* придѣланы плотно закрывающіеся краны *m* и *n*, которые по произволу могутъ быть открываемы.

Рис. 40.



Насосъ съ кранами.

Наконецъ для большей простоты предположимъ, что когда поршень поднятъ кверху, вмѣстимость цилиндра равна вмѣстимости шара. Если теперь откроемъ кранъ *n* (закрывъ другой кранъ *m*) и начнемъ опускать поршень, то весь находящійся въ цилиндрѣ воздухъ выйдетъ черезъ трубку *o*; такъ что если потомъ опять закроемъ кранъ *n* и поднимемъ поршень, то въ цилиндрѣ образуется пустое пространство, равное пространству *b*. По открытіи крана *m* воздухъ изъ шара, вслѣдствіе своей упругости, немедленно начнетъ переходить въ безвоздушный цилиндръ и такимъ образомъ займетъ пространство вдвое больше противъ первоначальнаго. Но мы знаемъ уже, что по мѣрѣ увеличенія объема воздуха, плотность и упругость его уменьшаются; слѣдовательно въ нашемъ опытѣ, при первомъ поднятіи поршня, воздухъ, содержащійся въ *b*, сдѣлался вдвое рѣже, или говоря другими словами, количе-

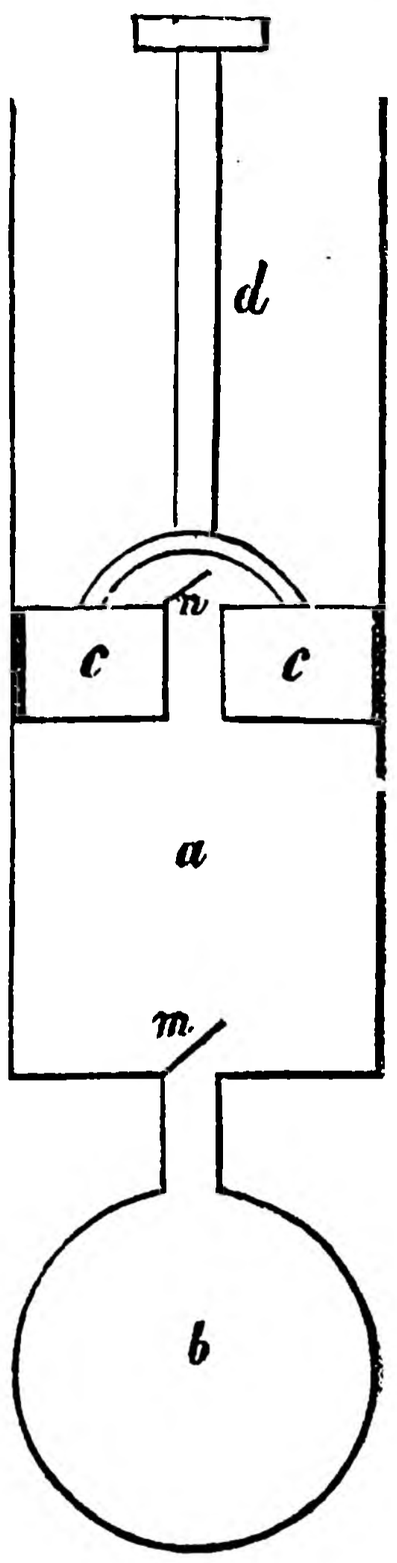
ство его уменьшилось на половину. Если теперь закроемъ кранъ *m* и, открывъ трубку *o*, опустимъ поршень, то весь разрѣженный воздухъ выйдетъ изъ цилиндра, такъ что при вторичномъ поднятіи поршня, въ немъ опять образуется совершенно пустое пространство, которое по открытіи крана *m* снова наполнится воздухомъ; но этотъ послѣдній будетъ опять таки вдвое рѣже противъ того, который оставался въ шарѣ послѣ перваго поднятія поршня; слѣдовательно противъ первоначальнаго воздуха онъ будетъ уже вчетверо рѣже. Точно также при третьемъ поднятіи поршня воздухъ сдѣлается въ восемь разъ рѣже (или меньше) и т. д.

На дѣлѣ, однакожъ, мы видимъ, что плотность воздуха уменьшается гораздо медленнѣе, особливо когда воздушный насосъ устроенъ такъ, какъ мы его описали. И въ самомъ дѣлѣ, въ нашемъ приборѣ въ верхней части шейки надъ краномъ *m* находится промежутокъ, въ которомъ, когда поршень касается дна цилиндра, остается сжатый воздухъ; а если открыть кранъ *m*, то по причинѣ своей упругости воздухъ этотъ быстро распространится по шару и тѣмъ самымъ увеличитъ плотность находящагося въ немъ разрѣженнаго воздуха. Поэтому-то упомянутый нами промежутокъ называютъ обыкновенно *вреднымъ пространствомъ* и, чтобы устранить его, воздушному насосу даютъ другое устройство:

Вмѣсто того, чтобы придѣлывать съ боку трубку, — черезъ которую, какъ мы видѣли, извлекаемый изъ шара воздухъ вытѣсняется наружу, — просверляютъ сквозной каналъ въ самомъ поршнѣ. Кромѣ того вмѣсто кранов устраиваютъ два клапана *m* и *n*, (рис. 41.) изъ которыхъ первый закрываетъ шейку шара, а послѣдній верхнее отверстіе сквознаго канала поршня; оба эти клапана сдѣланы изъ са-

мой тонкой, но непроницаемой для воздуха тафты и открываются снизу вверхъ.—Въ то время, когда опущенный до дна цилиндра поршень подымаютъ кверху, клапанъ *n* отъ давленія внѣшняго воздуха закрывается и въ цилиндрѣ образуется пустое пространство. Тогда воздухъ, содержащійся въ шарѣ, силою своей упругости открываетъ клапанъ *m* и мало по малу наполняетъ весь цилиндръ. При опусканіи поршня, воздухъ цилиндра начнетъ стремиться опять въ шаръ, куда однакожъ ему нельзя будетъ проникнуть, потому что клапанъ *m* закрывается отъ напора самаго воздуха; а такъ какъ поршень все болѣе и болѣе сжимаетъ воздухъ, заключающійся въ цилиндрѣ, то послѣдній силою своей упругости наконецъ откроетъ клапанъ *n* и выйдетъ изъ цилиндра наружу. Такимъ образомъ клапаны вполнѣ замѣняютъ краны, а между тѣмъ представляютъ ту выгоду, что они по мѣрѣ надобности открываются и закрываются сами собою и кромѣ того, при нихъ не можетъ быть вреднаго пространства, неизбѣжнаго въ такихъ насосахъ, гдѣ есть краны.

Рис. 41.



Насосъ съ клапанами.

Но болѣе совершенное устройство представляетъ воздушный насосъ, изображенный въ слѣдующихъ двухъ фигурахъ, изъ которыхъ одна представляетъ поперечный, а другая продольный разрѣзъ насоса.

Онъ состоитъ изъ двухъ стекляныхъ или металлическихъ цилиндровъ *a* и *a'* (рис. 42), укрѣпленныхъ на мѣдной доскѣ, и въ которыхъ могутъ двигаться два поршня *bb* и

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стр.
Объ удѣльномъ вѣсѣ	48
Ареометръ	56
Алкоолометръ, лактомеръ и сахарометръ	57
Объ устройствѣ вѣсовъ	—
Висячіе или торговые вѣсы	—
Настольные или аптекарскіе вѣсы	58
Безменъ	—
Почтовые или письменные вѣсы	59
Десятичные или мостеподобные вѣсы	60
Химическіе вѣсы	62
Банковые вѣсы	64
Барометръ	65
Переносный барометръ Парро-та	76
Воздушный шаръ и воздухоплаваніе	81
Летательная машина	82
Исторія воздушнаго шара	86
Воздухоплавательный зонтикъ или парашютъ	100
Госпожа Бланшаръ	104
Воздушное путешествіе Грійна	105
Невольное воздушное путешествіе Гюэрена	107
Воздушное путешествіе Арбана	109
Неудачное воздушное путешествіе Коксуэла и Джинсона	111
Большое американское воздушное путешествіе	113
Большое воздушное путешествіе Надара	115
Воздушное путешествіе Гэ-Люсака и Біо	117
Петенскій воздушный корабль	121
О воздушномъ насосѣ	124

РИСУНКИ.

		Стр.
Рис.	21 — Ньютонъ размышляя подъ деревомъ о паденіи яблока	50
—	22 — Кубъ, погруженный въ воду	51
—	23 — Вѣсы для опредѣленія плотности тѣлъ	53
—	24 — Ареометръ	57
—	25 — Торговые вѣсы	58
—	26 — Настольные или аптекарскіе вѣсы	—
—	27 — Безменъ	59
—	28 — Почтовые или письменные вѣсы	—
—	29 — Десятичные вѣсы	60
—	30 — Внутреннее устройство десятичныхъ вѣсовъ	—
—	31 — Химическіе вѣсы	63
—	32 — Торичелліевый опытъ	67
—	33 — Барометръ	77
—	34 — Летательный снарядъ Бенье	83
—	35 — Летательная машина Дегена	85
—	36 — Братья Монгольфье	89
—	37 — Воздушное путешествіе Тесту-Брисси	103
—	38 — Невольное путешествіе Гюэрена	108
—	39 — Петенскій воздушный корабль	122
—	40 — Насосъ съ кранами	126
—	41 — Насосъ съ клапанами	128

Дозволено Цензурою. С.-Петербургъ, 20 февраля 1865 года.

ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА. — *Редакторъ М. Ханъ.*

САМООБРАЗОВАНІЕ,

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ, УЧЕНО-ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЖУРНАЛЪ ДЛЯ ЛЮДЕЙ ВСЯКАГО ВОЗРАСТА,

ИЗДАВАЕМЫЙ М. ХАНОМЪ.

ГОДЪ ТРЕТІЙ.

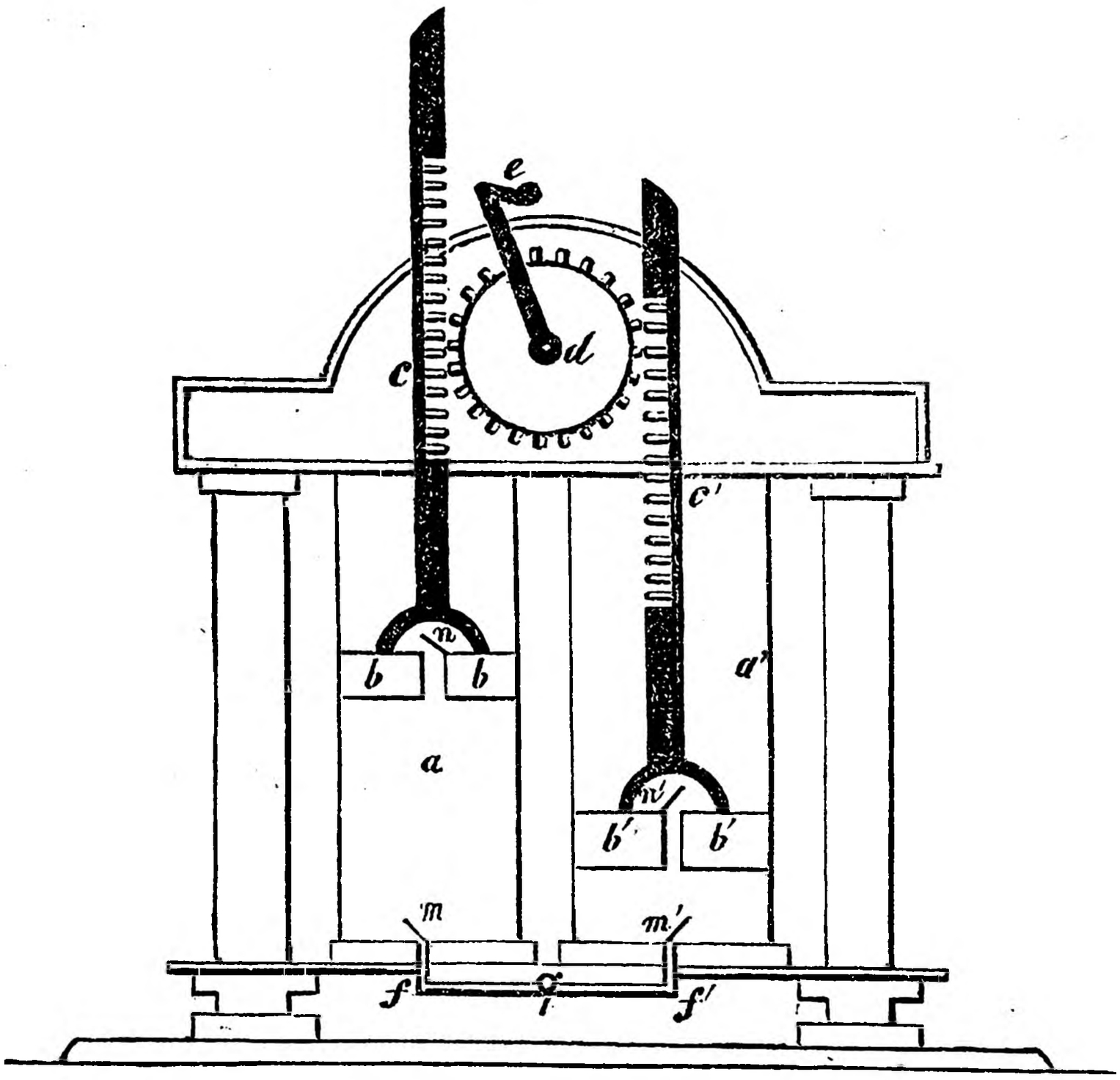


СИЛЫ ПРИРОДЫ И ИХЪ ПРИМѢНЕНІЕ.

№ 3 за Мартъ 1865 г.

b'b', сдѣланные изъ кожи, пропитанной масломъ, и плотно пристающіе къ стѣнкамъ цилиндровъ, такъ что послѣдніе герметически закрываются ими. Поршни эти, имѣющіе по срединѣ сквозные каналы, верхнія отверстія которыхъ закрываются клапанами *n* и *n'*, придѣланы къ зубчатымъ стержнямъ *c* и *c'*, которые зацѣпляютъ за зубцы небольшаго колеса *d*. Къ оси колеса придѣлана рукоятка *e*, посредствомъ которой ему можно сообщать перемѣнныя движенія то вправо,

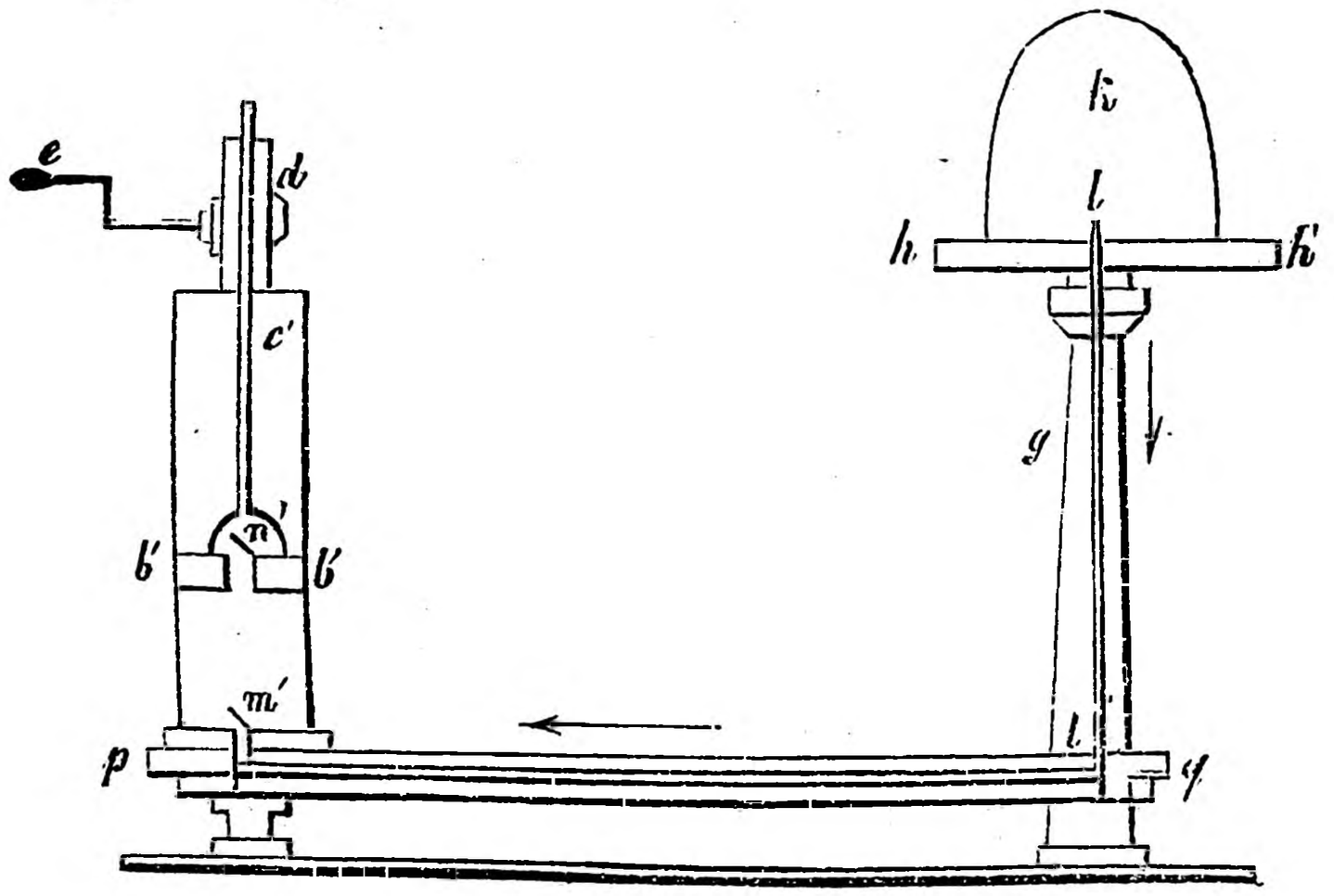
Рис. 42.



Поперечный разрѣзъ воздушнаго насоса съ двумя цилиндрами.

то влѣво; колесо же въ свою очередь, захватывая зубцы обоихъ стержней, будетъ поперемѣнно поднимать то правый, то лѣвый поршень. Позади цилиндровъ, въ нѣкоторомъ разстояніи отъ нихъ, къ мѣдной доскѣ прикрѣпленъ столбъ *g* (см. рис. 43) съ мѣднымъ кругомъ *hh'*, на который ставится стеклянный колпакъ *k*, называемый *пріемникомъ* и содержащій въ себѣ воздухъ, который подлежитъ разрѣженію. Внутри столбика находится проводникъ или каналъ *ll'*, который проходитъ по срединѣ доски *p q* и дойдя до точки *i* (см. рис. 42), лежащей на самой срединѣ между обоими цилиндрами, образуетъ двѣ совершенно равныя горизонтальныя вѣтви *if* и *if'*; концы этихъ вѣтвей загибаются кверху и такимъ образомъ входятъ въ отверстія, оставленныя въ днѣ обоихъ цилиндровъ и закрывающіяся клапанами *m* и *m'*, которые точно

Рис. 43.



Продольный разрѣзъ воздушнаго насоса съ двумя цилиндрами.

также, какъ и клапаны, придѣланные въ верхней части обоихъ поршней, открываются снизу вверхъ.

Чтобы понять дѣйствіе воздушнаго насоса съ двумя цилиндрами, стоитъ только припомнить, какъ дѣйствуетъ насосъ съ однимъ цилиндромъ. Выгода же употребленія насоса съ двумя цилиндрами заключается въ томъ, что посредствомъ его гораздо скорѣе достигаютъ цѣли, т. е. разрѣженія воздуха въ пріемникѣ, потому что здѣсь тоже самое дѣйствіе повторяется послѣдовательно каждымъ поршнемъ. И дѣйствительно, при каждомъ движеніи рукоятки колеса одинъ изъ поршней (а именно подымающійся) вытягиваетъ воздухъ изъ подъ колокола въ соотвѣтственный цилиндръ, а другой (т. е. опускающійся) вытѣсняетъ изъ своего цилиндра часть воздуха, которая проникла туда при предшествовавшемъ движеніи рукоятки. Замѣтимъ, однакожъ, что описанными насосами нѣтъ возможности произвести совершенную пустоту въ пріемникѣ, потому что содержащійся въ немъ воздухъ, подъ конецъ, до того разрѣдится, что упругость его будетъ уже недостаточна для того, чтобы открывать клапаны, и слѣдовательно онъ необходимо останется въ пріемникѣ, какъ бы долго насосъ ни дѣйствовалъ.

Воздушный насосъ изобрѣтенъ Оттономъ фонъ Герике, магдебургскимъ бургмистромъ, который родился въ 1602 г. и умеръ въ 1686 г. Въ юности своей онъ ревностно изучалъ въ городѣ Лейденѣ математику и философію, а въ послѣдствіи прославился своими физическими опытами, особенно надъ безвоздушными пространствами. Первый воздушный насосъ, конечно, былъ очень простъ, и потому не могъ еще удовлетворять всѣмъ потребностямъ; но позднѣйшіе физики, по мѣрѣ примѣненія его, постепенно измѣняли его устройство и

наконецъ довели его до той степени совершенства, на которой онъ находится теперь.

Опыты, производимые съ воздушнымъ насосомъ.

Первые опыты съ воздушнымъ насосомъ сдѣланы были самимъ изобрѣтателемъ его, Оттономъ фонъ Герике, надъ двумя полушаріями. Онъ взялъ два металлическія пустыя полушарія, имѣвшія около аршина въ поперечникѣ, плотно сложилъ ихъ вмѣстѣ, такъ что они образовали цѣлый шаръ, и затѣмъ посредствомъ воздушнаго насоса вытянулъ изъ послѣдняго содержавшійся въ немъ воздухъ; послѣ этого полушарій нельзя было разъединить даже силою двадцати лошадей, которыхъ заставили тянуть въ противоположныя стороны за кольца, придѣланныя къ обоимъ полушаріямъ. Это явленіе очевидно зависѣло оттого, что внѣшній воздухъ, производя давленія на наружныя поверхности обоихъ полушарій, придерживалъ послѣднія съ большою силою, которая ничѣмъ не уравновѣшивалась, потому что внутри шара не было воздуха, который своимъ давленіемъ могъ бы противодѣйствовать внѣшнему воздуху.

Мы уже выше видѣли, что воздушный шаръ, наполненный газомъ, иногда лопается въ высшихъ, разрѣженныхъ слояхъ воздуха, если изъ него не выпускаютъ часть заключающагося въ немъ газа; потому что тогда упругость или расширяемость послѣдняго не уравновѣшивается внѣшнимъ разрѣженнымъ воздухомъ. То же самое бываетъ и въ пространствѣ,

изъ котораго воздухъ вытянутъ посредствомъ воздушнаго насоса. Если напр. плотно завязанный бычачій пузырь, на половину наполненный воздухомъ, положить въ стеклянный сосудъ (рис. 44), и затѣмъ начать вытягивать изъ сосуда воздухъ, то по мѣрѣ удаленія послѣдняго пузырь все болѣе и болѣе будетъ надуваться отъ напора заключающагося въ немъ воздуха и наконецъ даже лопнетъ, если въ стекляномъ сосудѣ воздухъ до того разрѣдится, что уже не будетъ въ состояніи противодѣйствовать давленію, производимому снутри пузыря ([1]).

Если подъ колоколъ воздушнаго насоса поставить до половины наполненную водою и хорошо закупоренную бутылку, черезъ пробку которой проходитъ узенькая трубочка, опускающаяся ниже уровня воды, и потомъ вытянуть изъ подъ колокола воздухъ, то вода изъ трубочки начнетъ бить фонтаномъ, потому что тогда заключающійся въ бутылкѣ воздухъ произведетъ сильное давленіе на поверхность воды и заставитъ послѣднюю подниматься вверхъ по трубочкѣ.

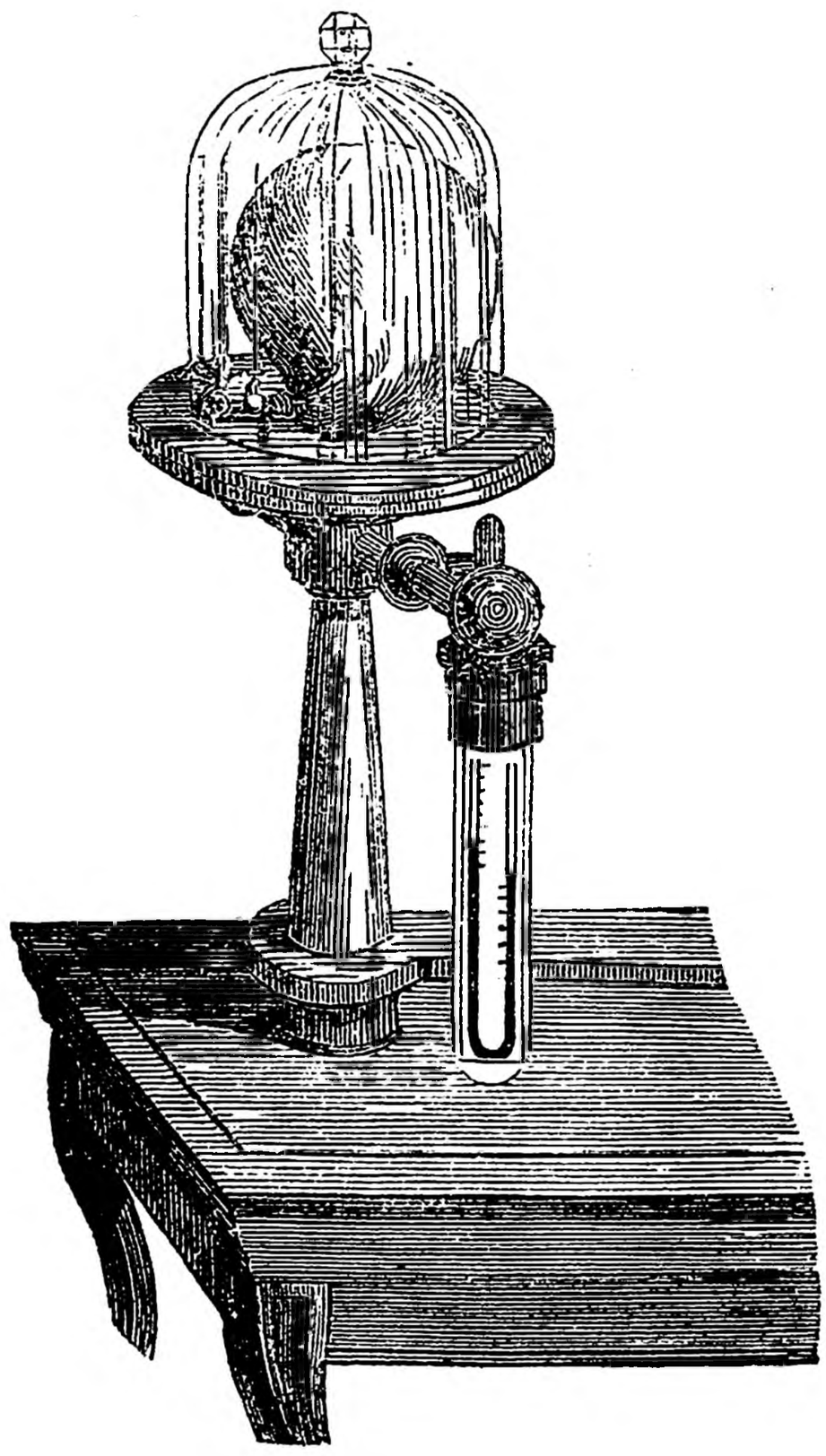
Многія жидкости также имѣютъ свойство расширяться и превращаться въ пары, но только въ гораздо меньшей степени, чѣмъ газы, потому что быстрому расширенію и улетучиванію (испаренію) ихъ препятствуетъ давленіе, производимое на нихъ атмосфернымъ воздухомъ. Оттого-то жидкости кипятъ всегда только при высокой температурѣ, которая, какъ извѣстно, усиливаетъ первоначальную ихъ способность расширяться. На высокихъ горахъ, гдѣ давленіе воздуха слабѣе, вода кипитъ уже при болѣе низкой температурѣ,

---

([1]) Стеклянный сосудъ, употребляемый для подобныхъ опытовъ, обыкновенно имѣетъ форму колокола, и потому называется *колоколомъ* воздушнаго насоса.

чѣмъ въ долинахъ, такъ что точка кипѣнія воды можетъ служить для опредѣленія степени давленія воздуха, а вмѣстѣ съ тѣмъ и высоты мѣстности надъ уровнемъ моря. Въ Квито обыкновеннымъ образомъ нельзя сварить картофеля, потому что тамъ вода кипитъ уже прежде, чѣмъ пріобрѣтаетъ нужный для того жаръ. Подъ колоколомъ воздушнаго насоса вода начинаетъ кипѣть даже при незначительной температурѣ, а летучія жидкости, какъ напр. алкооль, сѣрный эѳиръ,

Рис. 44.



Пузырь подъ колоколомъ воздушнаго насоса.

сильно кипятъ даже безъ всякаго согрѣванія. Чтобы поддерживать кипѣніе этихъ жидкостей подъ колоколомъ воздушнаго насоса, нужно, конечно, посредствомъ особаго насоса постоянно удалять развивающіеся пары, иначе они своимъ давленіемъ будутъ препятствовать кипѣнію жидкости.

Для промышленности это явленіе очень важно. Такъ напр. сахарный растворъ, добываемый изъ рѣпнаго сока, очень легко разлагается, и потому его нужно выпаривать какъ можно скорѣе, если хотятъ, чтобы изъ него выдѣлился твердый сахаръ. Но такъ какъ растворъ этотъ кипитъ только при 100 градусахъ, а при такой высокой температурѣ часть сахара превращается въ сиропъ, то его выпариваютъ въ безвоздушныхъ сосудахъ, въ которыхъ онъ кипитъ при гораздо низшей температурѣ, а образующіеся при этомъ пары постоянно отдѣляютъ посредствомъ особыхъ снарядовъ.

Животныя, положенныя подъ колоколъ воздушнаго насоса, погибаютъ очень скоро, а рыбы дохнутъ даже когда лежатъ въ водѣ, потому что изъ послѣдней вмѣстѣ съ воздухомъ выдѣляется и кислородъ, необходимый для жизни водныхъ животныхъ.—Зажженая свѣчка, поставленная подъ колоколъ воздушнаго насоса, гаснетъ отъ недостатка воздуха, а слѣдовательно и кислорода, который поддерживаетъ горѣніе.

Воздухъ, какъ извѣстно, есть проводникъ звука, а потому въ безвоздушномъ пространствѣ бой часовъ бываетъ неслышенъ.

Въ воздухѣ лоскутокъ бумаги падаетъ на землю гораздо медленнѣе, нежели камень; въ безвоздушномъ же пространствѣ эти оба тѣла падаютъ съ одинаковою скоростью, потому что въ нервомъ случаѣ камень своею тяжестью легче преодолѣваетъ сопротивленіе, оказываемое воздухомъ, нежели

бумага, между тѣмъ какъ во второмъ ни то, ни другое тѣло не встрѣчаютъ при своемъ паденіи никакого сопротивленія.

Если посредствомъ воздушнаго насоса вытягивать воздухъ изъ стекляннаго цилиндра, одинъ конецъ котораго плотно обвязанъ пузыремъ, то послѣдній отъ давленія на него внѣшняго воздуха начнетъ подаваться внутрь цилиндра и затѣмъ лопнетъ. Если на цилиндръ поставить деревянную тарелку съ водою или ртутью, то послѣднія будутъ проникать въ безвоздушный цилиндръ въ видѣ дождя.

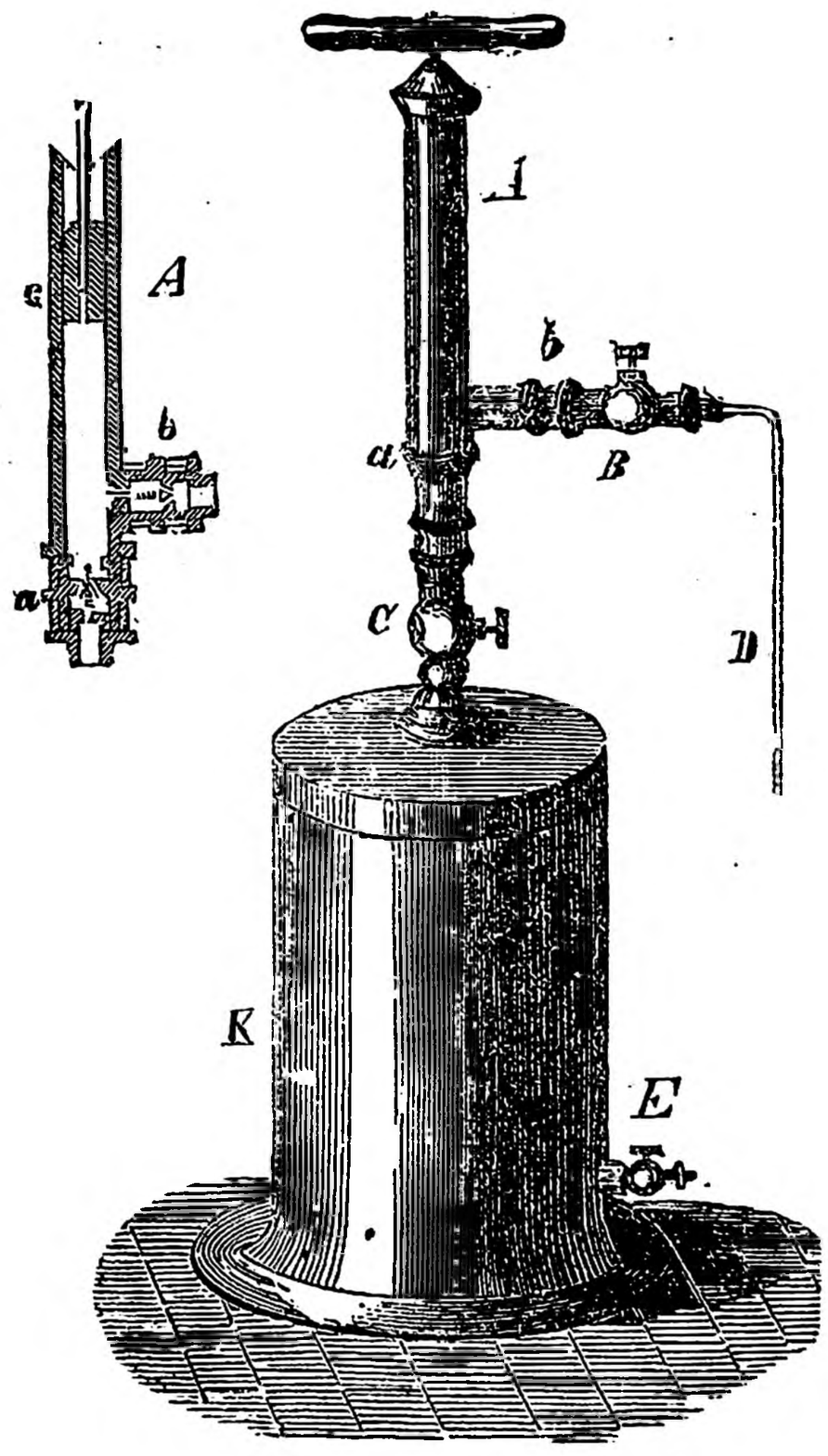
Въ заключеніе замѣтимъ, что посредствомъ воздушнаго насоса можно опредѣлить вѣсъ воздуха, заключающагося въ какомъ либо сосудѣ, напр. въ шарѣ; для этого сосудъ сперва взвѣшиваютъ вмѣстѣ съ воздухомъ, потомъ изъ него вытягиваютъ весь воздухъ и опять взвѣшиваютъ шаръ; вычитая послѣдній вѣсъ изъ перваго, узнаютъ сколько вѣсилъ заключавшійся въ шарѣ воздухъ. Этимъ путемъ физики между прочимъ нашли, что кубическій футъ воздуха вѣситъ двадцать шесть граммовъ.

Нагнетательная машина или насосъ для сжиманія воздуха и газовъ.

Для ученыхъ и техническихъ цѣлей часто необходимъ сжатый воздухъ, обладающій большею упругостью. Сжатіе это производится посредствомъ нагнетательной машины, которая обыкновенно устраивается слѣдующимъ образомъ:

Въ плотно закрытый сосудъ *K* (рис. 46) ввинчиваютъ цилиндръ *A*, въ которомъ движется поршень *c* (рис. 45), плотно прилегающій къ стѣнкамъ цилиндра. Въ *B* и *C* находятся краны, которые открываются въ то время, когда дѣйствуютъ поршнемъ. При *a* и *b* находится два клапана, изъ которыхъ первый открывается внизъ, т. е. къ сосуду *K*, а второй (т. е. находящійся у *b*) въ сторону, т. е. по направленію къ поршню. Когда въ этомъ насосѣ поршень подымается вверхъ, то клапанъ *a* закрывается отъ давленія на

Рис. 45. Рис. 46.



Нагнетательный насосъ.

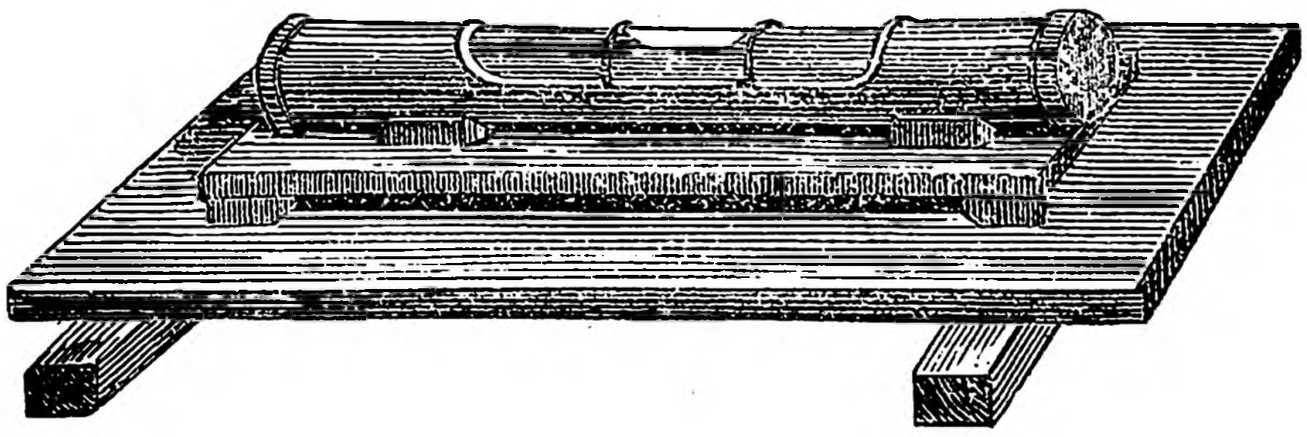
него воздуха снизу, а клапанъ *b* открывается отъ давленія внѣшняго воздуха, притекающаго черезъ трубку *D*. Когда же поршень опускается внизъ, то отъ сжиманія въ цилиндрѣ воздуха клапанъ *b* запирается, а клапанъ *a* открывается, причемъ воздухъ, вошедшій черезъ трубку *D* въ цилиндръ, прогоняется въ сосудъ *K* и сгущаетъ находившійся въ немъ воздухъ. Черезъ кранъ *E* сжатый воздухъ проводятъ въ тѣ мѣста, гдѣ онъ нуженъ.

На тѣхъ же началахъ устроены напи духовыя ружья, которыя заряжаются не порохомъ, а сжатымъ воздухомъ. Въ Лондонѣ съ помощью сжатаго воздуха отправляютъ черезъ подземный тоннель письма и пакеты, которые въ нѣсколько секундъ проходятъ разстояніе въ 1800 футовъ.

Гидравлическіе снаряды (1).

Ватерпасъ. Въ техникѣ часто очень важно знать, находится ли данная плоскость въ горизонтальномъ положеніи или нѣтъ. Для опредѣленія этого служитъ такъ называемый *ватерпасъ*, состоящій изъ закрытой съ обоихъ концовъ стеклянной трубки (рис. 47), средина которой нѣсколько

Рис. 47.



Ватерпасъ.

выпуклѣе остальныхъ частей. Трубка эта прикрѣплена къ мѣдной пластинкѣ, и вся наполнена водою, за исключеніемъ

---

(1) Отъ греческаго слова *гидоръ* вода.

болѣе выпуклой средины, въ которой содержится воздухъ. Если этотъ приборъ поставить на совершенно горизонтальную плоскость, то воздухъ останется въ выпуклой срединѣ; при малѣйшемъ же наклоненіи плоскости онъ перемѣстится въ выше лежащій конецъ трубки, а соотвѣтствующая ему часть воды перейдетъ въ выпуклую средину.

Ливеръ. На давленіи воздуха основано устройство *ливера*, т. е. снаряда, служащаго для переливанія жидкостей изъ одного сосуда въ другой малыми количествами. Снарядъ этотъ состоитъ изъ продолговатой трубки (см. рис. 48) съ узенькими концами и широкой серединой. Одинъ конецъ трубки погружаютъ въ жидкость, а другой берутъ въ ротъ и посредствомъ всасыванія вытягиваютъ изъ него воздухъ; тогда жидкость, вслѣдствіе давленія внѣшняго воздуха на ея поверхность, начнетъ проникать въ трубку и наполнитъ ее. Если потомъ закрыть пальцемъ верхнее отверстіе трубки, то можно ее перенести куда угодно, не опасаясь, чтобы жидкость вылилась изъ нижняго отверстія, потому что внѣшній воздухъ будетъ поддерживать ее своимъ давленіемъ снизу. Тоже самое бываетъ, когда предварительно не вытягиваютъ изъ ливера воздухъ, но погружаютъ его въ жидкость до верхняго конца и, закрывъ верхнее отверстіе пальцемъ, вынимаютъ наполненный ливеръ.

Рис. 48.

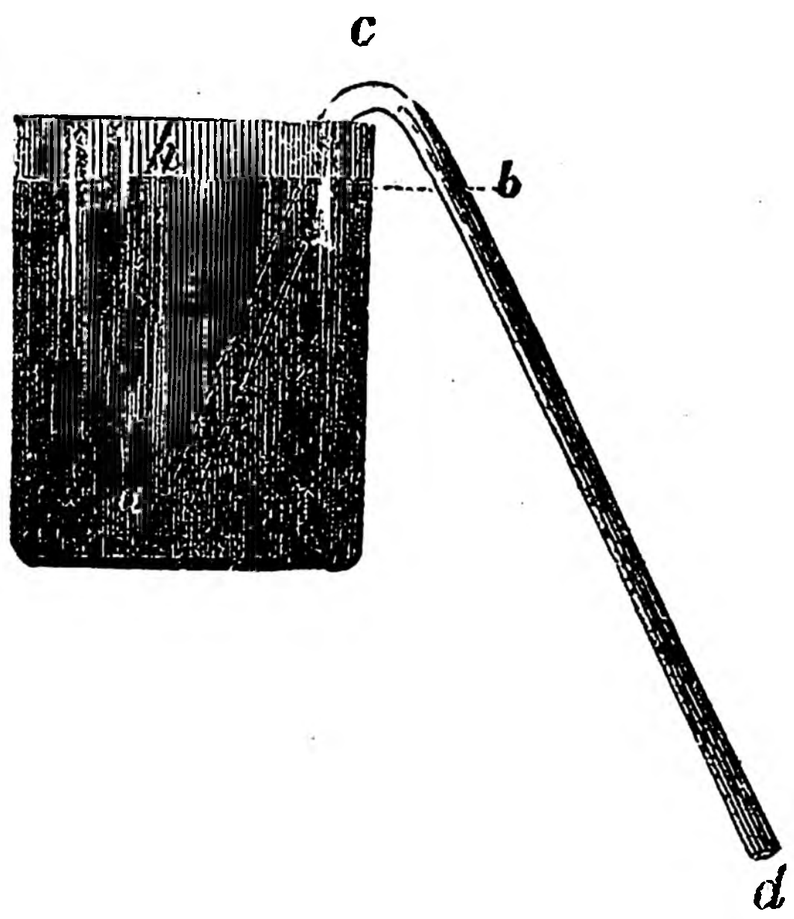


Ливеръ.

Сифономъ называется открытая съ обѣихъ сторонъ изогнутая трубка (рис. 49), состоящая изъ двухъ колѣнъ разной длины. Снарядъ этотъ также употребляется для переливанія жидкостей, преимущественно такихъ, въ которыхъ образуется осадокъ и которыхъ не хотятъ мутить при переливаніи въ дру-

гой сосудъ. Чтобы привести его въ дѣйствіе, короткое колѣно погружаютъ въ жидкость, а изъ длиннаго посредствомъ всасыванія вытягиваютъ воздухъ. Черезъ это въ сифонѣ образуется пустота, и атмосферное давленіе, дѣйствующее на поверхность жидкости h, заставитъ ее подняться вверхъ по трубкѣ, которая такимъ образомъ наполнится ею. Если по-

Рис. 49.



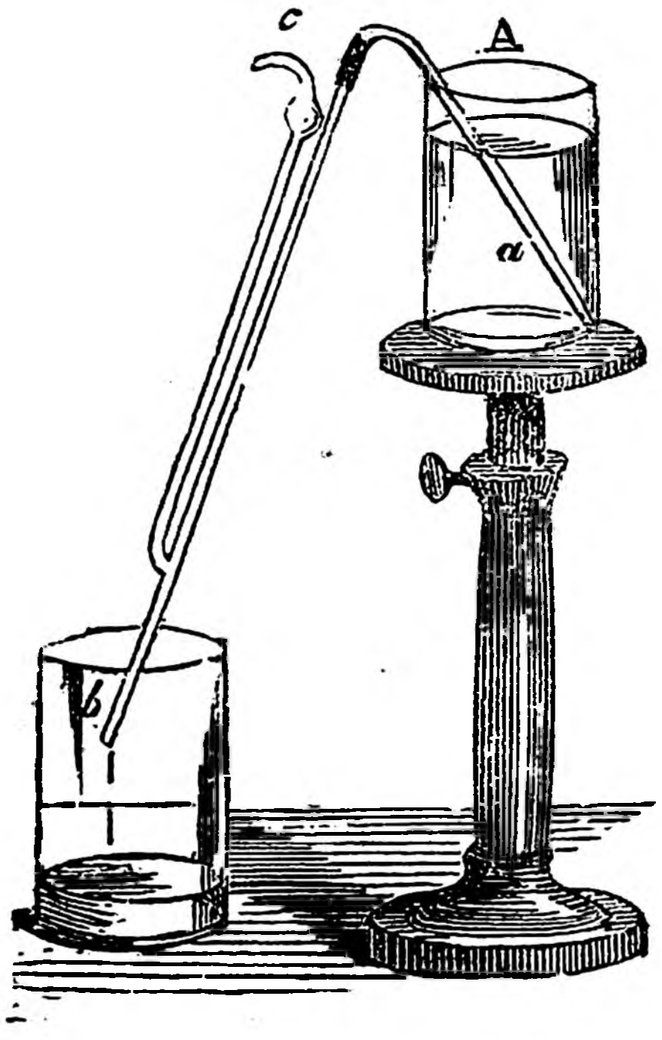
Сифонъ.

томъ выпустимъ изо рта длинное колѣно, то увидимъ, что жидкость будетъ выливаться изъ него до тѣхъ поръ, пока уровень ея hb не понизится до точки a, т. е. отверстія короткой вѣтви. Причину этого явленія легко понять. Воздухъ, производящій давленіе на поверхность жидкости и стремляющійся вытѣснить ее сперва въ короткое колѣно, а потомъ въ длинное, долженъ для этого преодолѣть только тяжесть колонны воды hc, между тѣмъ какъ воздуху, давящему

на точку d для того, чтобы вытѣснить жидкость изъ длиннаго колѣна въ короткое, приходится поднимать колонну жидкости гораздо большую, а именно dc; слѣдовательно въ первомъ случаѣ атмосферное давленіе встрѣчаетъ меньшее сопротивленіе, чѣмъ во второмъ, а потому жидкость течетъ изъ короткой вѣтви въ длинную.

Чтобы при высасываніи воздуха изъ длиннаго колѣна жидкость не попадала въ ротъ, сифонъ устраиваютъ обыкновенно такъ, какъ онъ изображенъ на рис. 50. Если желаютъ

Рис. 50.



Сифонъ съ трубкою для всасыванія.

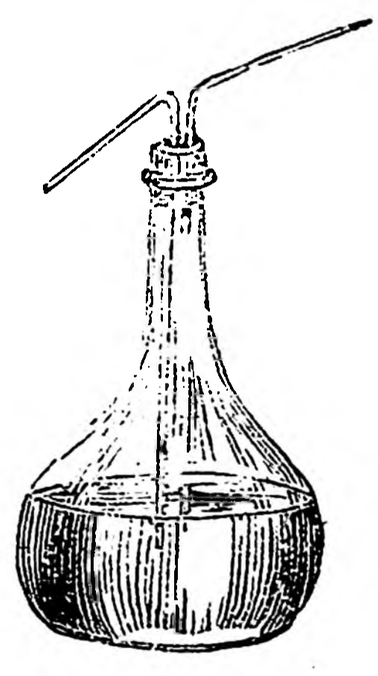
опорожнить сосудъ A посредствомъ сифона, то, закрывъ отверстіе b, берутъ въ ротъ конецъ c и вытягиваютъ воздухъ до тѣхъ поръ, пока жидкость не проникнетъ изъ a въ длин-

ное колѣно ниже уровня воды, заключающейся въ сосудѣ *A*. Если затѣмъ открытъ отверстіе *b*, то вода польется изъ него какъ изъ обыкновеннаго сифона.

Посредствомъ сифона можно проводить воду черезъ значительную высоту. Для этого стоитъ только устроить сифонъ такъ, чтобы кривизна его лежала надъ вершиною, напр. горы, и чтобы короткое колѣно его лежало въ водѣ съ одной стороны горы, а длинное съ другой.

Стклянка для шприцеванія. Она состоитъ изъ обыкновенной стклянки (рис. 51), плотно закупоренной пробкою, черезъ которую проходитъ трубка, погруженная однимъ концемъ въ воду; когда въ другую трубку, также проходящую сквозь пробку, дуютъ ртомъ, то заключающійся въ стклянкѣ воздухъ сжимается и производитъ давленіе на воду, которая оттого выходитъ струею черезъ первую трубку и притомъ до тѣхъ поръ, пока дуютъ въ коротенькую трубку. Въ химическихъ лабораторіяхъ такою стклянкою часто пользуются для промыванія осадковъ и т. п.

Рис. 51



Стклянка для шприцеванія.

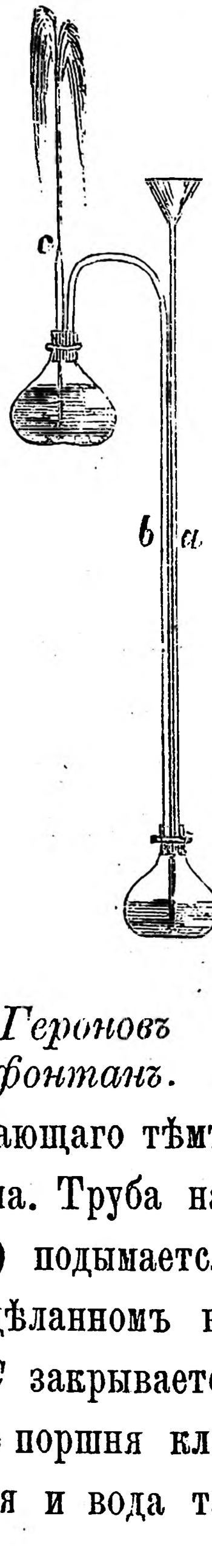
Геронов фонтанъ ([1]). Искривленная трубка *b* (рис. 52) проходитъ черезъ пробки двухъ стклянокъ, изъ которыхъ верхняя до половины наполнена водою, а нижняя порожняя. Если черезъ воронку трубки *a* начнемъ лить воду, то воздухъ, заключающійся въ нижней стклянкѣ и въ трубкѣ *b*,

---

([1]) Геронъ, изобрѣтатель этого фонтана, родился въ Александріи 120 лѣтъ до Р. Х.

сгустится и произведетъ на воду, содержащуюся въ верхней стклянкѣ, такое сильное давленіе, что она начнетъ бить фонтаномъ черезъ трубку *c*.

Рис. 52.



Геронов фонтанъ.

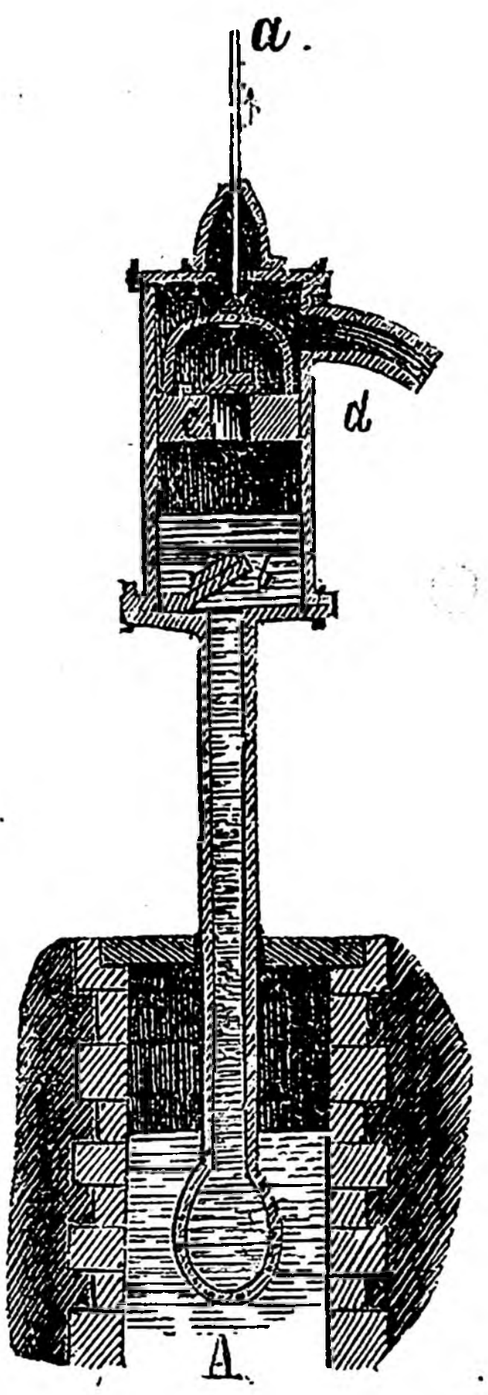
Всасывающій насосъ имѣетъ такое же устройство, какъ и воздушный (см. стр. 128). Въ воду опускается труба (рис. 53), которой нижній конецъ *A* устроенъ въ видѣ рѣшета для того, чтобы въ нее не попадали ни тина, ни другія нечистоты. Когда поршень *a*, въ срединѣ котораго проходитъ каналъ, поднимается вверхъ, то клапанъ *c* закрывается, а клапанъ *b* открывается и вода подымается въ верхнюю, широкую часть цилиндра; при опусканіи же поршня, клапанъ *b* закрывается, а клапанъ *c* открывается, причемъ вода проходитъ черезъ каналъ поршня и вытекаетъ изъ отверстія *d*.

Толкающій насосъ отличается отъ всасывающаго тѣмъ, что въ поршнѣ его нѣтъ ни канала, ни клапана. Труба насоса стоитъ въ водѣ. Когда поршень *A* (рис. 54) подымается, то клапанъ *B*, находящійся при отверстіи, сдѣланномъ въ днѣ трубы, открывается, а боковой клапанъ *C* закрывается отъ давленія столба воздуха *D*. При опусканіи же поршня клапанъ *B* закрывается, а клапанъ *C* открывается и вода такимъ образомъ вдавливается въ трубу *D*.

Пожарная труба (рис. 55) состоитъ изъ двухъ толкающихъ насосовъ, приводимыхъ въ дѣйствіе посредствомъ одного рычага, къ которому стержни поршней прикрѣплены

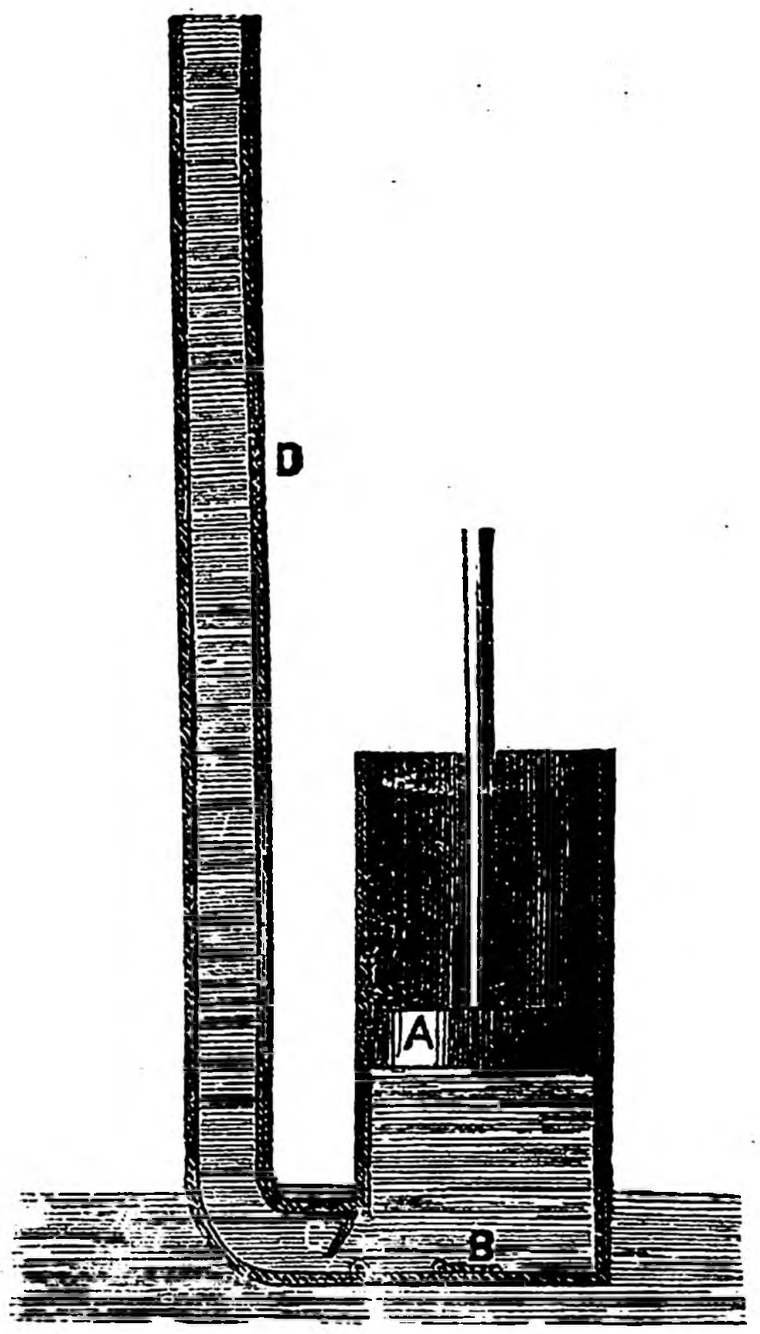
такимъ образомъ, что одинъ поршень опускается въ то время, когда другой подымается. Въ нашемъ рисункѣ *aa* представляютъ оба поршня, *bb* клапаны, черезъ которые вода подымается изъ водоема, *cc* клапаны, черезъ которые вода прого-

Рис. 53.



Всасывающій насосъ.

Рис. 54.

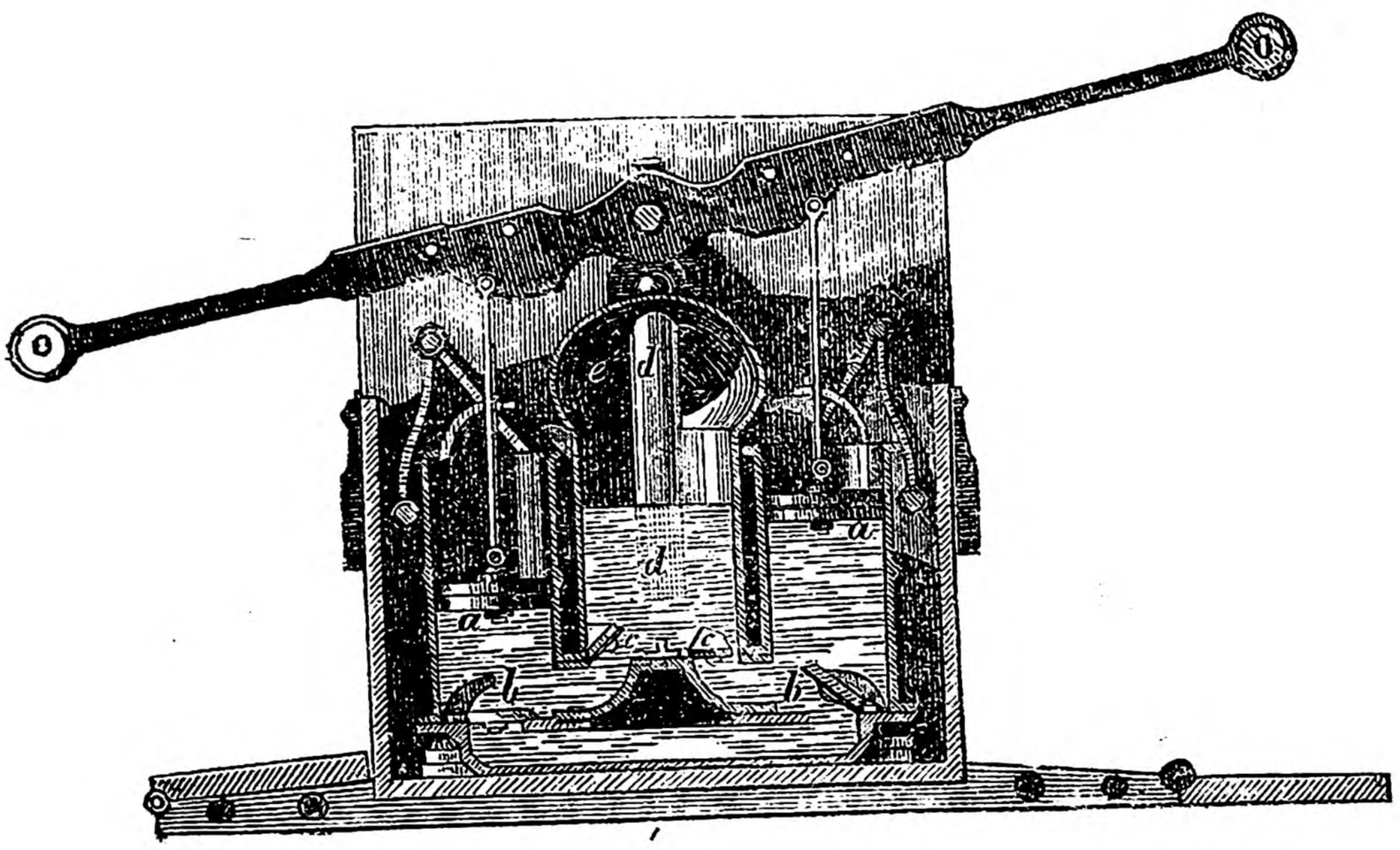


Толкающій насосъ.

няется сперва въ трубу *dd*, а оттуда въ каучуковую трубу, свободный конецъ которой направляютъ при пожарѣ на пламена. Дѣйствіе всѣхъ частей пожарной трубы понятно уже изъ описанія толкающаго насоса (стр.144). Соединеніе двухъ

толкающихъ насосовъ выгодно въ томъ отношеніи, что при этомъ труба *dd* постоянно снабжается водою, то однимъ, то другимъ насосомъ.

Рис. 55.



Пожарная труба.

Объ электричествѣ.

Уже за шесть сотъ лѣтъ до Р. Х. одинъ изъ семи греческихъ мудрецовъ, Θалесъ милетскій, замѣтилъ, что если янтарь сильно потереть шерстяною матеріею, то онъ пріобрѣтетъ способность притягивать къ себѣ легкія тѣла, напр. маленькіе куски бумаги, бородку пера и т. п. Благодаря этому свойству, онъ получилъ отъ грековъ названіе *электронъ*, происходящее отъ греческаго слова *элкейнъ* притягивать. Въ послѣдствіи эту притягательную силу начали называть *электричествомъ*, а всѣ сопровождающія его явленія—*электрическими*.

Однако въ теченіе весьма долгаго времени никто не обращалъ особеннаго вниманія на это физическое свойство; наконецъ въ исходѣ XVI вѣка англичанинъ Уильямъ Джилбертъ, врачъ королевы Елисаветы, доказалъ, что не только янтарь, но и многія другія тѣла, напр. стекло, смола, сѣра, шелкъ, алмазъ и др. пріобрѣтаютъ притягательную силу, когда ихъ трутъ шерстяною матеріею или кошачьемъ мѣхомъ ([1]).

([1]) Въ 1600 г. Джилбертъ издалъ сочиненіе подъ заглавіемъ

Чтобы убѣдиться въ томъ, что подъ вліяніемъ тренія тѣла пріобрѣтаютъ притягательную силу, намъ не нужно прибѣгать ни къ какимъ сложнымъ аппаратамъ, а достаточно взять палочку сургуча или стеклянный прутикъ, потереть ихъ о шерстяную матерію и потомъ поднести къ маленькимъ лоскуткамъ бумаги или къ кусочку пробковаго дерева: тогда мы увидимъ, что эти легкія тѣла мгновенно приблизятся къ электризованной (натертой) палочкѣ сургуча.

Но если такую палочку сургуча приблизить къ шарику изъ бузинной сердцевины, висящему на шелковинкѣ, то она сперва притянетъ его къ себѣ, но тотчасъ послѣ прикосновенія къ нему оттолкнетъ его отъ себя. То же самое бываетъ, когда къ бузинному шарику приближаютъ стеклянную палочку, потертую шерстяною матеріею: шарикъ сперва притягивается и затѣмъ отталкивается. Но если шарикъ, оттолкнутый отъ палочки сургуча, приблизить къ стеклянной палочкѣ, то онъ быстро притягивается ею, и наоборотъ, шарикъ, оттолкнутый отъ стеклянной палочки послѣ прикосновенія его съ нею, быстро притягивается палочкою сургуча. Изъ этого должно заключить, что электричество, вызываемое треніемъ въ стеклѣ, различно отъ электричества, обнаруживающагося въ сургучѣ, такъ какъ потертое стекло притягиваетъ то, что потертый сургучъ отталкиваетъ, и наоборотъ. Первое электричество, которое пріобрѣтается отъ тренія стекла, извѣстно въ наукѣ подъ названіемъ *положительнаго*, а получаемое отъ на-

---

«De magnete», въ которомъ онъ перечисляетъ всѣ тѣла, которыя подъ вліяніемъ тренія дѣлаются электрическими.

тиранія сургуча (и вообще всякой смолы)—подъ названіемъ *отрицательнаго* (1).

На существованіе двоякаго рода электричества первый указалъ въ 1734 году французскій физикъ Дю-фе (Du Fay).

Изъ приведенныхъ нами явленій физики заключили также, что *однородныя электричества* взаимно *отталкиваются*, а *разнородныя, напротивъ того, притягиваются*, потому что только этимъ и можно объяснить странность описанныхъ нами явленій. И дѣйствительно, когда сургучъ (или другую смолу), получившій отъ тренія отрицательное электричество, приближаютъ къ бузинному шарику, то послѣдній сначала притягивается сургучемъ, потому что онъ обладаетъ притягательною силою; но потомъ, когда въ томъ же шарикѣ, вслѣдствіе соприкосновенія съ сургучемъ, также проявится отрицательное электричество (2), сургучъ тотчасъ же оттолкнетъ его отъ себя, потому что *однородныя электричества* или *тѣла, содержащія однородное электричество, взаимно отталкиваются*. Если затѣмъ тотъ же *отрицательно* электризованный шарикъ приблизить къ стеклянной палочкѣ, въ которой отъ тренія шерстью, развилось *положительное* электричество, то онъ мгновенно притянется ею, потому что *разнородныя электричества* или тѣла, *содержащія разнородное электричество, другъ друга притягиваютъ*.

---

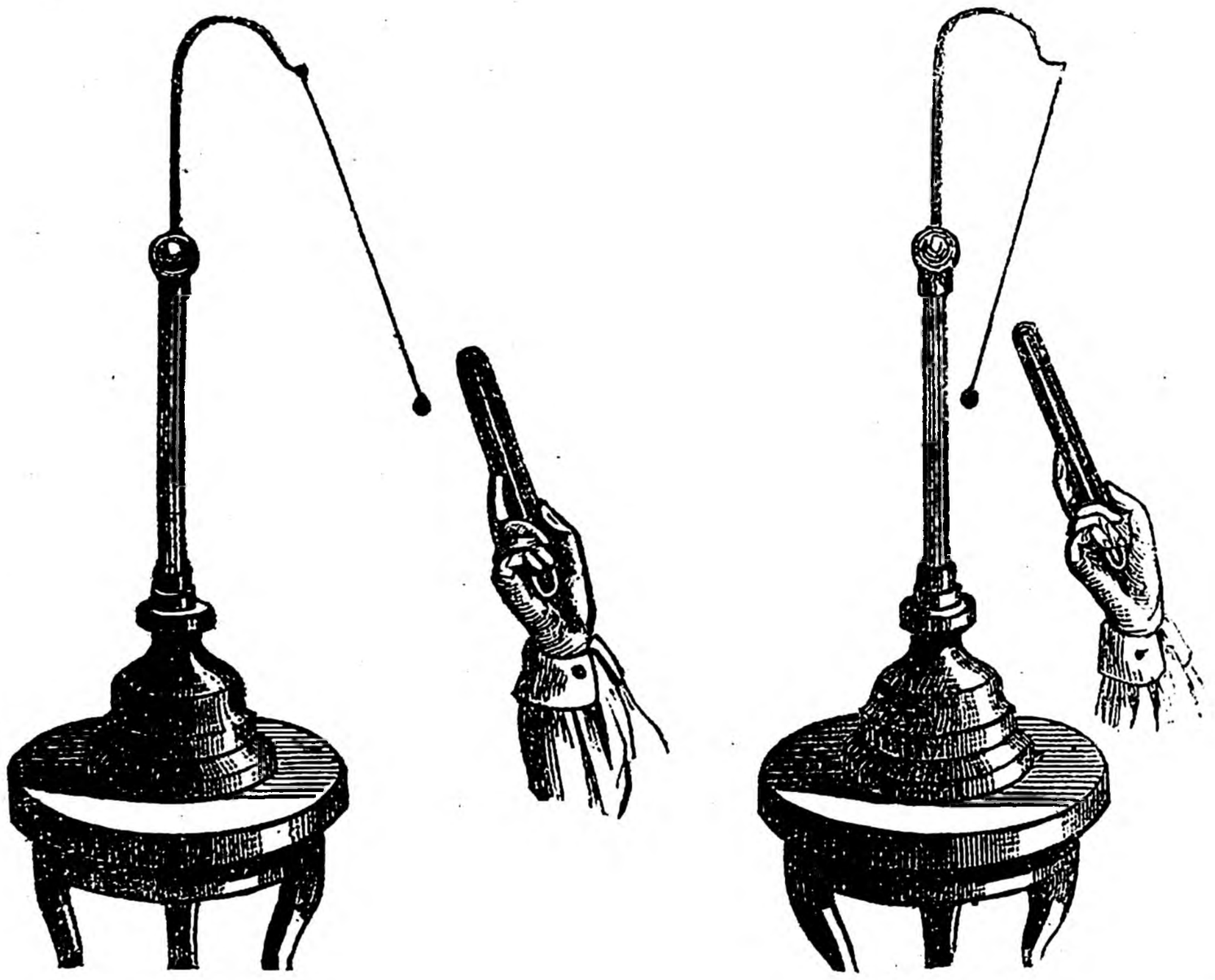
(1) Ихъ называютъ также положительнымъ и отрицательнымъ электрическимъ *токомъ*.

(2) Ниже мы узнаемъ причину, почему отъ соприкосновенія съ сургучемъ въ шарикѣ образуется отрицательное электричество.

То же самое бываетъ, когда бузинные шарики приближаютъ сперва къ стеклянной палочкѣ, отъ которой онъ, вслѣдствіе прикосновенія съ нею, электризуется также положительно, а потому отталкивается отъ стеклянной палочки и притягивается потомъ сургучемъ, въ которомъ содержится *отрицательное* электричество.

Для этихъ опытовъ обыкновенно употребляютъ такъ называемый электрическій маятникъ, который изображенъ на рисункахъ 56 и 57; первый показываетъ, какъ шарикъ притягивается электризованною палочкою, а второй, какъ онъ отталкивается ею.

Рис. 56. Рис. 57.



Электрическій маятникъ.

Въ физикѣ положительное электричество обозначаютъ знакомъ+Е, а отрицательное знакомъ—Е.

Что касается до сущности и происхожденія самаго электричества, то это до сихъ поръ еще остается тайною для естествоиспытателей. Однако физики полагаютъ, что во всякомъ тѣлѣ заключается равное количество какъ положительнаго, такъ и отрицательнаго электричества, но что оба они притягиваются другъ къ другу и потому взаимно уничтожаютъ свою силу и не производятъ никакихъ электрическихъ явленій. Въ такомъ бездѣйственномъ состояніи электричество называется *среднимъ*, *связаннымъ* или *естественнымъ*. Но какъ только разъединяютъ оба рода электричества посредствомъ тренія или какого нибудь химическаго дѣятеля, то каждый видъ электричества начинаетъ обнаруживать свою притягательную силу и разныя другія свойства, и тогда называется *свободнымъ*. При этомъ, если шерстью трутъ стекло, то въ послѣднемъ остается положительное электричество, а въ первую переходитъ отрицательное. Противоположное бываетъ, когда шерстью трутъ сургучъ: тогда отрицательное электричество остается въ сургучѣ, а въ шерсть переходитъ положительное.

Саймеръ (Symmer), англійскій физикъ, первый высказалъ предположеніе о существованіи въ каждомъ тѣлѣ двухъ электрическихъ токовъ.

О проводникахъ электричества.

Англійскій физикъ Грэ (Gray), умершій около 1720 г. первый замѣтилъ, что электризованныя тѣла всегда быстро утрачиваютъ свои электрическія свойства, если приходятъ въ непосредственное соприкосновеніе съ землею или даже если они сообщаются съ нею посредствомъ куска металла, дерева, камня или какого нибудь влажнаго предмета, и что тѣ же самыя тѣла долго сохраняютъ свои электрическія свойства, если они лежатъ на стеклѣ, шелкѣ, смолѣ, сѣрѣ и др. Изъ этого Грэ заключилъ, что иныя тѣла легко проводятъ электричество въ землю, а другія нѣтъ. Первыя онъ назвалъ *хорошими проводниками* электричества, а вторыя *дурными проводниками* (потому что нѣтъ въ природѣ тѣла, которое вовсе не проводило бы электричества). Тѣла, дурно проводящія электричество, называются также *уединяющими*, потому что въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ нужно удержать электрическій токъ въ какомъ нибудь тѣлѣ, ихъ употребляютъ для разобщенія послѣдняго съ землею.

Самыми лучшими проводниками электричества считаются металлы; за ними слѣдуютъ графитъ, хорошо пережженый уголь, растворы солей или кислотъ, вода въ жидкомъ состояніи или въ видѣ паровъ, человѣческое тѣло, растенія и вообще всѣ влажныя вещества.

Къ дурнымъ проводникамъ принадлежатъ: сѣра, смолы и камедь, каучукъ, гутта-перча, шелкъ, стекло, драгоцѣнные камни, не пережженый уголь, терпентинъ, растительныя масла, сухой воздухъ и газы безъ примѣси влаги. Хотя всѣ эти

тѣла весьма дурно проводятъ электричество изъ одного тѣла въ другое, однако сами могутъ быть электризованы, — но только посредствомъ тренія.

Хорошіе же проводники могутъ быть электризованы (т. е. въ нихъ можно вызывать электрическія явленія) тремя способами: треніемъ, непосредственнымъ прикосновеніемъ и вліяніемъ на извѣстномъ разстояніи (какъ мы это увидимъ ниже при описаніи электрической машины).

Когда хотятъ электризовать металлическое тѣло, его нужно предварительно уединить, т. е. поставить на дурной проводникъ, напр. на стекло; въ противномъ случаѣ все вызванное въ немъ электричество перейдетъ въ землю. Самое же треніе должно производить не иначе какъ уединяющимъ тѣломъ (т. е. дурнымъ проводникомъ), напр. кускомъ шелковой матеріи и т. п.; потому что иначе электричество, развивающееся отъ тренія, тотчасъ же перейдетъ черезъ руку въ тѣло того, кто производитъ треніе, а изъ тѣла черезъ полъ въ землю; потому что тѣло человѣческое, какъ мы сказали выше, принадлежитъ къ хорошимъ проводникамъ.

Электризованное тѣло, *прикасаясь* къ хорошему проводнику, тотчасъ же электризуетъ его.

О мѣстѣ накопленія электрическаго тока.

Многочисленные опыты доказали, что когда какое нибудь тѣло электризуется, то все электричество накопляется только на самой поверхности его, и при этомъ выказываетъ постоян-

ное стремленіе перейти въ другое тѣло, что̀ оно дѣйствительно и дѣлаетъ, какъ только представляется къ тому возможность. Пока напряженіе, обнаруживаемое въ тѣлѣ электричествомъ, еще не достигло извѣстныхъ предѣловъ, оно уравновѣшивается сопротивленіемъ, представляемымъ дурною проводимостью воздуха, когда онъ сухъ. Но когда электричества накопится столько, что сила его начнетъ одолѣвать сопротивленіе воздуха, то оно освободится съ трескомъ и свѣтомъ въ видѣ искры. Въ влажномъ воздухѣ электричество не можетъ обнаруживать сильнаго напряженія, потому что, благодаря хорошей проводимости влажнаго воздуха, оно постепенно выходитъ изъ электризованнаго тѣла и слѣдовательно не успѣваетъ накопляться. Въ безвоздушномъ же пространствѣ, гдѣ нѣтъ никакого сопротивленія, электричество освобождается безпрестанно, распространяя при этомъ слабый свѣтъ.

Опытами доказано также, что если электризованное тѣло оканчивается остріемъ, то въ этомъ послѣднемъ накопляется всего болѣе электричества, которое по этому выказываетъ здѣсь наиболѣе стремленія удалиться, чѣмъ въ другихъ частяхъ тѣла. И дѣйствительно, электризованное тѣло, снабженное остріемъ, очень скоро утрачиваетъ свое электричество, и когда держатъ руку надъ остріемъ, то чувствуютъ, какъ будто изъ него выходитъ легкій вѣтерокъ. Если электричество освобождается въ темнотѣ, то кромѣ того надъ остріемъ всегда бываетъ замѣтна огненная кисть.

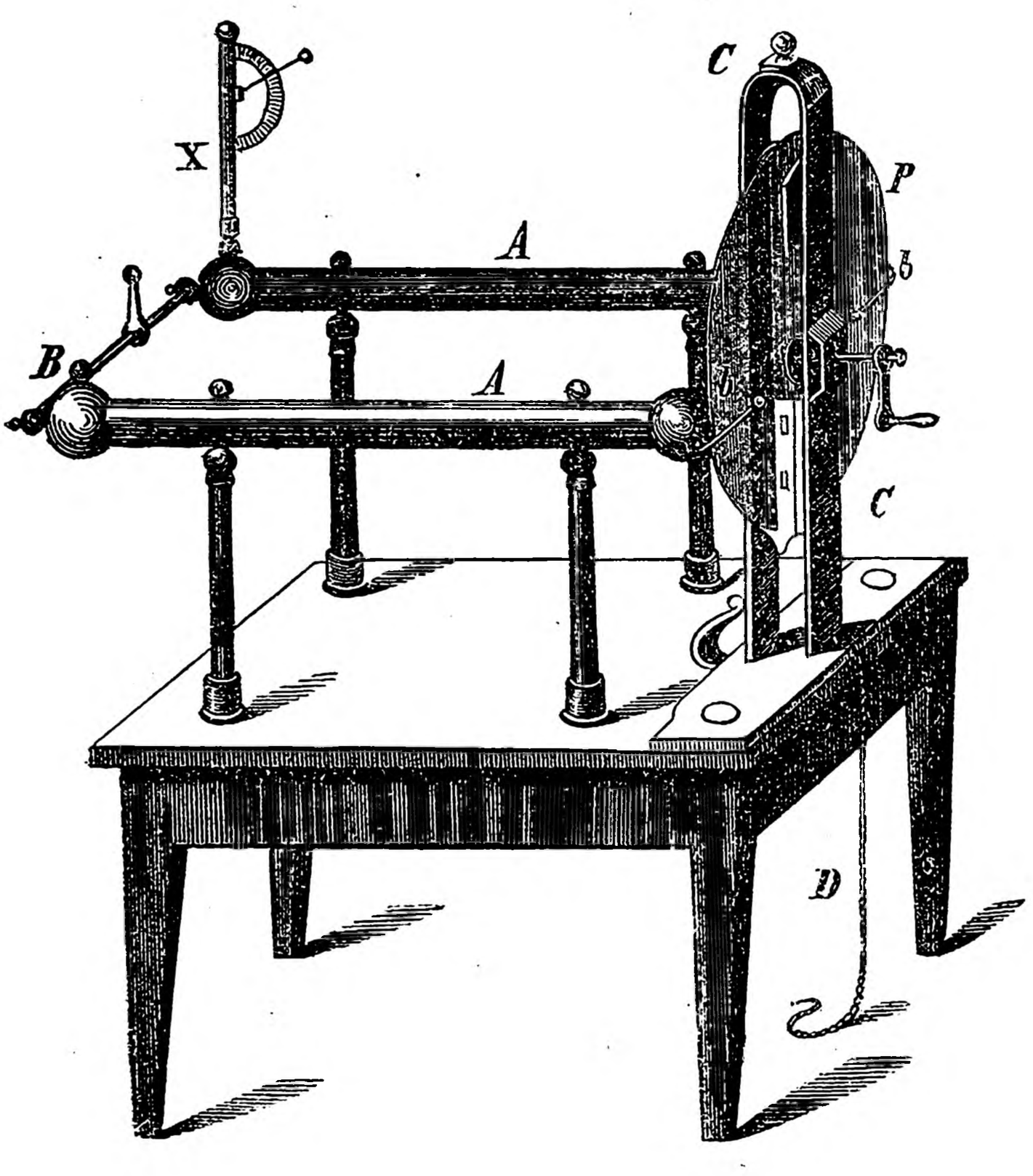
Объ электрической машинѣ.

Электрическая машина служитъ для развитія большаго ко-

личества электричества посредствомъ тренія. Она была изобрѣтена въ XVII столѣтіи Оттономъ фонъ Герике, тѣмъ самымъ, который изобрѣлъ воздушный насосъ (см. стр. 131). Его электрическая машина состояла изъ сѣрнаго шара, прикрѣпленнаго къ деревянной оси, и приводилась въ дѣйствіе слѣдующимъ образомъ: одну руку клали на шаръ, а другою вертѣли ось его, такъ что сѣрный шаръ электризовался единственно треніемъ руки. Послѣ разныхъ усовершенствованій электрическая машина получила наконецъ ту форму, въ какой она представлена на рисункѣ 58; въ этомъ же видѣ ее встрѣчаютъ теперь во всѣхъ физическихъ кабинетахъ.

Машина эта состоитъ изъ стекляннаго *круга P*, черезъ средину котораго проходитъ ось, приводимая въ движеніе посредствомъ рукоятки. Ось эта держится въ стойкѣ *CC*, къ которой прикрѣплены четыре кожанныя подушки, — двѣ съ одной стороны стекляннаго круга вверху и двѣ съ другой стороны его внизу. Подушки набиты лошадинымъ волосомъ и намазаны кинмайерскою мазью, состоящею изъ ртути, олова, цинка и жира; онѣ плотно прилегаютъ къ стеклянному кругу и электризуютъ его на обѣихъ сторонахъ своимъ треніемъ въ то время, когда вертятъ ось, на которомъ онъ сидитъ. На томъ же столѣ, на которомъ стоитъ стойка съ кругомъ, поставлены два длинные металлическіе (обыкновенно изъ желтой мѣди) цилиндра *A* и *A*, которые называются *проводниками* или *кондукторами* и которые уединены, т. е. укрѣплены на стеклянныхъ ножкахъ, не проводящихъ электричества. Задніе концы проводниковъ соединены между собою металлическою трубкою *B*, а къ каждому изъ переднихъ, т. е. изъ обращенныхъ къ кругу, придѣланы по два металлическіе *гребня bb*, которые обхватываютъ противо-

Рис. 58.



Электрическая машина.

положные края стекляннаго круга. Внутреннія поверхности гребней, обращенныя къ кругу, снабжены остріями, служащими для выпусканія электричества, какъ мы это сейчасъ увидимъ.

Зная устройство электрической машины легко понять, какимъ образомъ въ проводникахъ развивается электричество: когда вращаютъ стеклянный кругъ, посредствомъ рукоятки, то онъ трется о подушки и въ немъ развивается положительное электричество, между тѣмъ какъ въ подушкахъ собирается отрицательное электричество, которое однакожъ уходитъ въ землю черезъ деревянную стойку C и соединенную съ нею металлическую цѣпочку D, хватающую до земли; положительное же электричество, накопляющееся въ стекляномъ кругѣ, начинаетъ дѣйствовать на гребни, а черезъ нихъ и на металлическіе цилиндры AA. Вслѣдствіе такого дѣйствія естественное электричество (1) цилиндровъ разлагается на положительное и отрицательное, изъ которыхъ послѣднее вытекаетъ черезъ острія гребней и соединяется съ положительнымъ электричествомъ стекляннаго круга, а первое остается въ проводникахъ AA. Такимъ образомъ по мѣрѣ вращенія стекляннаго круга, въ цилиндрахъ AA положительнаго электричества накопляется все больше и больше, между тѣмъ какъ вытекающее изъ нихъ черезъ острія гребней отрицательное электричество соединяется съ положительнымъ электричествомъ стекляннаго круга и черезъ то образуетъ въ послѣднемъ естественное электричество, которое отъ тренія о

---

(1) Мы уже выше стр. 151 объяснили, что называется естественнымъ или среднимъ электричествомъ.

подушки снова разлагается на положительное и отрицательное; причемъ послѣднее опять-таки уходитъ въ землю черезъ цѣпочку D, а первое вновь притягиваетъ отрицательное электричество изъ проводниковъ AA, въ которыхъ такимъ образомъ получается новое количество положительнаго электричества и т. д. — Изъ этого видно, что главное назначеніе электрической машины заключается въ томъ, чтобы развивать въ цилиндрахъ AA какъ можно большее количество свободнаго электричества, которое часто употребляется въ химіи, технической промышленности и даже въ медицинѣ.

Если нужно накопить и отрицательнаго электричества, то цѣпочку D, подушки или стойку соединяютъ съ особыми пріемниками; тогда отрицательное электричество, вмѣсто того, чтобы уйти въ землю перейдетъ въ пріемники; а если въ то же время пожелаютъ удалить положительное электричество изъ проводниковъ AA, то стоитъ только соединить ихъ съ землею посредствомъ цѣпочки или отнять уединяющія стеклянныя ножки.

Для опредѣленія степени заряженія (1) проводника, къ концу одного изъ нихъ придѣлываютъ такъ называемый *электрометръ* (мѣритель электричества). Снарядъ этотъ изобрѣтенъ Генлеемъ и состоитъ изъ деревянной палочки x, къ которой прикрѣпленъ полукругъ изъ слоновой кости, раздѣленный на 180 градусовъ. Въ центрѣ полукруга укрѣплена нитевидная стрѣлка изъ китоваго уса, имѣющая на свободномъ концѣ маленькій бузинный шарикъ, который, какъ мы видѣли выше стр. 149, имѣетъ свойство отталкиваться

---

(1) Заряженіе электричествомъ въ физикѣ значитъ накопленіе его.

положительнымъ электричествомъ. А такъ какъ электричество, по мѣрѣ заряженія проводниковъ распространяется и по деревянной палочкѣ и по китовой стрѣлкѣ, то весьма естественно, что бузинный шарикъ будетъ отталкиваться кверху тѣмъ дальше, чѣмъ больше въ кондукторѣ накопится положительнаго электричества.

Когда воздухъ сухъ и перестаютъ вертѣть стеклянный кругъ, то заряженные кондукторы электрической машины утрачиваютъ свое электричество очень медленно, а вслѣдствіе того и бузинный шарикъ электрометра также медленно спускается по полукругу. Въ сырую же погоду, напротивъ того, электричество быстро удаляется изъ заряженныхъ кондукторовъ, что̀ показываетъ и электрометръ, потому что тогда бузинный шарикъ опускается очень скоро. По этому, если хотятъ, чтобы опыты съ электрическою машиною были удачны, то непремѣнно нужно предварительно осушить воздухъ въ комнатѣ, нагрѣвая послѣднюю жаровнею, а самую машину тщательно отереть теплымъ холщевымъ полотенцемъ.

Однакожъ не должно полагать, чтобы продолжительнымъ вращеніемъ стекляннаго круга можно было по произволу собирать въ проводникахъ неограниченное количество электричества. Сначала послѣднее дѣйствительно быстро накопляется въ проводникахъ, но только до извѣстной степени, а именно до тѣхъ поръ, пока напряженіе его, т. е. стремленіе удалиться не пріобрѣтетъ такую силу, что въ состояніи будетъ одолѣть сопротивленіе, оказываемое ему дурною проводимостью воздуха и уединяющими стеклянными ножками проводниковъ. Съ того мгновенія проводники начнутъ терять свое электричество въ такой мѣрѣ, въ какой оно будетъ прибывать въ нихъ отъ продолжающагося тренія стекляннаго круга. Пре-

дѣлъ заряжанія проводниковъ (т. е. время, когда въ нихъ уже болѣе не можетъ накопляться электричество) указывается и электрометромъ; потому что бузинный шарикъ, не взирая на продолжающееся вращеніе стекляннаго круга, не отталкивается еще болѣе кверху, а остается на одномъ мѣстѣ, потому что въ проводникахъ болѣе не прибавляется электричества, такъ какъ всякій избытокъ его тотчасъ же удаляется въ воздухъ или уходитъ въ землю черезъ стеклянныя ножки.

Если хотятъ, чтобы электрическая машина дѣйствовала какъ можно лучше, то ее никогда не должно ставить близко къ стѣнѣ или мебели, особенно угловатой и вообще около такихъ веществъ, на которыя электричество можетъ оказывать свое вліяніе; потому что иначе заряженные проводники ея могутъ притянуть къ себѣ отрицательное электричество этихъ веществъ и соединившись съ нимъ пріидти въ недѣйствующее, естественное состояніе. Такъ напр. если передъ сильно заряженнымъ проводникомъ мы будемъ держать заостренную металлическую палочку, хотя бы даже въ нѣкоторомъ разстояніи, то вскорѣ замѣтимъ, что бузинный шарикъ электрометра начнетъ опускаться, а это ясно доказываетъ, что проводникъ утрачиваетъ свое электричество. Въ подобныхъ случаяхъ иногда говорятъ, что электричество переходитъ въ остріе металлической палочки (или на другіе предметы, находящіеся по близости), но это несправедливо: вѣдь отъ проводника въ остріе ничего не переходитъ, напротивъ того, остріе, въ которомъ при этомъ разлагается естественное электричество, уступаетъ свое отрицательное электричество проводнику машины и такимъ образомъ содѣйствуетъ къ переходу его положительнаго электричества въ естественное, недѣйствующее состояніе.

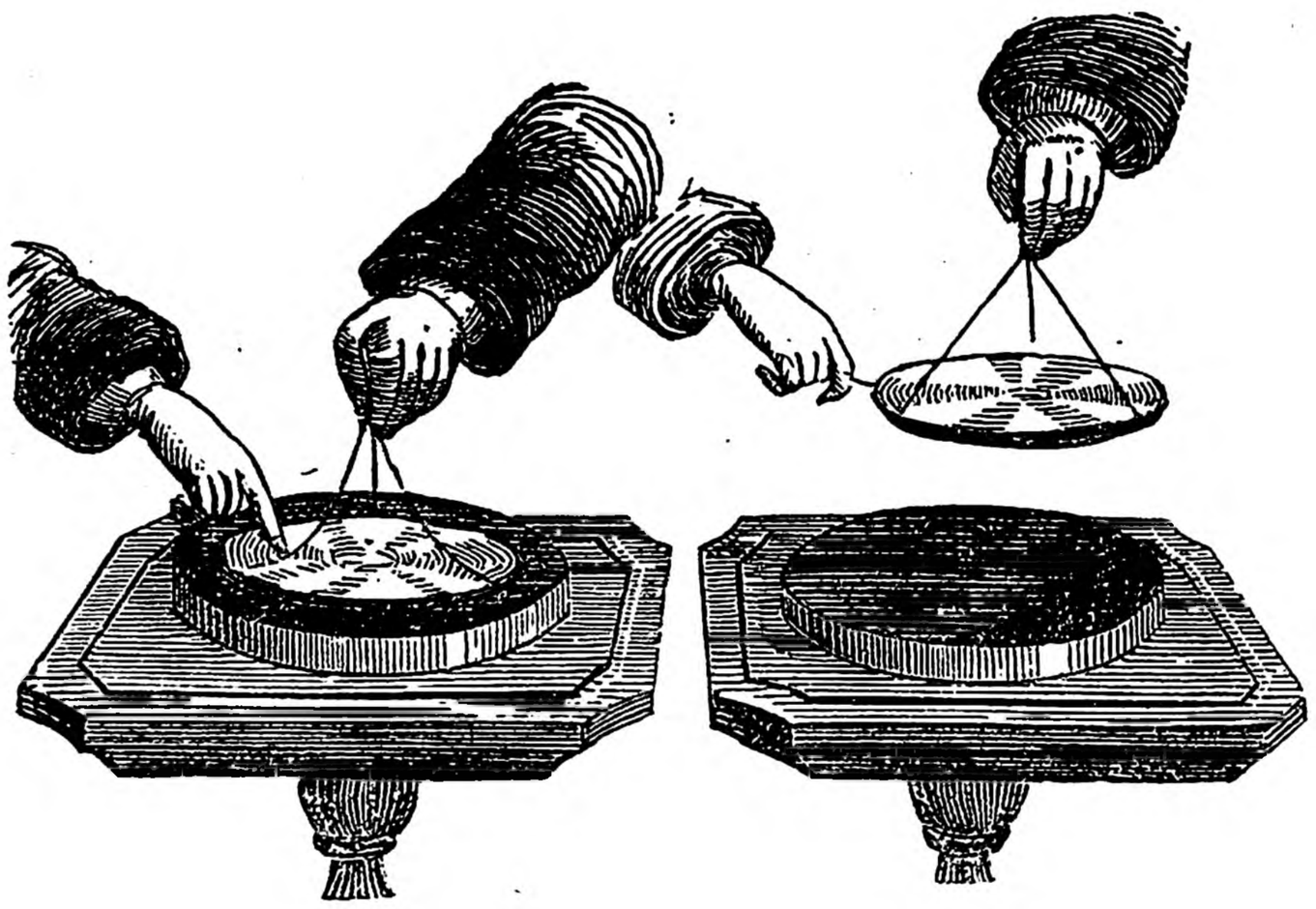
Если человѣкъ прикасается къ заряженному проводнику электрической машины непосредственно или проволокою, то въ немъ точно также накопляется электричество, какъ и въ самомъ проводникѣ: изъ него выходятъ искры отовсюду, гдѣ бы до него не дотронулись, совершенно какъ отъ прикосновенія къ заряженнымъ проводникамъ; голова его въ темнотѣ издаетъ блѣдный свѣтъ, а волосы у него подымаются дыбомъ, потому что они всѣ заряжены положительнымъ электричествомъ и оттого другъ друга отталкиваютъ какъ тѣла, электризованныя однороднымъ электрическимъ токомъ.

Электроформъ.

Въ случаяхъ, гдѣ нужно не слишкомъ большое количество электричества, вмѣсто электрической машины можно употреблять *электроформъ* (рис. 59). Это овальная плита изъ смолы или изъ смѣси брусковой камеди и венеціанскаго терпентина съ возможно гладкою поверхностью, на которой не должно быть никакихъ трещинъ. Если бить по поверхности камедистой плиты сухимъ лисьимъ хвостомъ, то на ней накопится отрицательное электричество (т. е. электричество, развивающееся въ смолахъ, камедяхъ и т. д. подъ вліяніемъ тренія; см. стр. 148). А когда потомъ электризованную такимъ образомъ камедистую плиту покрыть металлическою крышкою, уединенною стеклянною рукояткою или шелковымъ шнуркомъ (для того, чтобы электричество не удалялось въ землю черезъ руку человѣка), то отъ дѣйствія отрицательнаго элек-

тричества плиты естественное электричество крышки разложится, и на нижней поверхности ея накопится положительное электричество, а на верхней отрицательное. Когда послѣ этого къ верхней поверхности крышки приближаютъ палецъ, то изъ крышки на него перескакиваетъ искра отрицательнаго электричества. Отнявъ крышку отъ камедистой плиты, изъ нижней ея поверхности можно такимъ же образомъ извлечь искру положительнаго электричества.

Рис. 59.



Электрофоръ.

Такой электрофоръ долго сохраняетъ свое электрическое свойство, мало ослабляясь повторительными извлеченіями искръ.

Электрическіе опыты.

Въ прошломъ столѣтіи, когда на электричество всѣ еще смотрѣли какъ на явленіе новое, физики часто дѣлали электрическіе опыты при огромномъ стеченіи народа и единственно съ цѣлью забавлять публику. Даже Франклинъ, этотъ великій мужъ, который изъ обыкновеннаго наборщика сдѣлался членомъ парижской академіи наукъ, посланникомъ при французскомъ дворѣ въ Парижѣ и членомъ верховнаго исполнительнаго совѣта въ Филадельфіи, охотно забавлялся электрическими явленіями. „Въ филадельфскую публичную библіотеку, говоритъ онъ въ своихъ письмахъ объ электричествѣ, получена была изъ Лондона въ подарокъ стеклянная труба, а вмѣстѣ съ нею и наставленіе касательно ея употребленія, и я съ удовольствіемъ воспользовался этимъ случаемъ для повторенія тѣхъ опытовъ, которые я незадолго передъ тѣмъ видѣлъ въ Бостонѣ, гдѣ ихъ производилъ прибывшій туда изъ Шотландіи докторъ Спенсъ. Благодаря частымъ упражненіямъ, я пріобрѣлъ въ этихъ опытахъ большой навыкъ и отъ времени до времени придумывалъ новые. А такъ какъ ко мнѣ безпрестанно приходили люди, желавшіе видѣть эти чудеса, то я на стекляномъ заводѣ заказалъ нѣсколько подобныхъ трубокъ для приходившихъ къ намъ знакомыхъ.“ Должно замѣтить, что Франклину тогда было уже сорокъ три года.

Желаніе *извлечь искру* изъ электрической машины принадлежитъ къ первымъ развлеченіямъ тѣхъ, которые въ первый разъ видятъ ее. Для этого стоитъ только приблизить

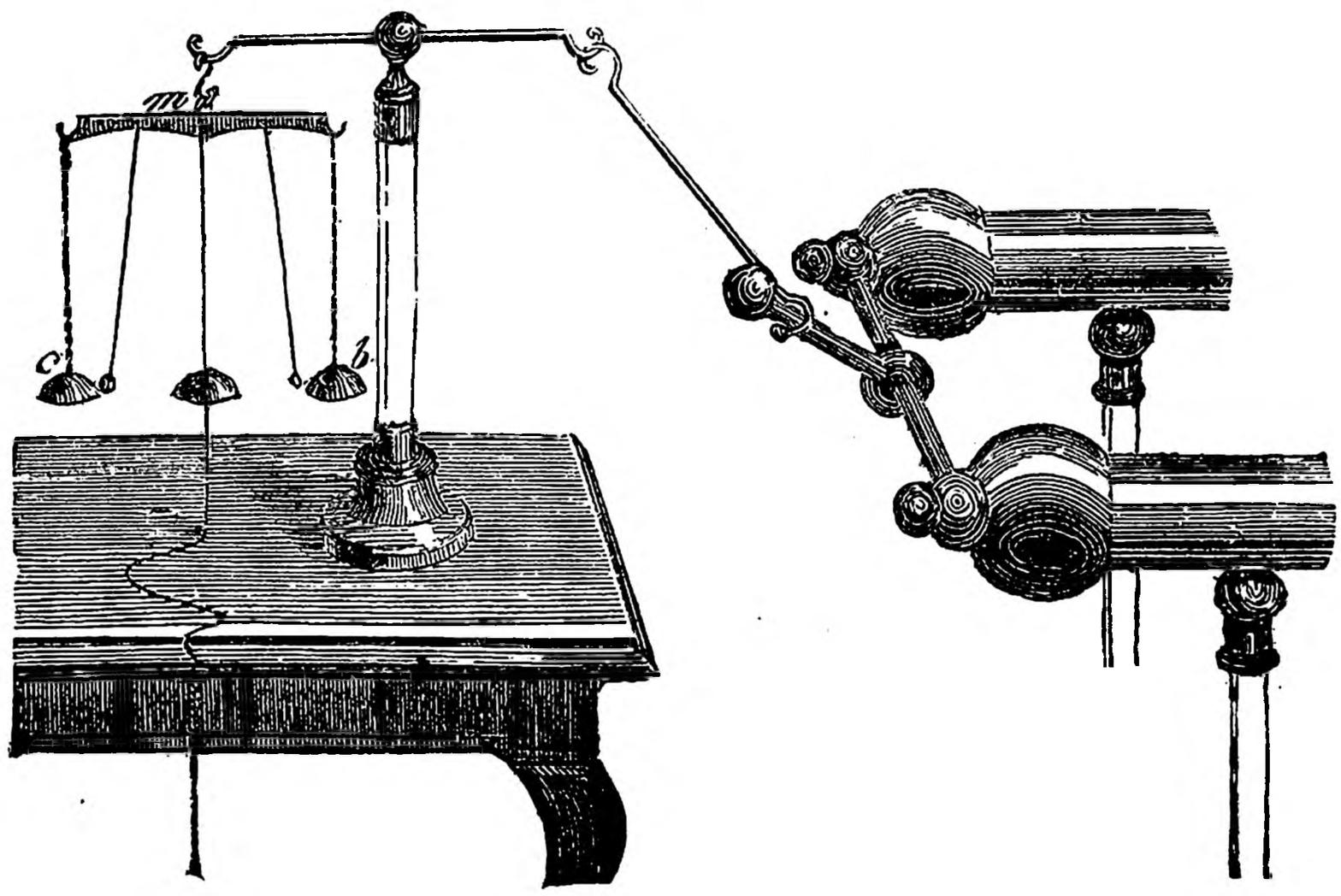
руку къ заряженному проводнику, и изъ него тотчасъ же покажутся искры, которыя произведутъ въ рукѣ колотья и сотрясеніе болѣе или менѣе сильное, смотря по степени заряженія проводника электричествомъ.

Эти искры происходятъ отъ соединенія двухъ разнородныхъ электричествъ: положительное электричество проводника, дѣйствуя (даже въ извѣстномъ разстояніи) на естественное электричество руки, разлагаетъ его и притягиваетъ къ себѣ отрицательное электричество, между тѣмъ какъ положительное электричество руки уходитъ въ землю черезъ тѣло человѣка. Соединеніе этихъ разнородныхъ видовъ электричества сопровождается взрывомъ, т. е. шумомъ и яркимъ свѣтомъ, которые именно и составляютъ такъ называемую электрическую искру. Когда электрическая машина очень сильно заряжена, то электрическія искры вылетаютъ въ видѣ зигзага, подобно тому какъ молнія пробѣгаетъ тучу.

Электрическій табуретъ. Изъ человѣческаго тѣла также можно извлекать электрическія искры. Для этого кто нибудь становится на скамейку съ стеклянными ножками (которыя, уединяя скамейку и организмъ, препятствуютъ электричеству перейти въ землю) и кладетъ руку на одинъ изъ заряженныхъ проводниковъ электрической машины. Такъ какъ человѣческое тѣло принадлежитъ къ числу хорошихъ проводниковъ электричества, то при вращеніи стекляннаго круга тотъ, кто стоитъ на скамейкѣ, заряжается точно также какъ и проводникъ машины, не ощущая при этомъ ничего особеннаго, кромѣ легкаго дуновенія вѣтерка по лицу и рукамъ; и если къ нему потомъ прикоснуться рукою, то на послѣднюю будетъ точно также перескакивать искры, какъ при приближеніи руки къ проводникамъ электрической машины.

Электрическіе колокольчики. Это колокольчики, въ которыхъ звонъ производится посредствомъ электрическаго притяженія и отталкиванія: три металлическіе колокольчика (рис. 60) привѣшиваютъ къ мѣдному горизонтальному прути-

Рис. 60.



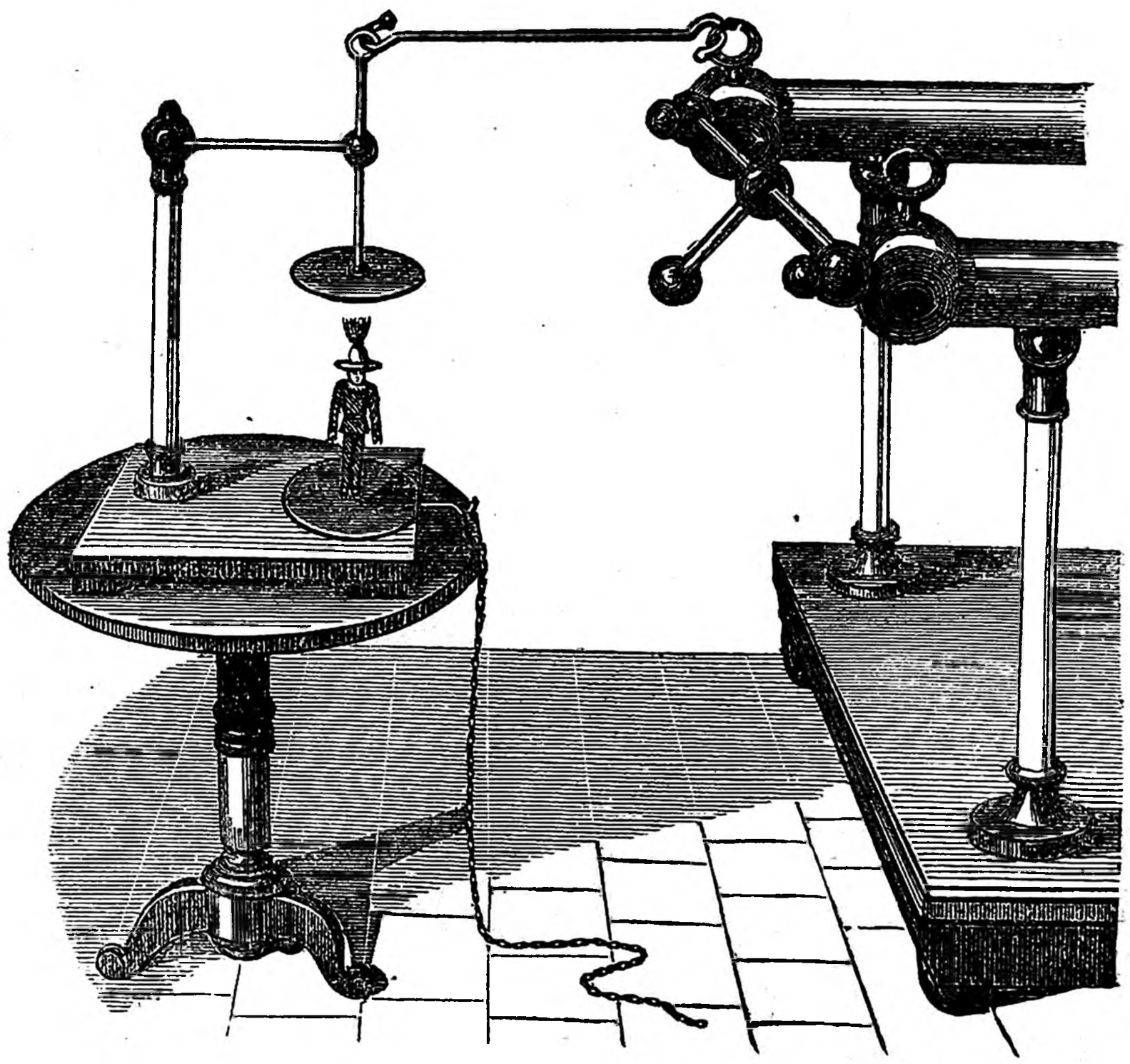
Электрическіе колокольчики.

ку *m*, который приводятъ въ сообщеніе съ проводникомъ электрической машины. Два боковые колокольчика *b* и *c* привязываютъ металлическими нитями, а средній шелковинкою; послѣдній колокольчикъ кромѣ того сообщается съ землею посредствомъ металлической цѣпочки. Между колокольчиками висятъ на шелковыхъ ниткахъ два маленькіе шарика изъ мѣди. Понятно, что электричество изъ заряженнаго проводника

можетъ переходить только на два боковые колокольчика *b* и *c*, такъ какъ средній колокольчикъ и оба шарика уединены шелковыми нитями. По этому когда при дѣйствіи машины электричество переходитъ на колокольчики *b* и *c*, послѣдніе сначала притягиваютъ къ себѣ шарики, а потомъ отталкиваютъ ихъ, потому что въ шарикахъ, отъ прикосновенія къ заряженнымъ колокольчикамъ, развивается однородное положительное электричество; но оттолкнутые шарики, прикасаясь къ среднему колокольчику, теряютъ свое электричество, которое отводится въ землю черезъ цѣпочку. Тогда шарики вновь притягиваются колокольчиками, но затѣмъ тотчасъ же опять отталкиваются и ударяютъ въ средній колокольчикъ и т. д., что повторяется до тѣхъ поръ, пока дѣйствуетъ электрическая машина. Отъ этого послѣдовательнаго прикосновенія шариковъ къ колокольчикамъ происходитъ такъ называемый электрическій звонъ.

Электрическій танецъ или электрическая кукла. Это забавное явленіе основывается на томъ же началѣ, какъ и электрическіе звонки, а именно на примѣненіи способности электричества отталкивать и притягивать: между двумя металлаческими кругами (рис. 61), изъ которыхъ одинъ сообщается съ электрическою машиною, а другой съ землею посредствомъ цѣпи, ставятъ очень легенькую куклу изъ бузинной сердцевины и начинаютъ вертѣть стеклянный кругъ электрической машины; тогда кукла поперемѣнно будетъ притягиваться и отталкиваться каждымъ изъ металлическихъ круговъ, и притомъ такъ скоро, что будетъ казаться, будто она скачетъ сама по себѣ. Эти безпрестанные прыжки чрезвычайно забавляютъ зрителей.

Рис. 61.



Электрическая кукла.

Такимъ образомъ съ помощью электрической машины можно дѣлать очень много другихъ забавныхъ опытовъ. Но при этомъ необходимо замѣтить, что электрическія искры служатъ не только для развлеченія, но употребляются также для химической цѣли; такъ напр. если пропустить электрическую искру въ смѣсь двухъ частей по объему водорода и одной части кислорода, то оба эти газа соединятся и образуютъ воду (1).

Конденсаторы или сгустители электричества.

Конденсаторами называются снаряды, которые служатъ для накопленія электричества. Ихъ дѣлаютъ различнымъ образомъ, но во всѣхъ главными дѣятелями являются два хорошіе проводника, раздѣленные уединяющимъ тѣломъ. Первый конденсаторъ изобрѣтенъ Эпинусомъ, физикомъ с.-петербургской академіи наукъ, который умеръ въ Лифляндіи въ 1802 году.

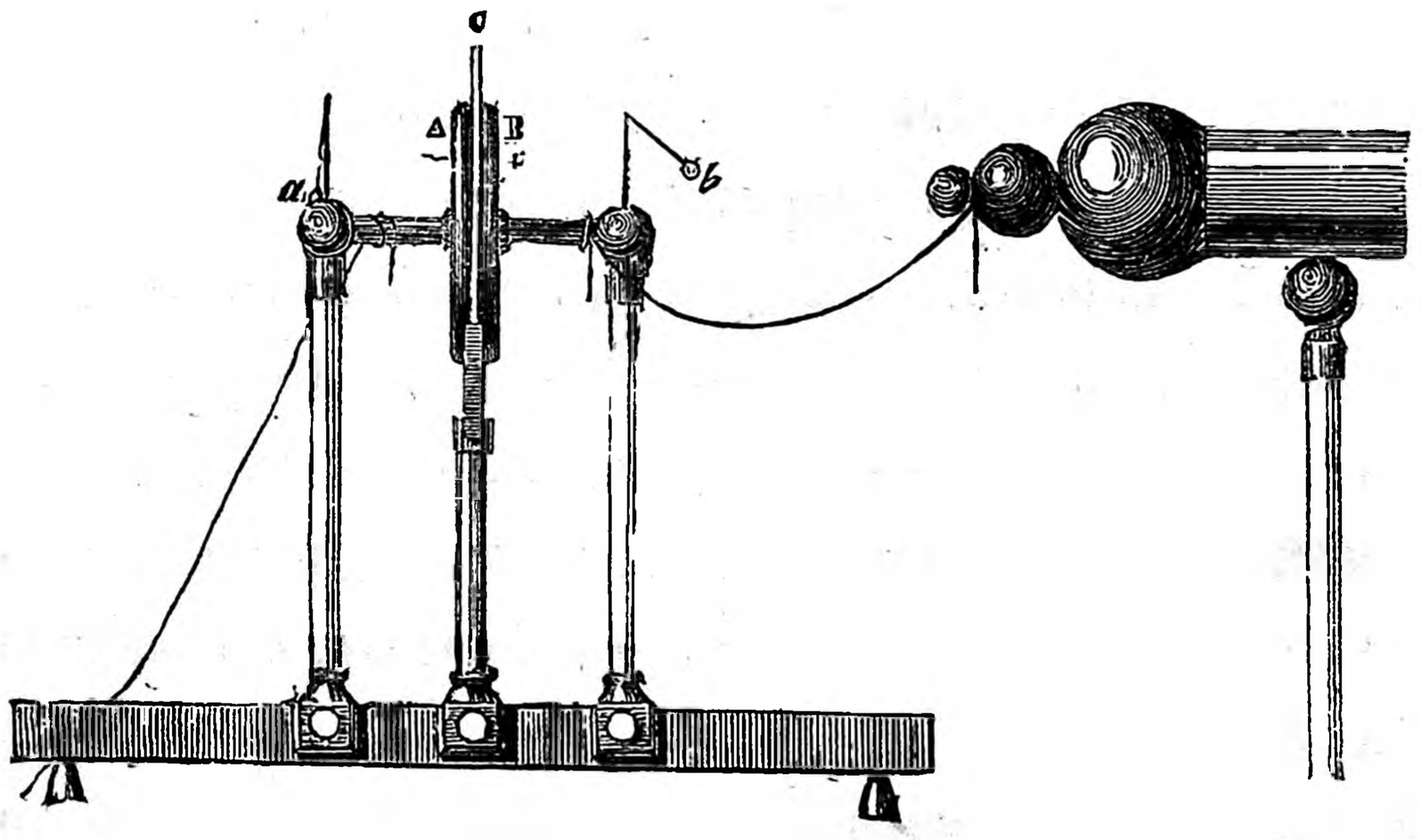
Этотъ снарядъ состоитъ изъ двухъ металлическихъ круговъ *A* и *B* (рис. 62), которые уединены стеклянными ножками и между которыми находится обыкновенное четыреугольное стекло *C*, укрѣпленное къ неподвижной подставкѣ. Оба круга свободно движутся по оси, такъ что ихъ можно плот-

---

(1) Вода, какъ извѣстно, состоитъ изъ двухъ частей водорода и одной части кислорода.

но придвинуть къ раздѣляющему ихъ стеклу. Такъ какъ кругъ *B* приведенъ въ сообщеніе съ электрическою машиною, а кругъ *A* съ землею (посредствомъ цѣпочки), то во время дѣйствія электрической машины кругъ *B* электризуется и

Рис. 62.



Конденсаторъ.

въ немъ накопляется положительное электричество, которое, благодаря способности электричества дѣйствовать на другія тѣла даже на извѣстномъ разстояніи, притягиваетъ къ себѣ черезъ стекло отрицательное электричество круга *A* и отталкиваетъ его положительное электричество, черезъ цѣпочку, въ землю. Вслѣдствіе притяженія отрицательнаго электричества, часть положительнаго электричества круга *B* переходитъ въ естественное или среднее состояніе. Но такъ какъ находя-

щееся между кругами четыреугольное стекло *C* препятствуетъ совершенному соединенію разнородныхъ электричествъ обоихъ металлическихъ круговъ, то въ *A* остается часть свободнаго отрицательнаго, а въ *B* часть свободнаго положительнаго электричества. Такимъ образомъ при дальнѣйшемъ дѣйствіи электрической машины въ обоихъ кругахъ постепенно накопляется все больше и больше разнородныхъ электричествъ, причемъ однакожъ кругъ *B* всегда содержитъ больше положительнаго электричества, чѣмъ *A* отрицательнаго, что показываютъ и бузинные шарики *a* и *b*, которые укрѣплены по обѣимъ сторонамъ снаряда; потому что *b* отталкивается отъ своей палочки, между тѣмъ какъ *a* вовсе не показываетъ никакихъ слѣдовъ электричества. Но когда удаляютъ кругъ *A* отъ стекла *C*, то шарикъ *a* тотчасъ же отталкивается, потому что тогда отрицательное электричество круга *A* не связано подъ вліяніемъ положительнаго электричества круга *B*.

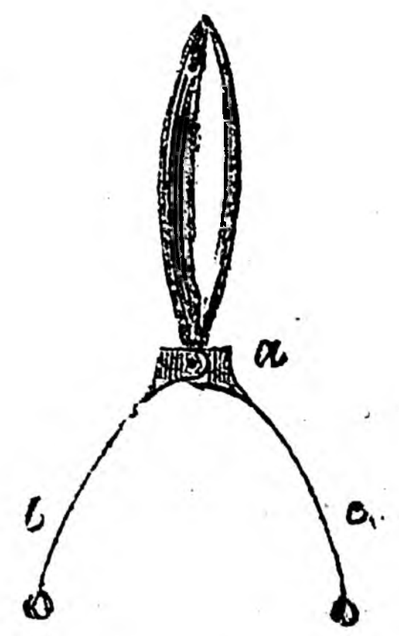
Когда снарядъ сильно заряженъ электричествомъ, то прежде всего снимаютъ цѣпочку, чтобы прервать сообщеніе круга *A* съ землею, а затѣмъ отнимаютъ машину отъ круга *B*. Заряженный такимъ образомъ свободный конденсаторъ можно разряжать или посредствомъ послѣдовательныхъ прикосновеній, или разомъ, т. е. приведя оба круга въ сообщеніе посредствомъ хорошаго проводника.

Если сперва прикоснуться къ кругу *A*, то изъ него не извлечется никакого эликтричества (т. е. онъ не окажетъ никакого электрическаго дѣйствія), потому что все заключающееся въ немъ отрицательное электричество связано подъ вліяніемъ положительнаго электричества круга *B*. Если же прежде дотронуться до круга *B*, то изъ него разомъ выйдетъ весь

его избытокъ свободнаго электричества, т. е. вся та часть, которая не притягивается отрицательнымъ электричествомъ круга *A* (мы выше сказали, что въ кругѣ *B* положительнаго эликтричества больше, чѣмъ въ кругѣ *A* отрицательнаго), и даже нѣсколько больше; тогда уже въ кругѣ *A* окажется нѣсколько свободнаго электричества, которое въ свою очередь также удалится, если мы прикоснемся къ кругу *A*. Такимъ образомъ, т. е. послѣдовательнымъ прикосновеніемъ то къ одному, то къ другому кругу, можно разряжать весь снарядъ, т. е. удалить изъ него все накопившееся въ немъ электричество. Но для этого потребуется нѣсколько часовъ времени.

Чтобы разомъ разрядить конденсаторъ достаточно было бы прикоснуться одною рукою къ одному кругу, а другою къ другому; но это довольно опасно, потому что въ такомъ случаѣ тотъ, кто дотронулся бы до нихъ, почувствовалъ бы во всемъ тѣлѣ невыносимо сильное сотрясеніе. По этому для разряженія конденсатора обыкновенно употребляютъ такъ называемый *разрядникъ* или *экситаторъ*. Это металлическая дуга (рис. 63) съ стеклянною (уединяющею) рукояткою; въ точкѣ *a* она имѣетъ шарньеръ, посредствомъ котораго можно по произволу раздвигать и сближать оба конца дуги *b* и *c*. Для разряженія конденсатора разрядникъ берутъ за рукоятку и, приставивъ одинъ изъ концевъ дуги къ одному кругу конденсатора, разгибаютъ дугу до тѣхъ поръ, пока другой конецъ ея не прикоснется къ другому кругу: тогда оба разнородныя электричества соединятся черезъ экситаторъ

Рис. 63.



Разрядникъ.

и издадутъ при этомъ соединеніи сильную электрическую искру. — Металлическій разрядникъ можно употреблять и безъ стеклянной рукоятки, и тотъ, кто будетъ держать его въ рукахъ, не почувствуетъ во время разряженія никакого сотрясенія, потому что разнородныя электричества, стремясь къ соединенію, пройдутъ не черезъ руку, а черезъ металлическую дугу, которая гораздо лучше проводитъ электричество, нежели человѣческое тѣло.

Въ заключеніе замѣтимъ, 1) что электричество накопляется въ кругѣ *B* только до извѣстныхъ предѣловъ, по достиженіи которыхъ дѣйствіе электрической машины уже будетъ безполезно; 2) что при сильномъ накопленіи электричества въ обоихъ металлическихъ кругахъ конденсатора, стремленіе противоположныхъ электричествъ къ соединенію до того усиливается, что они начинаютъ преодолѣвать сопротивленіе, оказываемое имъ уединяющимъ стекломъ *C*, въ которомъ наконецъ производятъ дыры и тогда соединяются совершенно свободно.

Лейденская банка.

Лейденская банка, называемая такъ по имени города Лейдена (въ южной Голландіи), гдѣ она была изобрѣтена, собственно такой же конденсаторъ, какъ и описанный нами выше, и отличается отъ него только своею формою. Она была открыта совершенно случайно въ 1746 году голландскимъ физикомъ Мушенбрэкомъ, который, желая электризовать воду въ бутылкѣ, пропустилъ черезъ пробку ея металлическій пру-

тикъ и потомъ, взявъ бутылку въ руку, соединилъ ее посредствомъ прутика съ проводникомъ электрической машины. По мѣрѣ того какъ вода насыщалась положительнымъ электричествомъ, въ рукѣ физика, подъ вліяніемъ положительнаго электричества воды (какъ въ описанномъ нами конденсаторѣ), накоплялось отрицательное электричество. По этому, когда Мушенбрэкъ нечаянно прикоснулся другою рукою къ металлическому прутику (причемъ положительное электричество проводника машины соединилось черезъ тѣло физика съ отрицательнымъ электричествомъ руки, державшей бутылку), его такъ сильно ударило въ обѣ руки и въ грудь, что цѣлые два дня онъ не могъ оправиться отъ этого сотрясенія. Увѣдомляя объ этомъ происшествіи физика Реомюра въ Парижѣ, онъ между прочимъ писалъ ему, что повторить этотъ опытъ онъ не согласился бы низачто въ мірѣ, если бы даже ему за это посулили въ награду все французское государство.

Не смотря однакожъ на такое страшное описаніе Мушенбрэка, открытіе его возбудило любопытство другихъ физиковъ и подстрекнуло многихъ повторить опытъ; но для этого предварительно начали придумывать болѣе удобный снарядъ. Такъ напр. англичанинъ Бевисъ оклеивалъ бутылку снаружи оловяннымъ листомъ, а аббатъ Нолэ, профессоръ физики въ Парижѣ, вмѣсто воды, наполнялъ ее кусками битаго металла. Въ настоящее время лейденскую банку обыкновенно устраиваютъ слѣдующимъ образомъ: берутъ стеклянную банку, стаканъ, или бутылку, стѣнки которой какъ снаружи, такъ и снутри оклеиваютъ до извѣстной высоты (около двухъ третей со дна бутылки) листовымъ оловомъ. Внутри, вмѣсто оловяннаго листа, можно просто насыпать листки сусальнаго золота

или куски листовой мѣди или даже желѣзные опилки. Черезъ пробку банки проходитъ дугообразно искривленный металлическій прутикъ, одинъ конецъ котораго хватаетъ до оловяннаго листа или кусочковъ металла, наполняющихъ банку, а другой соединяется съ проводникомъ электрической машины.

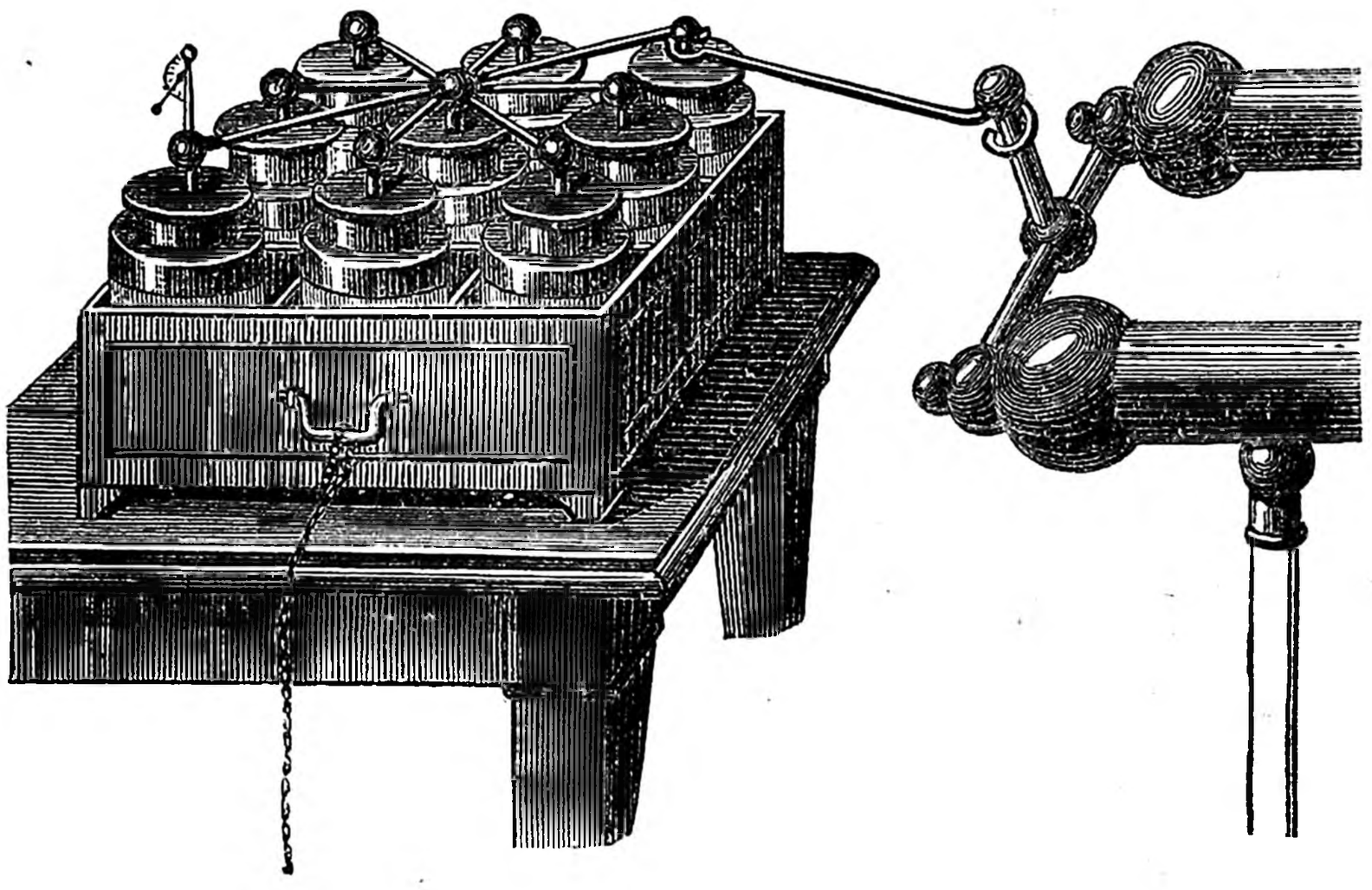
Лейденская банка дѣйствуетъ точно также какъ и описанный нами конденсаторъ (стр. 168), потому что листовое олово, которымъ оклеены наружныя стѣнки банки, и желѣзные опилки (или другіе металлы) замѣняютъ металлическіе круги конденсатора, а стѣнки стакана служатъ уединяющимъ стекломъ. — Для разряженія лейденской банки также употребляютъ описанный нами разрядникъ (рис. 63), одинъ конецъ котораго приставляютъ къ оловянному листу наружной стѣнки, а другой къ металлическому прутику, проходящему черезъ пробку. Руками разряжать ее не слѣдуетъ, потому что иначе получатъ сильный ударъ въ руки и грудь, который навсегда отобьетъ охоту дѣлать опыты, какъ у случайнаго открывателя этого снаряда.

Электрическая батарея.

Электрическая батарея состоитъ изъ нѣсколькихъ большихъ лейденскихъ банокъ, поставленныхъ въ деревянный ящикъ (рис. 64). Внутренные оловянные листы (или металлическіе листики, опилки и т. д.) всѣхъ банокъ соединены между собою посредствомъ металлическихъ прутиковъ, а на-

ружные сообщаются между собою оловяннымъ листомъ, которымъ покрыто дно ящика. Такую батарею заряжаютъ электричествомъ, подобно обыкновенной лейденской банкѣ, т. е. соединяютъ одинъ изъ прутиковъ съ проводникомъ электрической машины, между тѣмъ какъ наружные оловянные листы приводятъ въ сообщеніе съ землею посредствомъ цѣпочки. На одной изъ банокъ укрѣпляется электрометръ для опредѣленія степени заряженія снаряда.

Рис. 64.



Электрическая батарея.

Когда хотятъ разрядить электрическую батарею, то сперва надо отнять металлическій прутикъ, который соединяетъ ее съ электрическою машиною, но не иначе какъ посредствомъ крючка со стеклянною рукояткою, потому что въ противномъ случаѣ въ рукѣ получится сильный ударъ; затѣмъ прикла-

дываютъ разрядникъ, какъ при обыкновенной лейденской банкѣ. Понятно, что въ батарѣе электричества накопится гораздо больше, чѣмъ въ послѣдней, а потому и дѣйствіе ея должно быть гораздо сильнѣе.

Электрическія искры, издаваемыя заряженною лейденскою банкою или электрическою батарею, могутъ пробивать дыру въ толстой папкѣ и даже въ толстомъ стеклѣ; металлическія проволоки накаливаются, когда черезъ нихъ проходятъ электрическія искры, тоненькія проволоки даже сплавляются, а очень тоненькія изъ серебра или платины загараются яркимъ пламенемъ. Удары сильной батареи могутъ убить даже большихъ животныхъ.

Открытіе громоваго электричества.

Когда небо облагается черною тучею, когда сверкающая молнія длиннымъ лучемъ пробѣгаетъ воздушное пространство, принося иногда смерть и разрушеніе, и когда вслѣдъ затѣмъ оглушительный трескъ и сильные перекаты грома потрясаютъ землю, то душа человѣка невольно замираетъ, а у народовъ, не понимающихъ законовъ природы, пробуждается какое-то темное представленіе о карающемъ божествѣ. Древніе греки были того мнѣнія, что міромъ управляетъ Юпитеръ и что молнія служитъ орудіемъ его силы. Вообще всѣ народы, у которыхъ только еще начали возникать религіозныя понятія, никогда иначе не смотрятъ на грозу, какъ на проявленіе гнѣва всевидящаго божества; и до тѣхъ поръ, пока эти наивныя понятія оставались въ младенчествѣ, никто даже не думалъ искать другихъ причинъ для объясненія этого естественнаго явленія. Всѣ бѣдствія, которыя происходили отъ грома и молніи, считались предопредѣленіемъ свыше, а потому всѣ смиренно и безропотно покорялись неминуемой судьбѣ; о предотвращеніи же несчастія не дерзали даже и думать. Въ средніе вѣка люди, правда, перестали уже, подобно древнимъ народамъ, приписывать естественныя явленія вліянію злыхъ ду-

ховъ, но за то слишкомъ увлеклись умозрительною поэзіею, и потому мало предавались изученію дѣйствительной природы.

Только послѣ реформаціи начали доискиваться настоящихъ причинъ явленій, совершающихся въ природѣ. Однако о сущности грома судили еще очень неосновательно. Многіе ученые, въ томъ числѣ даже Боэргавъ и Мушенбрэкъ, полагали, что гроза происходитъ вслѣдствіе воспламененія въ воздухѣ горючихъ масляныхъ и сѣрныхъ паровъ, къ которымъ, по ихъ предположенію, примѣшана и селитра, такъ какъ явленія грома сравнивали съ воспламененіемъ пороха. Декартъ объяснялъ происхожденіе молніи сдавливаніемъ облаковъ, въ которыхъ отъ этого развивается сильная теплота; а громъ онъ приписывалъ паденію вышележащихъ облаковъ на нижнія. Но съ изобрѣтеніемъ электрической машины разъяснились настоящія причины грома и всѣхъ сопровождающихъ его явленій.

Англійскій физикъ Уалъ (Wall) былъ первый, который (въ 1708 году) нашелъ, что свѣтъ и трескъ, происходящіе отъ тренія янтаря перстяною матеріею, имѣютъ нѣкоторое сходство съ громомъ и молніею. Грэ и Нолэ были того же мнѣнія, а Винклеръ въ Лейпцигѣ рѣшительно утверждалъ, что явленія эти совершенно тожественны, и что различіе между искрою, извлекаемою изъ проводника электрической машины, и молніею заключается только въ силѣ этихъ явленій.

Франклинъ подтвердилъ это опытомъ, который окончательно разсѣялъ всѣ сомнѣнія касательно тожества молніи съ искрою электрической машины. Уже 7 ноября 1749 г. онъ напечаталъ въ Филадельфіи статью, которая оканчивается слѣдующими словами: электрическій токъ притягивается ост-

ріями металловъ; мы достовѣрно не знаемъ, обладаетъ ли громъ тѣмъ же свойствомъ; но такъ какъ электричество и громъ сходны между собою во многихъ другихъ отношеніяхъ, то по всей вѣроятности онъ не отличается отъ него и этимъ свойствомъ: это стоитъ испытать.

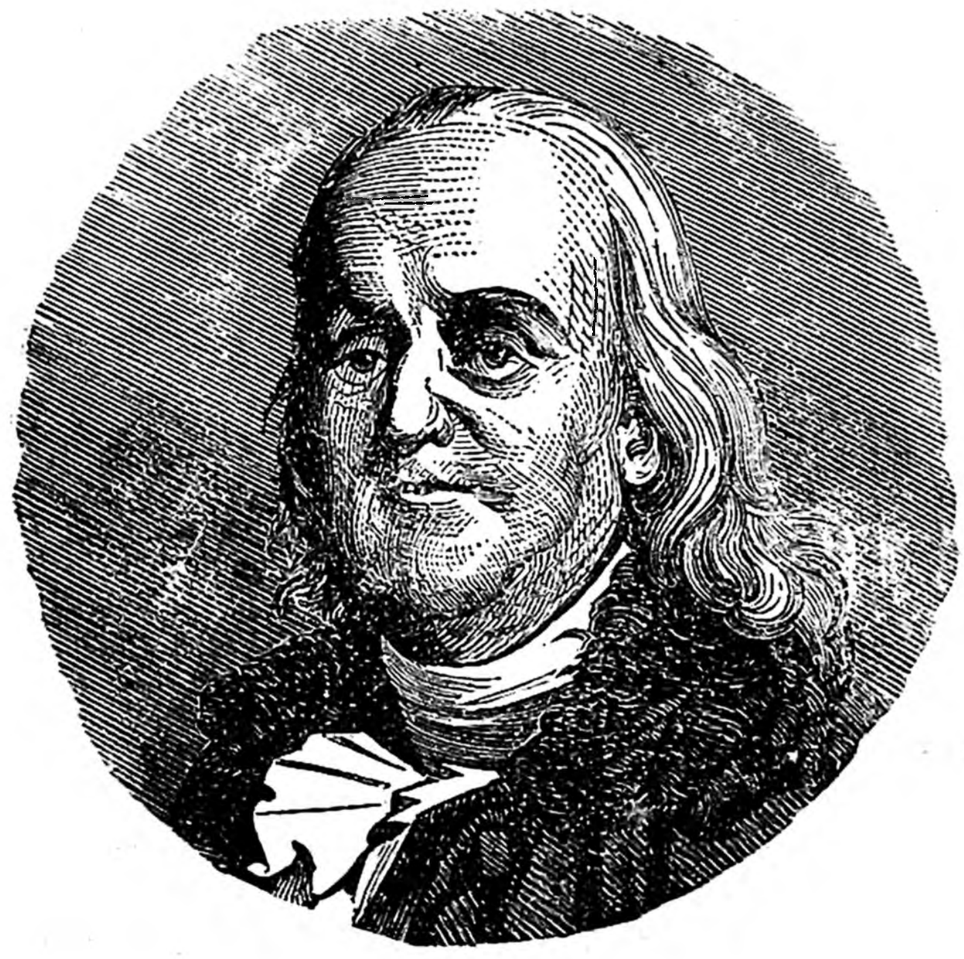
Статья Франклина сдѣлалась извѣстною сперва въ Лон. донѣ, гдѣ однакожъ сначала не постигали всей ея важности. Потомъ ее прочелъ знаменитый французскій естествоиспытатель Бюфонъ, который тотчасъ же отдалъ ее перевести на французскій языкъ и затѣмъ напечаталъ. Но не раньше какъ 10 мая 1752 года была сдѣлана первая попытка извлечь изъ тучи электричество посредствомъ металлическаго острія, согласно указанію Франклина. Опытъ этотъ былъ произведенъ въ Марли, близъ Парижа, ботаникомъ Далибаромъ, который поставилъ въ саду желѣзный шестъ длиною въ тридцать метровъ, верхній конецъ котораго былъ заостренъ, а нижній уединенъ посредствомъ веществъ, дурно проводящихъ электричество. Когда громовая туча пронеслась надъ этимъ шестомъ, то въ послѣднемъ оказалось столько электричества, что искрами, извлеченными изъ него въ теченіе четверти часа, можно было зарядить нѣсколько лейденскихъ банокъ. Въ тоже время въ воздухѣ раздался громъ, который ясно доказывалъ, что электричество накопилось въ шестѣ единственно благодаря присутствію тучи.

Между тѣмъ Франклинъ также собирался испытать, можно ли посредствомъ острія извлечь изъ тучи электричество, и для этого ждалъ только окончанія колокольни, которую тогда строили въ Филадельфіи. Но такъ какъ работы тамъ производились довольно медленно, то ему надоѣло ждать и онъ рѣшился прибѣгнуть къ бумажному змѣю, снабженному

остріемъ металла. Въ іюнѣ 1752 года, т. е. около мѣсяца спустя послѣ опыта Далибара (о которомъ Франклинъ ничего не зналъ), онъ выбралъ день, въ который была гроза, и отправился съ своимъ сыномъ въ поле. Онъ нарочно никого изъ постороннихъ не хотѣлъ взять съ собою, для того, чтобы въ случаѣ неудачи опыта не сдѣлаться предметомъ насмѣшекъ. Пустивъ змѣй, онъ привязалъ льняную веревку къ ключу, а послѣдній прикрѣпилъ къ дереву шелковымъ шнуркомъ, чтобы уединить его. Сначала онъ тщетно дотрогивался до ключа въ надеждѣ извлечь изъ нето искру; но когда легкій дождикъ смочилъ льняную веревку и она оттого начала лучше проводить электричество, то изъ ключа, при первомъ же прикосновеніи къ нему Франклина, показалась желаемая искра. Радость его при этомъ была такъ велика, что у него даже навернулись слезы на глазахъ.

Веніаминъ Франклинъ, пятнадцатое чадо благодатнаго семейства, состоявшаго изъ семнадцати дѣтей, родился въ Америкѣ, въ Бостонѣ, 17-го января 1706 года. Отецъ его въ 1682 году переселился изъ Англіи въ Америку, гдѣ сдѣлался свѣчникомъ и мыловаромъ. Обремененный такимъ множествомъ дѣтей, онъ конечно, не могъ много тратить на ихъ воспитаніе, но за то развилъ въ нихъ твердость характера и благонравіе. У брата своего Веніаминъ научился типографскому дѣлу и потомъ самъ открылъ въ Филадельфіи типографію, которая въ то время обыкновенно соединялась съ книжнею торговлею. Всѣ познанія свои по естественнымъ наукамъ онъ пріобрѣталъ въ зрѣломъ возрастѣ, когда ему было уже за сорокъ лѣтъ, но не смотря на то онъ дѣлалъ блистательные успѣхи и въ скоромъ времени выказалъ всю свою геніальность, а въ 1762 году оксфордскій университетъ, въ

Рис. 65.



Веніаминъ Франклинъ.

знакъ признательности за его услуги и ученые опыты, далъ ему степень доктора естественныхъ наукъ.

Опытъ Франклина начали повторять во многихъ странахъ. Такъ напр. французъ Де-Рома пустилъ въ облака бумажный змѣй на высоту 550 футовъ и въ теченіе часа извлекъ около тридцати огненныхъ лучей, изъ которыхъ каждый имѣлъ отъ девяти до десяти футовъ въ длину и издавалъ шумъ, въ родѣ пистолетныхъ выстрѣловъ.

Послѣ такихъ удачныхъ опытовъ уже никто болѣе не сомнѣвался въ нелѣпости объясненія грома и молніи воспламененіемъ горючихъ веществъ, заключающихся въ воздухѣ. Благодаря остроумному открытію, сдѣланному американскимъ гражданиномъ, теперь причина этихъ величественныхъ явленій правильно объясняется дѣйствіемъ электричества: громъ происходитъ вслѣдствіе соединенія двухъ разнородныхъ электричествъ, а молнія—есть электрическая искра. Вотъ теорія проявленія грозы:

Вездѣ на землѣ дѣйствуютъ разныя силы, благодаря которымъ освобождается электричество, которое въ огромныхъ массахъ можетъ накопляться въ облакахъ, потому что послѣднія, какъ тѣла влажныя, принадлежатъ къ хорошимъ проводникамъ электричества.

Такъ какъ электричество накопляется въ облакахъ точно также какъ въ проводникахъ электрической машины, то они подобно послѣднимъ, должны дѣйствовать на естественное электричество нижележащихъ предметовъ, а слѣдовательно и земли, т. е. притягивать къ себѣ разнородное электричество и отталкивать однородное. Хотя соединенію обоихъ электричествъ земли и облаковъ препятствуетъ лежащій между ними воздухъ, какъ дурной проводникъ; но это бываетъ только до тѣхъ

поръ, пока электричества въ облакахъ не накопится въ такомъ количествѣ, что оно въ состояніи будетъ одолѣть препятствіе со стороны воздуха, или пока облако не опустится ближе къ землѣ или къ деревьямъ и домамъ, которые проводятъ электричество въ землю; тогда соединеніе разнородныхъ электричествъ (положимъ положительное электричество облака съ отрицательнымъ электричествомъ земли) сопровождается появленіемъ молніи (электрической искры).

Искра или молнія обыкновенно пробѣгаетъ по направленію отъ облака къ землѣ, но случается и наоборотъ, что молнія появляется на землѣ и летитъ къ облакамъ.

Въ рис. 66 положительное электричество облака *a* притягиваетъ къ себѣ отрицательное электричество земли *b* и отталкиваетъ положительное ея электричество *c* (1).

Еще чаще соединяются разнородныя электричества, содержащіяся въ самыхъ облакахъ. Такъ напр., если облако *a*, заряженное положительнымъ электричествомъ, встрѣчается съ облакомъ *d*, въ которомъ накоплено отрицательное электричество, то соединеніе ихъ электричествъ совершается иногда совершенно тихо; только облака при этомъ нѣсколько измѣняютъ свою форму и плотность или одно изъ нихъ разсѣивается въ воздухѣ. Но когда въ обоихъ облакахъ электричество обнаруживаетъ сильное напряженіе, а воздухъ очень сухъ, то разряженіе ихъ сопровождается сильнымъ громомъ, но молніи при этомъ не бываетъ (2).

---

(1) Въ рисункѣ знаки + означаютъ положительное электричество, а знаки — отрицательное.

(2) Причины шума, называемаго нами громомъ, мы объяснимъ ниже.

Рис. 66.



Громовое электричество.

Прежде полагали, что въ тучахъ всегда содержится положительное электричество; это большею частью такъ и бываетъ, но случаются также частыя исключенія. Причина, почему въ одномъ облакѣ накопляется положительное электричество, а въ другомъ отрицательное, намъ неизвѣстна. Мы даже не знаемъ, откуда вообще берется въ воздухѣ электричество; мы только видимъ, что при многихъ атмосферическихъ процессахъ (какъ напр. при испареніяхъ, при сгущеніи и согрѣваніи воздуха и т. д.), электричество дѣлается свободнымъ и притягивается влажною тучею; но этихъ явленій такъ много и всѣ они къ тому же до того разнообразны, что надъ ними нѣтъ никакой возможности дѣлать точныхъ наблюденій, а слѣдовательно и нельзя доискаться всѣхъ причинъ, которыя подготовляютъ столь поразитетьное и величественное явленіе, какъ громъ и молнія. Мы должны ограничиться тѣми удивительными фактами, что изъ парящихъ надъ нами облаковъ одно бываетъ заряжено положительнымъ электричествомъ, другое отрицательнымъ, а третье вовсе не содержитъ его.

Когда громъ и молнія встрѣчаютъ на своемъ пути хорошіе проводники, имѣющіе между собою непрерывное сообщеніе, то они, подобно электричеству проводника электрической машины, спокойно переходятъ по нимъ въ землю и не оставляютъ послѣ себя никакихъ вредныхъ слѣдовъ; если же имъ приходится перебираться отъ одного проводника къ другому, отдѣленному отъ перваго слоемъ воздуха или другимъ дурнымъ проводникомъ, то они нерѣдко оказываютъ весьма разрушительное дѣйствіе: ломаютъ или воспламеняютъ домы, плавятъ металлы и т. д.

О громовомъ шумѣ.

Громъ происходитъ вслѣдствіе сильнаго сотрясенія воздуха. Когда молнія прорывается сквозь облака, то всѣ слои воздуха, черезъ которые она проходитъ, нагрѣваются до такой степени, что они сильно расширяются и принимаютъ огромный объемъ, въ нѣсколько тысячъ разъ больше обыкновеннаго; но они опять сгущаются послѣ того какъ теплота, произведенная молніею, раздѣлилась по воздуху. Это-то воздушное волненіе и производитъ громовой трескъ, который слѣдовательно происходитъ отъ тѣхъ же причинъ, которыми обусловливается шумъ ружейнаго выстрѣла; постепенное же исчезаніе его отголоска зависитъ отъ ударенія его объ облака или твердые предметы, какъ напр. о вершины горъ и деревьевъ. А такъ какъ звуки распространяются по воздуху гораздо медленнѣе свѣта, то весьма понятно, почему мы видимъ молнію гораздо ранѣе, чѣмъ до уха нашего доходитъ громъ, который, кажется, постепенно приближается изъ дальныхъ мѣстъ. Положимъ напр., что молнія пробѣгаетъ въ секунду одну милю, то вездѣ на этомъ пространствѣ происходитъ громъ въ одно и тоже время; но эти воздушныя волны не всѣ разомъ доходятъ до нашего уха, а потому мы всегда слышимъ громъ въ видѣ продолжительнаго шума, который какъ будто все болѣе и болѣе приближается. Вотъ причина, почему намъ всегда кажется, будто громъ происходитъ послѣ молніи; а промежутокъ между ними бываетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ дальше отъ насъ мѣсто происхожденія грома.

Дѣйствіе молніи.

Молнія сама по себѣ не горяча, она только производитъ жаръ тамъ, гдѣ встрѣчаетъ препятствіе въ своемъ движеніи. Въ верхнихъ слояхъ атмосферы, гдѣ очень разрѣженный воздухъ мало или вовсе не препятствуетъ соединенію разнородныхъ электрическихъ токовъ, молнія является безъ всякаго шума, въ видѣ зарницы (молніи безъ грома) и безъ особеннаго жара; въ нижнихъ же слояхъ, электричество должно прорываться съ силою сквозь дурно проводящій его воздухъ, и потому вслѣдствіе сильнаго напряженія вызываетъ въ немъ значительный жаръ. Если молнія встрѣчаетъ на своемъ пути хорошій проводникъ большаго объема, то она безъ замѣтныхъ слѣдовъ пройдетъ по немъ въ землю; но если ей приходится пробираться сквозь тонкія проволоки или сухое смолистое дерево, которыя проводятъ ее съ трудомъ, то отъ этого напряженія въ нихъ развивается весьма сильный жаръ.

Желѣзо проводитъ электричество несравненно лучше морской воды, въ которой растворены разныя соли; а послѣдняя гораздо лучшій проводникъ, нежели чистая вода, не содержащая въ себѣ никакихъ солей; однако и чистая вода гораздо лучше проводитъ электричество, чѣмъ сухое дерево, сѣра, смола и т. п. Но если даже толстые желѣзные прутья, которые, какъ извѣстно, быстро проводятъ электричество, расплавляются, когда черезъ нихъ проходитъ электрическая искра (молнія), то нѣтъ ничего удивительнаго, что менѣе хорошіе проводники подъ вліяніемъ послѣдней иногда совершенно разрушаются. Сила молніи зависитъ вѣроятно отъ тре-

нія (производимаго электричествомъ при проходѣ его черезъ какое нибудь тѣло), при которомъ, какъ извѣстно, развивается сильная теплота. Когда молнія ударяетъ въ дерево, то она направляетъ свой путь преимущественно между корою и древесиною, т. е. черезъ влажную мязгу, потому что изъ всѣхъ слоевъ дерева послѣдняя самый лучшій проводникъ. Но такъ какъ и мязга не можетъ очень быстро проводить молнію, то она всегда успѣваетъ нагрѣться до такой степени, что заключающаяся въ ней вода превращается въ паръ; этимъ-то собственно и объясняется разрывъ дерева, происходящій отъ удара молніи.

Гумбольдтъ разсказываетъ, что во время своего путешествія по южной Америкѣ, гдѣ грозы бываютъ вообще чаще и сильнѣе, чѣмъ въ нашихъ странахъ, онъ видѣлъ нѣкоторые утесы, поверхностные слои которыхъ были расплавлены дѣйствіемъ молній. Въ Римѣ отъ удара молніи расплавился колоколъ, который вѣсилъ слишкомъ пятьдесятъ пудовъ, причемъ расплавленнымъ металломъ обрызгало всю стѣну, стоявшую противъ колокола.

Когда во время грозы, разразившейся 7 августа 1803 года надъ силезскою деревнею Спрахендорфъ, молнія проникла черезъ окно въ тамошнюю церковь, гдѣ было около тысячи человѣкъ народа, то отъ оглушительнаго треска и сотрясенія почти всѣ припали къ землѣ; многія лица, на которыхъ были золотыя украшенія, были опалены молніею, а одну семнадцатилѣтнюю дѣвушку, имѣвшую на шеѣ серебряную цѣпочку, молнія убила на мѣстѣ; притомъ цѣпочка ея расплавилась.

Число убитыхъ и изувѣченныхъ молніею очень велико. Во многихъ случаяхъ дѣйствіе ея такъ быстро, что отъ нея

умираютъ мгновенно. Такъ напр. двухъ людей, которые искали убѣжища отъ грозы подъ кустарникомъ, нашли пораженныхъ молніею и притомъ въ томъ самомъ положеніи, въ какомъ они прислонились къ нему. У одного рука была протянута, потому что передъ тѣмъ, какъ молнія ударила въ него, онъ подавалъ кусокъ хлѣба собакѣ, которую также молнія убила въ одно время съ ея хозяиномъ; глаза у него были открыты, и о смерти его свидѣтельствовалъ только неподвижный взоръ, потому что все остальное въ наружности его не представляло никакихъ слѣдовъ роковаго приключенія.—13-го мая 1803 года, отличавшагося частыми и сильными грозами, молнія убила въ одной деревнѣ пастуха и 40 овецъ. Послѣднія лежали въ разбросъ вокругъ убитаго пастуха и ни на одной изъ нихъ не было ни клочка шерсти, между тѣмъ нигдѣ по землѣ не видно было никакихъ слѣдовъ ея. Пастухъ также лежалъ совсѣмъ голый; штаны его были разорваны, а посохъ, рожокъ и пр. его принадлежности разбиты въ дребезги.

О громовомъ отводѣ.

Судя по нѣкоторымъ даннымъ, должно полагать, что для предотвращенія вредныхъ дѣйствій грозы уже въ древности прибѣгали къ средствамъ, имѣющимъ нѣкоторое сходство съ нашими громовыми отводами. Многіе увѣряютъ, что уже Нума Помпилій и Тулъ Гостилій умѣли дѣлать молнію безвредною, однако нигдѣ не упоминается, какимъ именно образомъ они достигали своей цѣли. Можетъ быть они предотвращали вредныя дѣйствія грозы сооруженіемъ и разставленіемъ многихъ бронзовыхъ статуй, которыя древніе такъ любили. Ктезій разсказываетъ, что древніе индусы употребляли какой-то особенный родъ желѣза для отвода жгучихъ молній. Во времена Карла Великаго для отвода грома обыкновенно ставили въ поляхъ высокіе шесты, что однакожъ въ послѣдствіи было запрещено этимъ великимъ государемъ, какъ суевѣрная предосторожность.

Но всѣ эти мѣры древнихъ народовъ не основывались ни на какихъ научныхъ данныхъ, и потому великое открытіе, сдѣланное незабвеннымъ Франклиномъ не случайно, а вслѣдствіе вѣрныхъ соображеній, останется навсегда, какъ

неоцѣнимая услуга, оказанная народамъ всѣхъ странъ. Ему одному принадлежитъ вся слава этого благодѣтельнаго открытія, потому что до него никто ничего не могъ придумать для отвращенія столь частыхъ бѣдствій, а онъ разомъ довелъ устройство громовыхъ отводовъ до такого совершенства, что и въ послѣднія времена физикамъ ничего не приходилось дѣлать для ихъ улучшенія.

Электричество, какъ мы уже сказали, накопляется всегда въ остріяхъ, изъ которыхъ оно вытекаетъ подобно лучамъ свѣта. По этому въ душные вечера на остріяхъ громовыхъ отводовъ, на верхушкахъ башень, на углахъ металлическихъ отводныхъ трубъ и т. д. иногда показываются маленькіе синіе огоньки, которыхъ нельзя затушить, но которые по прошествіи извѣстнаго времени исчезаютъ сами собою. Особенно часто замѣчается это явленіе на верхушкахъ корабельныхъ мачтъ; древніе греки считали его признакомъ скораго прекращенія бури или грозы. Тоже самое бываетъ и съ остріями, которыя не такъ высоко находятся отъ поверхности земли; такъ напр. иногда случается видѣть огоньки на верхушкахъ статуй, на пикахъ солдатъ, на шляпахъ путешественниковъ и т. д.; бывали даже случаи, что уши лошадей испускали лучи электрическаго свѣта.

Прежде, когда еще не знали всѣхъ свойствъ электричества, эти явленія считались странными, а теперь ихъ легко объяснить: они происходятъ отъ отдѣленія избытка земляного электричества или отъ соединенія послѣдняго съ противоположнымъ электричествомъ атмосфернаго воздуха. И въ томъ, и въ другомъ случаѣ дѣйствіе разнородныхъ электричествъ уравновѣшивается и оттого соединеніе ихъ совершается тихо, безъ всякаго шума, а слѣдовательно и безъ тѣхъ пагуб-

ныхъ послѣдствій, которыя обыкновенно влечетъ за собою молнія.

Ту же самую цѣль должно имѣть въ виду при устройствѣ громоваго отвода, а потому-то геніальный изобрѣтатель его и обратилъ все свое вниманіе на свойство остроконечій притягивать къ себѣ электричество. Ни одно изобрѣтеніе, при самомъ началѣ своемъ, не производило такого сильнаго волненія въ цѣломъ мірѣ, какъ придуманные Франклиномъ громовые отводы. Всѣ очень хорошо сознавали, что они приносятъ громадную пользу, но старыя предубѣжденія и суевѣрныя понятія вступили въ упорную борьбу съ наукою и долго препятствовали всеобщему введенію новаго изобрѣтенія. Многіе, считая грозу и молнію однимъ изъ наказаній, которыя Господь нарочно посылаетъ для исправленія заблуждающихся смертныхъ, видѣли въ изобрѣтеніи американскаго ученаго непростительное посягательство на права всемогущаго владыки міра. А тутъ еще замѣшалась національная гордость: нѣкоторые европейскіе народы не хотѣли быть обязаны иностранцу за великую мысль; и потому въ то время, какъ американское правительство всѣми силами старалось поддерживать идею Франклина, Франція встрѣтила ее совершенно равнодушно и досадовала на то, зачѣмъ она не родилась въ головѣ какого нибудь француза.

Въ 1760 году у дома купца Уэстъ, въ Филадельфіи, былъ устроенъ Франклиномъ первый громовой отводъ, который въ сущности нисколько не отличался отъ нынѣшнихъ громовыхъ отводовъ. Онъ состоялъ изъ желѣзнаго шеста, который, имѣя девять съ половиною футовъ въ длину и одинъ дюймъ въ поперечникѣ, былъ уединенъ отъ дома посредствомъ дурныхъ

проводниковъ и приведенъ въ сообщеніе съ землею посредствомъ металлическаго проводника.

Какъ во Франціи введенію громовыхъ отводовъ мѣшало народное тщеславіе, такъ въ Англіи тому препятствовала ненависть, которую англійскій народъ питалъ къ американцамъ за ихъ стремленіе къ независимости. Только въ 1788 году забота о безопасности кораблей заставила гордыхъ сыновъ Альбіона воспользоваться американскимъ изобрѣтеніемъ и устраивать громовые отводы на мачтахъ своихъ кораблей. Затѣмъ много еще прошло времени, пока начали устраивать ихъ съ цѣлью охранять общественныя зданія и частные домы. Введенію громовыхъ отводовъ въ особенности содѣйствовалъ примѣръ знаменитаго швейцарскаго физика Соссюра, который въ 1771 году снабдилъ свой домъ въ Женевѣ громовымъ отводомъ и въ тоже время, для успокоенія совѣсти испуганныхъ служителей церквей, напечаталъ брошюру, въ которой была доказана вся польза громоотводныхъ снарядовъ, и которая раздавалась всѣмъ безплатно. Въ 1782 году въ Филадельфіи было уже около четырехсотъ громовыхъ отводовъ, т. е. почти на третьей части всѣхъ домовъ этого города, въ которомъ тогда считалось около 1300 зданій. Всѣ общественныя зданія были снабжены громовыми отводами, за исключеніемъ дома французскаго посольства. Но когда во время грозы, бывшей 27 марта 1782 года, молнія ударила именно въ этотъ домъ и убила тамъ одного офицера, то и французскій посланникъ также рѣшился охранить свой домъ отъ грозы придуманнымъ въ Америкѣ способомъ.

Между тѣмъ и во Франціи аббатъ Ноллэ и Де-Рома подали свой голосъ въ пользу введенія громовыхъ отводовъ, а

послѣ того какъ и сыны отечества повторили опыты Франклина, великая французская нація въ 1784 г. уже болѣе не считала для себя униженіемъ заняться этимъ дѣломъ посерьезнѣе. Какъ въ Англіи корабли, такъ во Франціи селитра и въ особенности запасы пороха составляли важный предметъ заботливости правительства, которое по этому прежде всего начало устраивать громовые отводы на домахъ, въ которыхъ хранились эти запасы. Публика, боязливая и суевѣрная, какъ и вездѣ, сначала мало сочувствовала нововведенію, а потому въ теченіе долгаго времени громовые отводы красовались почти исключительно на казенныхъ зданіяхъ. Правительство вездѣ должно было подавать собою примѣръ. Въ 1778 году венеціанская республика снабдила свой флотъ новымъ громоотводнымъ снарядомъ, а Фридрихъ Вильгельмъ II въ Пруссіи приказалъ ввести его во всѣхъ своихъ владѣніяхъ. Но довольно странно, что этотъ самый король, который такъ ревностно заботился о распространеніи громовыхъ отводовъ, строго запретилъ устраивать ихъ на своемъ замкѣ Сансуси, находившемся близъ Берлина.

Устройство громоваго отвода.

Громовые отводы, какъ это само собою разумѣется, дѣлаются всегда изъ металловъ, какъ матеріала прочнаго и хорошо проводящаго электричество. Изъ металловъ собственно слѣдовало бы выбрать тотъ, который считается самымъ лучшимъ проводникомъ, но по дешевизнѣ желѣзу обыкновенно даютъ

преимущество передъ мѣдью, не смотря на то, что послѣдняя въ семь разъ лучше его проводитъ электричество, и слѣдовательно при одинаковомъ дѣйствіи мѣдный громовой отводъ могъ бы имѣть въ семь разъ меньшій объемъ. Но за то желѣзные отводы прочнѣе, потому что для достиженія лучшей проводимости ихъ дѣлаютъ всегда гораздо толще.

Въ громовыхъ отводахъ различаютъ три части: *отводный шестъ съ остріемъ*, *проводникъ* и *часть, погруженную въ землю.* Первой части громоваго отвода всегда даютъ форму шеста, вторую же дѣлаютъ изъ полосъ, проволокъ или полыхъ трубъ. Остріе иные совѣтуютъ замѣнять шаромъ, потому что, по ихъ мнѣнію, остріе не можетъ привлекать къ себѣ столько электричества, сколько шаръ, что оно скоро расплавляется отъ дѣйствія молніи и представляетъ слишкомъ незначительную поверхность для воспріятія электрической искры. Но этими доводами приверженцы шара доказываютъ только, что они не имѣютъ никакого понятія о дѣйствіи острія. Назначеніе громоваго отвода не заключается вовсе въ томъ, чтобы привлекать къ себѣ молнію: онъ долженъ дѣлать послѣднюю безвредною постепеннымъ испусканіемъ землянаго электричества, проходящаго черезъ него изъ земли и которое, соединяясь съ противоположнымъ электричествомъ грозы, превращаетъ его въ естественное, недѣйствующее электричество. Слѣдовательно громовой отводъ охраняетъ домъ отъ грозы не однократнымъ отведеніемъ молніи, но постепеннымъ уравновѣшиваніемъ естественныхъ силъ. Когда громовыя тучи несутся надъ лѣсомъ съ остроконечными деревьями, то молнія обыкновенно теряетъ свою силу и разражается ударомъ. Шаръ же, напротивъ того, препятствуетъ уравненію разнородныхъ электричествъ и опасенъ также тѣмъ,

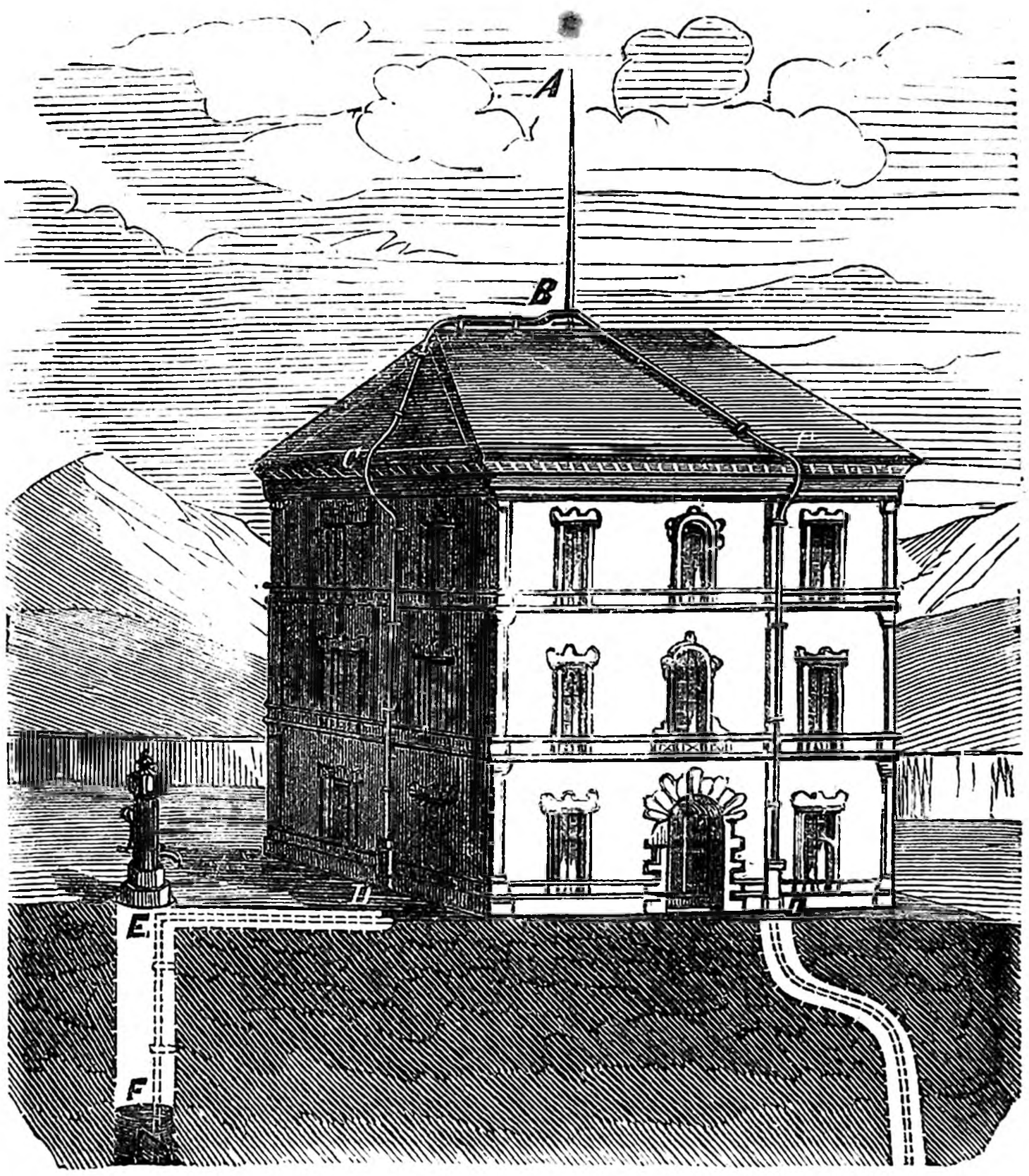
что какъ объемистый проводникъ, онъ легко можетъ привлечь къ себѣ молнію. Впрочемъ остріе даже относительно объема нисколько не уступаетъ шару, если взять въ соображеніе то, что вслѣдствіе безпрестаннаго отдѣленія изъ него электричества, электризуется весь окружающій его воздухъ, который такимъ образомъ противодѣйствуетъ молніи своею обширною поверхностью даже болѣе шара. Слѣдовательно острію всегда должно отдать преимущество передъ шаромъ.

Иногда отводный шестъ снабжается нѣсколькими остріями. У желѣзныхъ отводныхъ шестовъ остріе обыкновенно дѣлается изъ мѣди и покрывается позолотою.

Отводный шестъ AB (рис. 67), представляетъ ту часть громоваго отвода, которая выдается надъ крышею зданія. Ему обыкновенно даютъ форму четырехсторонней пирамиды, которая кверху постепенно съуживается. Длина его бываетъ различна, отъ девяти до двадцати футовъ и даже больше, а длинѣ его соотвѣтствуетъ также толщина или поперечный размѣръ какъ этой, такъ и средней части громоваго отвода. Если его дѣлаютъ изъ мѣдной проволоки, то послѣднюю скручиваютъ наподобіе винта. Желѣзные же шесты или пирамиды обыкновенно составляются изъ нѣсколькихъ кусковъ, которые прикрѣпляютъ другъ къ другу посредствомъ винтовъ, потому что такимъ образомъ ихъ удобнѣе устанавливать на крышѣ. На нижней части, у точки *B* устраивается маленькій навѣсъ для того, чтобы бревна, которыми шестъ прикрѣпляется къ крышѣ, не промокали отъ дождя и вообще отъ сырости.

Каждый отводный шестъ, какъ вообще принимаютъ, можетъ охранять отъ грозы пространство въ сорокъ или пятьдесятъ футовъ въ поперечникѣ; слѣдовательно для зданія,

Рис. 67.



Громовой отводъ.

имѣющаго шестьдесятъ футовъ въ длину, необходимо уже два отводные шеста, а болѣе длинныя постройки еще больше, по соразмѣру. Вообще гораздо надежнѣе устраивать по нѣскольку громовыхъ отводовъ на каждомъ зданіи, и преимущественно снабжать ими всѣ выдающіяся точки.

Проводникъ BCD соединяетъ отводный шестъ съ землею. Если на одномъ зданіи поставлено нѣсколько отводныхъ шестовъ, то всѣ они могутъ быть соединены съ однимъ общимъ проводникомъ, и наоборотъ, одинъ отводный шестъ можетъ быть соединенъ съ землею посредствомъ двухъ проводниковъ; но въ послѣднемъ случаѣ между толщиною шеста и толщиною проводниковъ должна существовать извѣстная соразмѣрность, для того, чтобы электричество нигдѣ не встрѣчало препятствія для свободнаго прохода.

Лежащая подъ землею часть громоваго отвода опускается отвѣсно на нѣсколько футовъ въ глубину отъ фундамента зданія, затѣмъ загибается въ сторону и проводится по возможности въ какой нибудь колодезь (*EF*), гдѣ она и оканчивается; тамъ, гдѣ нѣтъ колодезя, ее надо проводить вглубь до такого слоя земли, которая постоянно бываетъ сыра и слѣдовательно можетъ скоро проводить электричество далѣе въ глубину.

При устройствѣ громоваго отвода нужно въ особенности обращать вниманіе на то, чтобы электрическій токъ нигдѣ не встрѣчалъ препятствій для свободняго достиженія земли. Во всѣхъ мѣстахъ, гдѣ прерванъ путь къ землѣ или гдѣ образовалась сильная ржавчина, молнія можетъ оставлять проводникъ и перескакивать на другіе предметы, доставляющіе болѣе удобное сообщеніе съ землею, и такимъ образомъ на своемъ пути произвести пожаръ или разрушить домъ. По

этому необходимо отъ времени до времени осматривать проводникъ и исправлять въ немъ случайныя поврежденія.

Весь громовой отводъ прикрѣпляется къ дому посредствомъ дурныхъ проводниковъ; однако для домовъ, въ которыхъ мало металла, вовсе не требуется особенно тщательнаго уединенія отвода, потому что при хорошихъ проводникахъ нельзя опасаться, чтобы электричество направило свой путь къ землѣ черезъ матеріалъ, изъ котораго выстроенъ домъ и который проводитъ электричество гораздо хуже желѣзнаго громоваго отвода.

Ф гальванизмѣ.

Съ 1790 года для мирныхъ лягушекъ началось тяжкое время. До того времени эти хладнокровныя животныя наслаждались совершенно спокойною жизнью, размножались безпрепятственно, а умирали всегда естественною смертью; только изрѣдка они дѣлались жертвою аппетита изнѣженнаго желудка людей, которымъ хотѣлось полакомиться лягушечьями ножками. Со времени же французской революціи участь бѣдныхъ лягушекъ сдѣлалась самою незавидною, самою ужасною: ихъ начали ловить и убивать, а кожу сдираютъ съ нихъ пока онѣ еще живы. Если бы только въ этомъ заключалось все ихъ несчастіе, то онѣ не были бы еще достойны особеннаго сожалѣнія, потому что той же участи подвергаются и многія другія животныя, мясо которыхъ можетъ служить для жаркаго, а кожа для ремней, обуви и т. п.; но вотъ въ чемъ бѣда! У всѣхъ животныхъ со смертью прекращаются всѣ ихъ мученія. Мученія же лягушки начинаются преимущественно со смертью ея, потому что съ 1790 года ее постоянно начали употреблять для физическихъ опытовъ и жизнь ея стала вѣчнымъ достояніемъ науки, которая не уважаетъ даже права смерти. Съ тѣхъ поръ какъ лягушкою

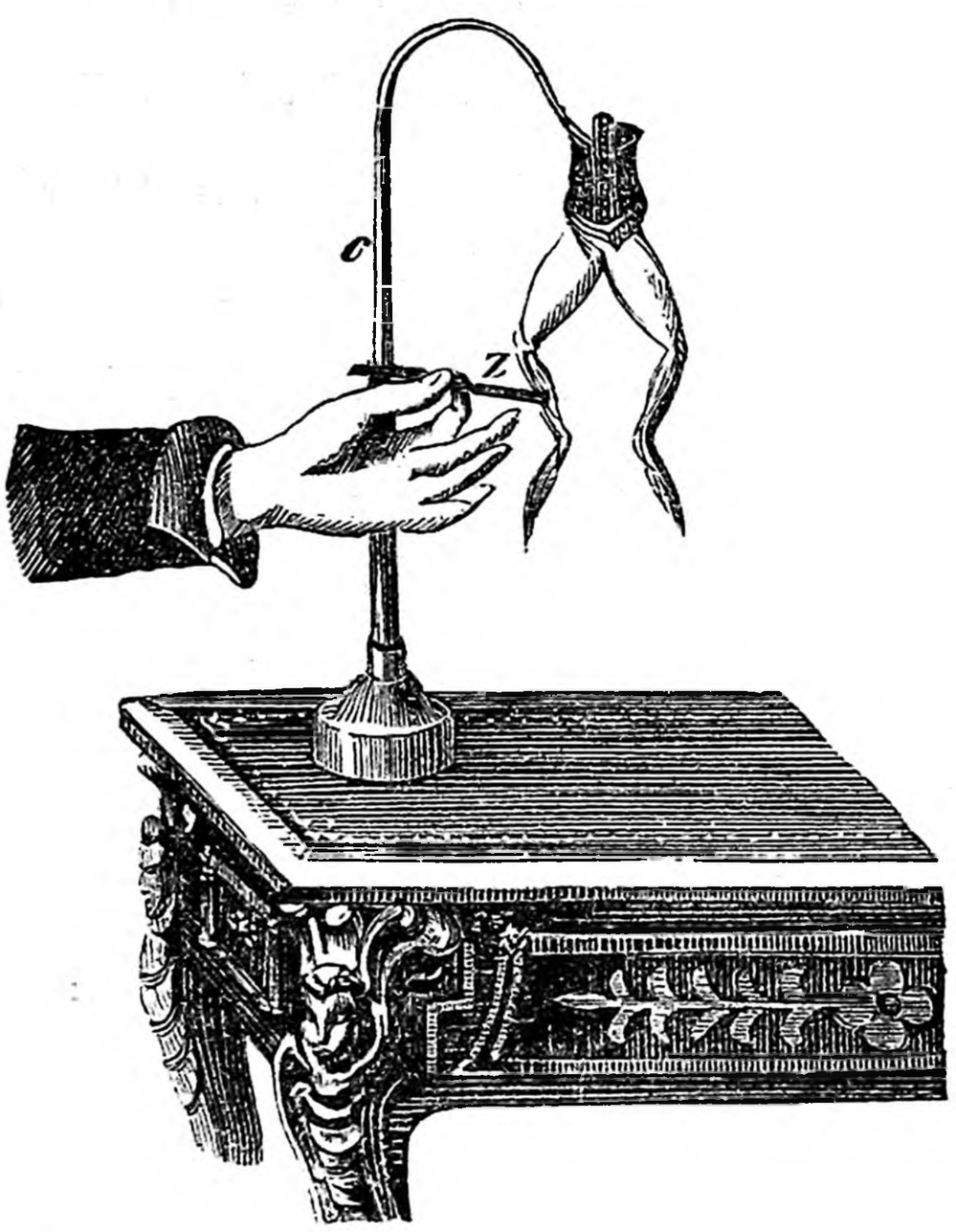
овладѣлъ любознательный ученый, ей нѣтъ покоя даже когда уже испустила послѣднее дыханіе: по приказанію физика ея нервы должны оживляться, ея мышцы должны сокращаться и растягиваться и дѣлать странные прыжки, подобно паяцу, который обязанъ казаться веселымъ, хотя бы сердце его было сокрушено сильнымъ горемъ.

Бѣдное животное! злополучная судьба твоя тяготитъ совѣсть Гальвани, профессора анатоміи въ Болоньи, который былъ главнымъ виновникомъ твоихъ бѣдствій: Однажды, когда супруга болоньскаго естествоиспытателя сдѣлалась больна, врачи для укрѣпленія ея силъ назначили ей бульонъ изъ лягушечьихъ ножекъ. Случилось, что въ одно утро нѣсколько лягушекъ, съ которыхъ уже была снята кожа, лежало въ той комнатѣ, гдѣ профессоръ съ нѣкоторыми товарищами производилъ опыты надъ электричествомъ. Вскорѣ онъ замѣтилъ, что мертвыя лягушки содрогались каждый разъ, когда изъ проводника электрической машины вылетала искра. Полагая, что это зависитъ отъ дѣйствія, оказываемаго содержащимся въ воздухѣ электричествомъ на нервы лягушекъ, Гальвани прицѣпилъ лягушечью ножку къ мѣдной проволокѣ и повѣсивъ послѣднюю на перила желѣзнаго балкона, началъ раскачивать ее въ ту и другую сторону для того, чтобы привести ножку въ прикосновеніе съ большимъ количествомъ воздуха. Однакожъ ножка отъ этого ни разу не содрогнулась; но когда она при качаніи иногда ударялась о желѣзныя перила, то непосредственно послѣ прикосновенія съ желѣзомъ, въ ней каждый разъ происходило сильное содроганіе.

Этотъ фактъ, равно и многія другія явленія, которыя Гальвани замѣчалъ при другихъ опытахъ и потомъ тща-

тельно описалъ въ обнародованныхъ имъ статьяхъ, надѣлали много шума въ ученомъ мірѣ. Вездѣ физики начали повторять опыты болоньскаго анатома, которые производятся слѣдующимъ образомъ: Отрѣзавъ у лягушки голову и содравъ съ нея кожу, ее прицѣпляютъ къ мѣдному крючку (рис.68),

Рис. 68.



Лягушка на крючкѣ.

который продѣваютъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ лежитъ спинной хребетъ, потому что отъ него въ обѣ стороны расходятся нервы; затѣмъ берутъ цинковую палочку *z* и однимъ кон-

цомъ ея сперва дотрогиваются до ствола мѣднаго крючка *c*, а потомъ другимъ къ заднимъ конечностямъ лягушки. Тогда, при каждомъ прикосновеніи, лягушечьи ножки будутъ сгибаться и сокращаться и вообще дѣлать тѣже движенія, которыя производятъ живыя лягушки.

Гальвани объяснялъ себѣ это явленіе присутствіемъ въ животномъ организмѣ особаго рода электричества, которое будто бы отъ нервовъ переходитъ черезъ металлическую дугу къ мышцамъ и производитъ въ нихъ наблюдаемыя сокращенія. За эту теорію въ особенности ухватились врачи и физіологи, которые обрадовались, думая, что уже нашли жизненное начало; а потому самому электричеству дали названія *животнаго*, *жизненнаго*, а также (по имени открывателя его) *гальваническаго электричества* или *тока*. Но вскорѣ вся ихъ обольстительная мечта уничтожилась, когда тѣже самые опыты началъ производить съ большею точностью профессоръ физики въ Павіи, извѣстный всѣмъ Вольта.

Теорія Вольты. Этотъ ученый, повторяя опыты Гальвани, замѣтилъ, что сокращенія или содроганія у лягушки бываютъ гораздо сильнѣе, когда нервы и мышцы ея приводятся въ сообщеніе посредствомъ двухъ металловъ (какъ показано на рисункѣ 68), чѣмъ въ то время, когда къ нимъ прикасаются однимъ металломъ. Это явленіе не ускользнуло также отъ Гальвани, но какъ анатомъ, онъ разсматривалъ его съ одной физіологической точки зрѣнія, а потому и не обратилъ должнаго вниманія на вліяніе обоихъ металловъ. Вольта же, напротивъ того, обсудилъ вопросъ какъ физикъ, а потому тотчасъ приписалъ причину явленія присутствію двухъ разнородныхъ металловъ.

Съ этой точки зрѣнія Вольта предложилъ для объясненія

этого новаго факта свою теорію *прикосновенія* разнородных̈ъ веществъ, въ которой онъ принялъ за общее правило, что отъ прикосновенія двухъ разнородныхъ металловъ или какихъ бы то ни было веществъ, содержащееся въ нихъ естественное электричество разлагается, причемъ положительное электричество переходитъ на одно, а отрицательное на другое изъ этихъ веществъ. Содроганіе же лягушечьихъ мышцъ, по теоріи Вольты, происходитъ не отъ особаго рода электричества (животнаго или жизненнаго), но отъ вліянія электричествъ, освобождающихся въ двухъ разнородныхъ металлахъ вслѣдствіе ихъ взаимнаго прикосновенія.

Такимъ образомъ электричество, вызываемое прикосновеніемъ двухъ разнородныхъ металловъ, тожественно съ электричествомъ, которое развивается при треніи: они отличаются только происхожденіемъ, или, говоря другими словами, одно и тоже электричество можно получать двумя различными путями, а именно посредствомъ тренія и простымъ прикосновеніемъ. Послѣднее, для отличія, называютъ *гальванизмомъ* или *вольтаизмомъ*. Но для произведенія гальванизма, кромѣ двухъ разнородныхъ металловъ, необходимъ еще влажный проводникъ (напр. лягушечья ножка), который соединялъ бы оба металла.

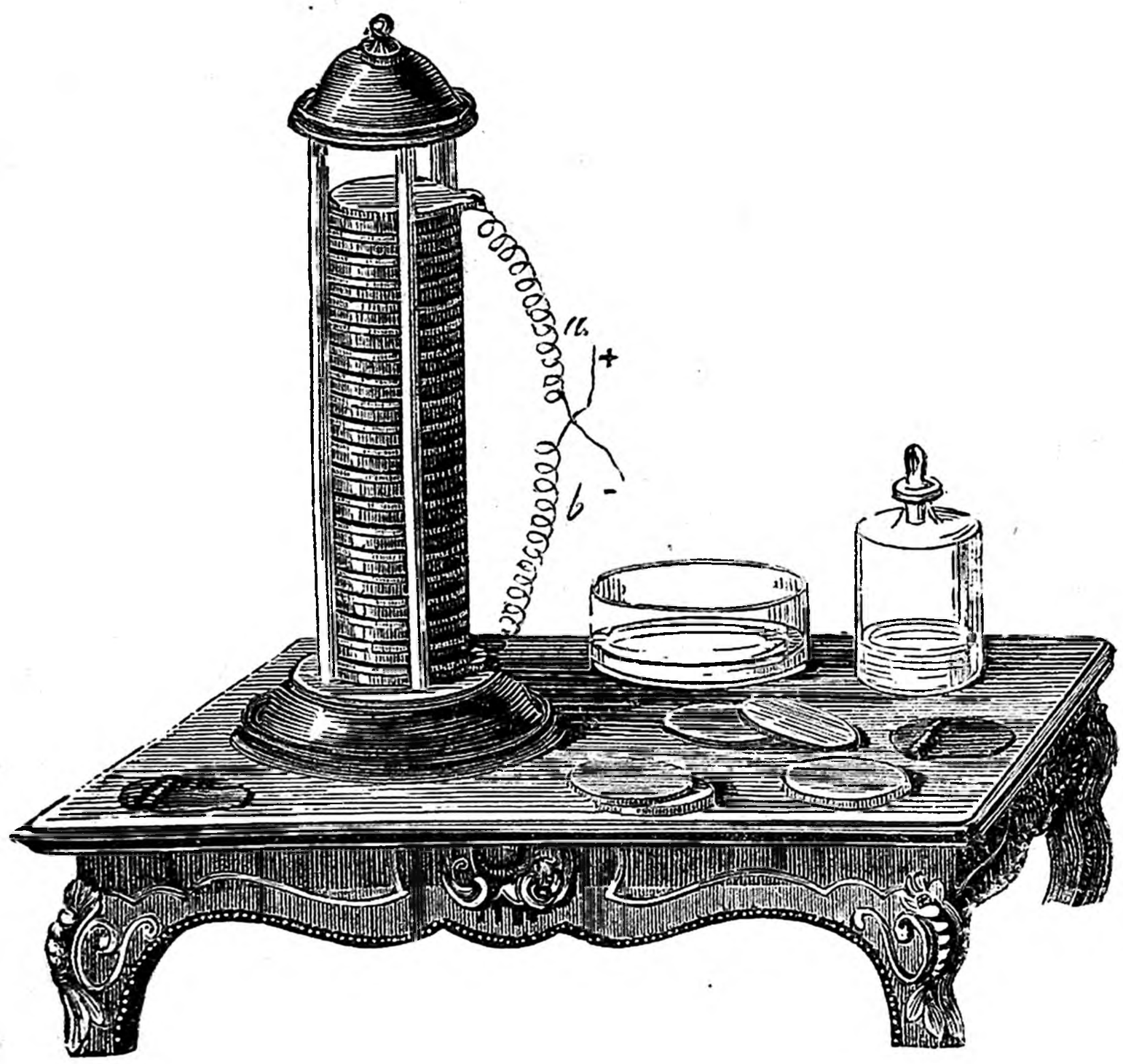
По теоріи Вольты, не всѣ вещества одинаково способны вызывать гальванизмъ. Въ этомъ отношеніи Вольта различалъ *хорошіе* и *дурные возбудители* гальванизма. Металлы можно считать самыми лучшими возбудителями. При этомъ замѣчательно, что одинъ и тотъ же металлъ отъ прикосновеніи его съ другимъ электризуется то положительно, то отрицательно. Такъ напр. мѣдь, отъ соприкосновенія съ цинкомъ электризуется отрицательно, а отъ соприкосновенія

съ золотомъ положительно. Разные возбудители гальванизма могутъ быть распредѣлены такимъ образомъ, что каждый изъ нихъ отъ прикосновенія съ предыдущимъ будетъ электризоваться отрицательно, а отъ прикосновеніи со слѣдующимъ положительно. Къ главнымъ возбудителямъ принадлежатъ: цинкъ, свинецъ, олово, желѣзо, мѣдь, серебро, золото, платина, уголь. Такъ напр. желѣзо въ прикосновеніи съ оловомъ или цинкомъ электризуется отрицательно, а въ прикосновеніи съ мѣдью или платиною—положительно. Чѣмъ дальше въ этомъ ряду отдалены два тѣла другъ отъ друга, тѣмъ сильнѣе ихъ возбудительная сила.

Вольтовъ столбъ. На основаніи своей теоріи Вольта придумалъ въ 1800 году замѣчательный снарядъ, который обезсмертилъ его имя и который теперь еще извѣстенъ подъ названіемъ вольтова столба. Чтобы увеличить прикосновеніе металловъ и соединить освобождающіяся въ нихъ электричества, знаменитый физикъ взялъ нѣсколько паръ пластинокъ разнороднаго металла, послѣдовательно положилъ ихъ другъ на друга, и между каждою парою изъ нихъ клалъ по кружку сукна, смоченнаго въ слабомъ растворѣ сѣрной кислоты. Рис. 69 представляетъ вольтовъ столбъ, состоящій изъ разнородныхъ пластинокъ, расположенныхъ попарно такъ, что непосредственно надъ цинковою пластинкою лежитъ мѣдная, а между каждыми двумя парами пластинокъ находится по одному кружку влажнаго сукна; такимъ образомъ на нижнемъ концѣ столба лежитъ цинковая пластинка, а на верхнемъ мѣдная ([1]).

([1]) Вольта клалъ по двѣ разнородныя пластинки, одну цинко-

Рис. 69.



Вольтовъ столбъ.

Если приготовленный такимъ образомъ столбъ уединенъ отъ земли, т. е. если онъ не сообщается съ землею никакимъ металлическимъ проводникомъ, то нижняя половина его заряжается положительнымъ электричествомъ, а верхняя отрицательнымъ, причемъ напряженіе обѣихъ электричествъ увеличивается по мѣрѣ приближенія отъ середины къ концамъ.

Для разряженія вольтова столба, т. е. для соединенія положительнаго электричества нижней половины съ отрицательнымъ электричествомъ верхней, служатъ такъ называемые *электроды*, состоящіе изъ двухъ мѣдныхъ проволокъ, прикрѣпленныхъ къ обоимъ концамъ столба, какъ показано на рисункѣ 69.

До тѣхъ поръ, пока концы столба не сообщаются между собою, въ немъ не замѣчается никакого дѣйствія и никакихъ особенныхъ явленій. Но когда приводятъ въ прикосновеніе оба электрода и затѣмъ нѣсколько отдѣляютъ ихъ другъ отъ друга, то отъ одного электрода къ другому перескакиваетъ маленькая искра, происходящая отъ соединенія обоихъ разнородныхъ электричествъ. Это можно повторять безпрерывно, потому что по мѣрѣ того, какъ разнородныя электричества концовъ столба соединяются посредствомъ электродовъ, въ самомъ столбѣ происходитъ новое разложеніе естественнаго электричества, изъ котораго положительное опять накопляется въ нижней половинѣ, а отрицательное въ верхней. Слѣдовательно вольтовъ столбъ не разряжается совер-

---

вую, а другую мѣдную, потому что оба эти металлы, будучи соединены между собою, служатъ самыми лучшими возбудителями гальванизма.

шенно, и этимъ онъ отличается отъ лейденской банки, которую, какъ мы видѣли, разомъ можно вполнѣ разрядить, если прикоснуться къ ней разрядникомъ (см. стр. 174).

Соединеніе разнородныхъ электричествъ продолжается до тѣхъ поръ, пока электроды взаимно прикасаются; но искры показываются только тогда, когда они разъединены, т. е. когда прерванъ путь соединенія электричествъ черезъ металлическій проводникъ.

Химическая теорія дѣйствія вольтова столба. Теорія прикосновенія, которую Вольта предложилъ для объясненія происхожденія электричества въ придуманномъ имъ столбѣ, въ скоромъ времени подверглась той же участи, которая постигла животный гальванизмъ: она была вытѣснена химическою теоріею. Фаброни, соотечественникъ Вольты, первый возсталъ противъ теоріи прикосновенія; онъ утверждалъ, что развитіе электричества въ вольтовомъ столбѣ обусловливается преимущественно окисленіемъ (1) цинковой пластинки кисловатою водою, въ которой вымочены кружки сукна, положенные между каждыми двумя парами пластинокъ. Вскорѣ послѣ того Уаллѣстнъ и Дэви (Wallaston, Davy) въ Англіи приняли сторону итальянскаго профессора и начали поддерживать его мнѣніе остроумными опытами; наконецъ Де-ла-Ривъ въ Женевѣ и Бекерель во Франціи самымъ убѣдительнымъ образомъ доказали, что свободное электричество развивается при

---

(1) Окисленіемъ металла называется соединеніе его съ кислородомъ. Въ вольтовомъ столбѣ цинкъ, по мнѣнію Фаброни, соединяется съ кислородомъ кисловатой воды, т. е. смѣси воды съ какою нибудь кислотою.

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стр.
Опыты, производимые вездушнымъ насосомъ	132
Нагнетальная машина или насосъ для сжиманія воздуха и газовъ.	136
Гидравлическіе снаряды	139
Ватерпасъ	—
Ливеръ	140
Сифонъ	—
Стклянка для шприцеванія	143
Героновъ фонтанъ	—
Всасывающій насосъ	144
Толкающій насосъ	—
Пожарная труба	—
Объ электричествѣ	147
О проводникахъ электричества	152
О мѣстѣ накопленія электрическаго тока.	153
Объ электрической машинѣ	154
Электроформъ	161
Электрическіе опыты	163
Электрическіе колокольчики	165
Электрическій танецъ или электрическая кукла	166
Конденсаторы или сгустители электричества.	168
Лейденская банка	172
Электрическая батарея	174
Открытіе громов. электричества	177
О громовомъ шумѣ	186
Дѣйствіе молніи.	187
О громовомъ отводѣ	190
Устройство громоваго отвода	194
О гальванизмѣ	200

РИСУНКИ.

		Стра.
Рис. 42	Поперечный разрѣзъ воздушнаго насоса съ двумя цилиндрами	129
— 43	Продольный разрѣзъ	130
— 44	Пузырь подъ колоколомъ воздушнаго насоса.	134
—45,46	Нагнетательный насосъ.	137
— 47	Ватерпасъ	139
— 48	Ливеръ	140
— 49	Сифонъ	141
— 50	Сифонъ съ трубкою.	142
— 51	Стклянка для шприцеванія	143
— 52	Героновъ фонтанъ	144
— 53	Всасывающій насосъ	145
— 54	Толкающій насосъ	—
— 55	Пожарная труба	146
—56,57	Электрическій маятникъ	150
— 58	Электрическая машина	156
— 59	Электроформъ	162
— 60	Электрическіе колокольчики	165
— 61	Электрическая кукла	167
— 62	Конденсаторъ.	169
— 63	Разрядникъ	171
— 64	Электрическая батарея	175
— 65	Веніаминъ Франклинъ	181
— 66	Громовое электричество.	184
— 67	Громовой отводъ.	197
— 68	Лягушка на крючкѣ.	202
— 69	Вольтовъ столбъ	206

Дозволено Цензурою. С. Петербургъ, 20 марта 1865 года.

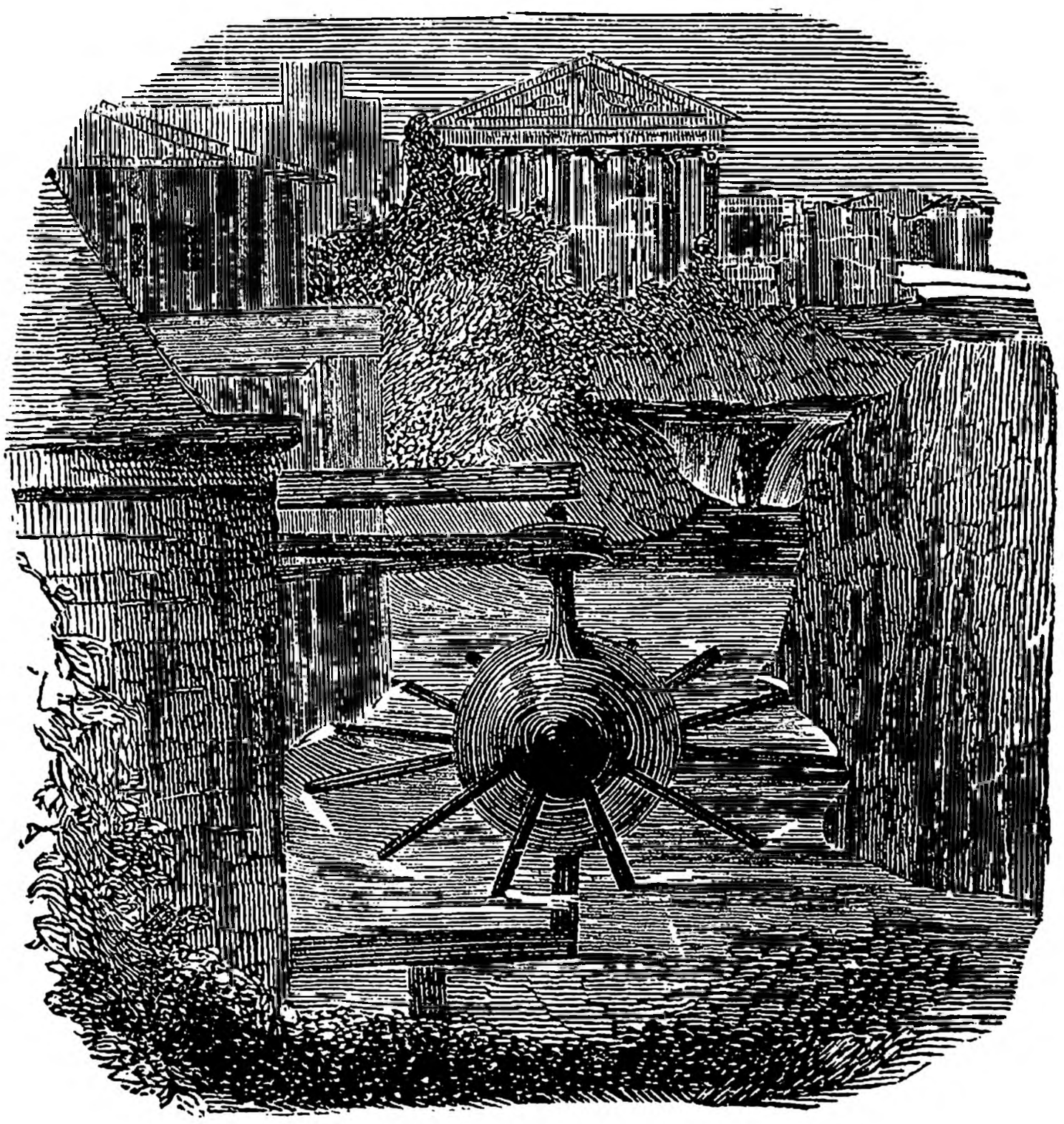
ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА. — *Редакторъ М. Ханъ.*

САМООБРАЗОВАНІЕ,

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ, УЧЕНО-ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЖУРНАЛЪ ДЛЯ ЛЮДЕЙ ВСЯКАГО ВОЗРАСТА,

ИЗДАВАЕМЫЙ М. ХАНОМЪ.

ГОДЪ ТРЕТІЙ.



СИЛЫ ПРИРОДЫ И ИХЪ ПРИМѢНЕНІЕ.

№ 4 за Апрѣль 1865 г.

каждомъ химическомъ соединеніи, и что когда какая нибудь кислота дѣйствуетъ на металлъ, въ послѣднемъ освобождается отрицательное электричество, а въ кислотѣ положительное.

Теперь химическая теорія признана уже всѣми естествоиспытателями. По этой теоріи электричество развивается въ вольтовомъ столбѣ единственно вслѣдствіе дѣйствія кисловатой воды суконныхъ кружковъ на каждую цинковую пластинку.

Вольтовъ столбъ служилъ основаніемъ устройства электрическаго аппарата Бунзена, который, какъ извѣстно изъ физики, играетъ весьма важную роль въ устройствѣ телеграфовъ, въ гальванопластикѣ и вообще во всей технической промышленности.

О магнетизмѣ.

Свойства магнита.

Магниты бываютъ естественные и искуственные. Естественный магнитъ или магнитный камень состоитъ изъ соединенія желѣза съ кислородомъ и слѣдовательно имѣетъ такой же составъ, какъ и ржавчина, отъ которой онъ отличается только тѣмъ, что содержитъ въ себѣ нѣсколько меньше кислорода.

Магнитный камень имѣетъ свойство притягивать къ себѣ желѣзо и нѣкоторые другіе металлы, особенно никель и кобальтъ. Кромѣ того въ немъ замѣчаютъ еще ту особенность, что если его положить на остріе штифтика, такъ чтобы онъ лежалъ горизонтально, или привязать къ вертикальной ниткѣ, то онъ однимъ концемъ своимъ всегда будетъ поворачиваться къ сѣверу, а другимъ къ югу. Благодаря этому свойству, магнитный камень иногда бываетъ для человѣка гораздо дороже всякаго драгоцѣннаго камня, потому что онъ служитъ ему путеводителемъ какъ въ степяхъ, такъ и на морѣ.

Этотъ таинственный камень, имѣющій буроватый матовый цвѣтъ, былъ извѣстенъ уже древнимъ, которые называли его лидійскимъ или магнезійскимъ камнемъ, потому что онъ впер-

вые былъ найденъ около лидійскаго города Магнезіи; оттого его и до сихъ поръ еще называютъ *магнитомъ*, а всѣ явленія, которыя онъ представляетъ—*магнетизмомъ*.

Магнитный камень находится почти во всѣхъ странахъ земнаго шара.

Искуственный магнитъ приготовляется изъ закаленной стали (1), которую для этого натираютъ сильнымъ естественнымъ магнитомъ, отчего она пріобрѣтаетъ всѣ свойства послѣдняго.

Искуственные магниты обладаютъ тѣми же свойствами, какъ и естественные, съ тою только разницею, что первые дѣйствуютъ гораздо сильнѣе послѣднихъ; оттого для опытовъ употребляютъ гораздо чаще искуственный магнитъ.

У обоихъ видовъ магнита притягательная сила значительнѣе у концевъ; по направленію же къ серединѣ она постепенно уменьшается, такъ что самая средина не обнаруживаетъ никакой притягательной силы. Въ этомъ легко убѣдиться, если положить магнитъ въ желѣзные опилки и потомъ опять вынуть его оттуда, потому что тогда увидимъ опилки только на концахъ магнита, между тѣмъ какъ къ серединѣ его не пристанетъ ни одна частичка желѣза.

Оба конца магнита называются *полюсами*, а средина его, гдѣ не оказывается никакого слѣда притягательной силы, *среднею линіею*.

Притягательная сила магнита дѣйствуетъ на желѣзо даже

---

(1) Чтобы закалить сталь, ее сперва надо подвергнуть сильному жару, а потомъ быстро охладить, бросивъ ее въ холодную воду. Отъ этого она пріобрѣтаетъ значительную твердость.

сквозь другія тѣла. Такъ напр. если покрыть магнитъ листомъ бумаги и на нее посыпать желѣзные опилки, то эти послѣдніе тотчасъ же соберутся у концовъ магнита въ видѣ нитей.

Относительно притяженія желѣза оба магнитные полюса оказываютъ одинаковое дѣйствіе. Совсѣмъ другое явленіе мы замѣчаемъ при взаимномъ дѣйствіи полюсовъ двухъ магнитовъ: Если къ одному и тому же полюсу магнитной стрѣлки, свободно движущейся на остріи штифтика, послѣдовательно будемъ приближать оба конца другаго магнита, то увидимъ, что одинъ изъ этихъ концевъ будетъ отталкивать отъ себя стрѣлку, а другой, напротивъ, притягивать ее. Изъ этого должно заключить, что при дѣйствіи одного магнита на другой оба полюса ихъ обнаруживаютъ совершенно противоположныя свойства, такъ какъ одинъ конецъ магнита притягиваетъ магнитную стрѣлку, а другой отталкиваетъ ее.

Чтобы объяснить это замѣчательное явленіе, физики принимаютъ, что въ каждомъ магнитѣ существуютъ двѣ противоположныя магнитныя силы, которыя называютъ токами, и что каждый изъ нихъ отталкиваетъ отъ себя однородный съ нимъ магнетизмъ и притягиваетъ разнородный. Оттого, когда приближаютъ одинъ конецъ магнита къ разнородному концу другаго магнита, то оба конца другъ друга притягиваютъ, и наоборотъ концы, содержащіе однородный магнетизмъ, взаимно отталкиваются.

Мы уже сказали, что магнитъ, положенный на штифтикъ или повѣшенный на ниткѣ, всегда поворачивается однимъ полюсомъ къ сѣверу, а другимъ къ югу, если тому не представляется механическое препятствіе. Это любопытное явленіе физики объясняютъ тѣмъ, что земной шаръ обладаетъ

всѣми свойствами магнитнаго камня, что оба полюса его соотвѣтствуютъ притягательнымъ концамъ магнита, и что наконецъ сѣверный полюсъ притягиваетъ одинъ конецъ магнитной стрѣлки, а южный другой; но такъ какъ взаимно притягиваться могутъ только разнородные магнетизмы, то конецъ магнитной стрѣлки, обращенный къ сѣверу, долженъ содержать въ себѣ магнетизмъ, однородный съ магнетизмомъ южнаго полюса земнаго шара, такъ какъ его притягиваетъ разнородный сѣверный полюсъ шара; на этомъ основаніи конецъ магнитной стрѣлки, обращенный къ сѣверному полюсу, называется *южнымъ полюсомъ*, а конецъ, поворачивающійся къ югу,— *сѣвернымъ* полюсомъ, по содержанію въ немъ магнетизма однихъ свойствъ съ магнетизмомъ сѣвернаго полюса земли.

Натираніе стали для сообщенія ей свойствъ магнита, производится тремя образомъ:

Первый, самый простой способъ натиранія состоитъ въ томъ, что однимъ полюсомъ сильнаго магнита нѣсколько разъ проводятъ по поверхности стальнаго бруска, начиная отъ одного конца до другаго.

По второму способу натираніе производится двумя разнородными полюсами двухъ магнитовъ, а именно берутъ въ каждую руку по магниту, соединяютъ разнородные полюсы ихъ по срединѣ стальнаго бруска и потомъ въ одно и то же время водятъ ими по поверхности послѣдняго къ концамъ его, т. е. однимъ полюсомъ къ правому концу, а другимъ къ лѣвому.

Наконецъ при третьемъ способѣ натиранія, берутъ опять-таки два сильные магнита и также соединяютъ разнородные полюсы ихъ по срединѣ стальнаго бруска, но между ними

предварительно кладутъ кусочекъ дерева и вмѣсто того, чтобы разъединить ихъ, какъ это дѣлается при второмъ способѣ, ими обоими вмѣстѣ водятъ по стальному бруску, начиная съ середины, въ одну которую нибудь сторону и потомъ послѣдовательно отъ одного конца до другаго; при этомъ, когда прекращаютъ треніе, нужно остановиться опять-таки въ срединѣ, для того, чтобы каждая половина стали подвергалась одинаковому числу трснію.

Объ электромагнетизмѣ.

Уже давно замѣтили, что магнетизмъ имѣетъ большое сходство съ электричествомъ, а именно относительно отталкиванія однородныхъ токовъ и взаимнаго притяженія разнородныхъ. Кромѣ того неоднократно замѣчали, что молнія, ударяя въ корабль, поворачиваетъ магнитную стрѣлку компаса и даже отнимаетъ у нея всю магнитную силу. Но съ другой стороны эти два дѣятеля также расходятся во многомъ: такъ напр. магнетизмъ не передается, подобно электричеству, другимъ тѣламъ посредствомъ проводниковъ. Кромѣ того магнитъ, приведенный въ сообщеніе съ землею, не утрачиваетъ своей силы, какъ это бываетъ съ электризованнымъ тѣломъ; наконецъ электричество болѣе или менѣе можетъ развиваться во всѣхъ тѣлахъ, а магнетизмъ только въ весьма немногихъ. Въ виду такихъ обстоятельствъ трудно было бы сказать что нибудь положительное о связи, существующей между магнетизмомъ и электричествомъ. Но въ 1819 году

Эрстедъ, профессоръ физики въ Копенгагенѣ, сдѣлалъ весьма важное открытіе; онъ нашелъ, что электричество имѣетъ особое вліяніе на направленіе магнитной стрѣлки. Изъ многочисленныхъ опытовъ онъ убѣдился, что если въ магнитную стрѣлку пропустить электрическій токъ, то она измѣнитъ свое обычное направленіе и обратится на востокъ. При этомъ замѣчательно, что когда электрическій токъ проходитъ надъ магнитной стрѣлкою и притомъ по направленію съ юга къ сѣверу, то южный полюсъ (т. е. тотъ, который обращенъ къ сѣверу), отклонится къ западу; а если же токъ пропускается съ сѣвера къ югу, то тотъ же полюсъ магнитной стрѣлки обращается къ востоку. Наконецъ, когда электрическій токъ пропускается подъ магнитной стрѣлкою, то происходятъ тѣ же явленія, но только направленіе отклоненій южнаго полюса бываютъ обратныя. Это совокупное дѣйствіе электричества и магнетизма называются *электромагнетизмомъ*, который примѣняютъ теперь преимущественно въ телеграфахъ, потому что электричество съ быстротою молніи пробѣгаетъ проведенную по извѣстному пространству проволоку, а отклоненія магнитной стрѣлки, производимыя отъ дѣйствія на нее электрическаго тока, служатъ для передачи содержанія депешъ.

О теплотѣ.

Ощущеніе теплоты и холода всѣмъ знакомо, и всякій вѣроятно знаетъ, что то же самое начало, которое производитъ это ощущеніе въ человѣческомъ организмѣ, дѣйствуетъ и на всѣ другія тѣла. Такъ напр. всякое тѣло, лежащее передъ пылающимъ каминомъ, постепенно нагрѣвается все болѣе и болѣе, но когда его удаляютъ отъ источника теплоты, то оно также постепенно начинаетъ охлаждаться. Такое нагрѣваніе и охлажденіе происходитъ не только на поверхности тѣла, но и во всей массѣ его. Изъ этого видно, что теплотворное начало можетъ передаваться даже на извѣстномъ разстояніи и, проникая въ тѣла, накопляться въ нихъ и затѣмъ опять оставлять ихъ.

На счетъ объясненія сущности и причинъ теплоты, физики были различнаго мнѣнія. Одни изъ нихъ, а въ томъ числѣ и Ньютонъ, полагали, что это чрезвычайно тонкое вещество, которое истекаетъ лучеобразно по всѣмъ направленіямъ изъ всякаго тѣла, содержащаго въ себѣ это теплотворное начало. Слѣдовательно по этой теоріи жаръ происходитъ отъ накопленія этого вещества, а холодъ вслѣдствіе истеканія его изъ разныхъ тѣлъ. Это невидимое, неосязаемое и невѣсомое

вещество, которое въ состояніи накаливать желѣзо, расплавлять металлы и воспламенять горючіе матеріалы, прежде называли огненнымъ началомъ, но въ новѣйшее время ему дали болѣе приличное названіе—*теплородъ*.

Другіе физики, въ оссбенности Декартъ, Гюгенъ и ихъ послѣдователи также допускаютъ существованіе невидимаго, чрезвычайно нѣжнаго и упругаго вещества, которое они называютъ *эѳиромъ*, но которое по мнѣнію этихъ физиковъ не истекаетъ изъ самыхъ тѣлъ, чтобы переходить въ другія, а существуетъ отдѣльно и распространено по всей вселенной, не исключая даже безвоздушныхъ пространствъ. Всѣ же явленія, зависящія отъ теплоты, эти физики приписываютъ особому колебанію частицъ горячихъ тѣлъ, которое передается и эѳиру, а послѣдній въ свою очередь распространяетъ его въ видѣ волнъ, подобно тому, какъ воздухъ передаетъ звукъ. Слѣдовательно, по этой теоріи всѣ степени теплоты и холода зависятъ отъ силы колебанія теплотворнаго эѳира.

Эта послѣдняя теорія принята теперь всѣми физиками, тѣмъ болѣе, что она согласуется съ теоріею свѣта, который имѣетъ большое сходство съ теплотою. Однакожъ въ наукѣ, для большей ясности, употребляютъ термины, принятые для теоріи истеченія лучистаго теплорода, и обыкновенно говорятъ напр. о тѣлѣ, которое нагрѣлось, что оно поглотило теплородъ, и напротивъ того о тѣлѣ, которое охладилось, что оно утратило начало теплоты.

Частицы тѣлъ, какъ извѣстно, обладаютъ свойствомъ взаимно притягиваться, и благодаря этой способности не нарушается цѣлость тѣлъ; но когда въ нихъ накопляется теплотворное вещество, то частицы, напротивъ того, пріобрѣтаютъ свойство отталкиваться; повинуясь этой отталкиваю-

щей силѣ, частицы постепенно удаляются другъ отъ друга, а черезъ это скважины, находящіяся между ними, и самое тѣло принимаютъ большій объемъ. Такое увеличеніе объема или *расширяемость* замѣчается какъ въ твердыхъ, такъ и въ жидкихъ и газообразныхъ тѣлахъ.

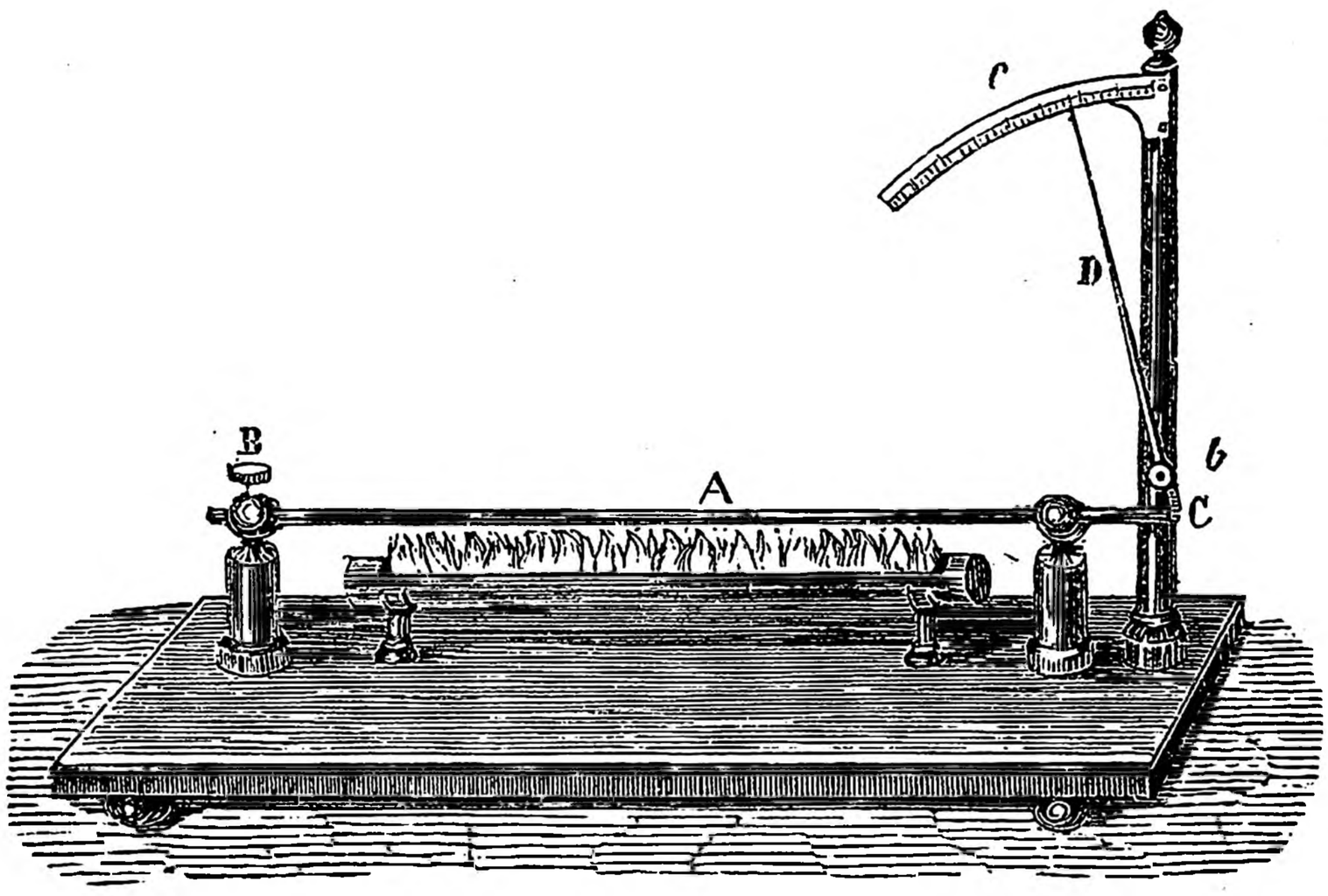
Твердыя тѣла отъ дѣйствія на нихъ теплоты не только расширяются, но кромѣ того утрачиваютъ свою твердость и плотность, т. е. дѣлаются мягкими; а если дѣйствіе теплоты достигаетъ такой значительной степени, что отталкивающая сила частицъ уравновѣшиваетъ ихъ притагательную силу, то твердое тѣло переходитъ въ жидкое состояніе. Такъ напр. воскъ, смола, сѣра и т. п. легко сталовятся жидкими отъ дѣйствія теплоты. Жидкости же, расширяясь подъ вліяніемъ того же дѣятеля, превращаются въ пары.

Когда тѣла утрачиваютъ теплоту, т. е. когда они охлаждаются, то замѣчаются совершенно противоположныя явленія: частицы тѣлъ все болѣе и болѣе сближаются, скважины уменьшаются, а вмѣстѣ съ ними и объемъ самаго тѣла. Вслѣдствіе такого *сближенія* частицъ пары постепенно превращаются въ жидкость, а послѣдняя въ твердое тѣло. Такъ напр. вода отъ дѣйствія холода превращается въ ледъ, а ртуть становится твердою какъ свинецъ.

Не всѣ тѣла расширяются въ одинаковой степени. Всего болѣе расширяются газы, послѣ нихъ жидкости и наконецъ твердыя тѣла, которыя обладаютъ этою способностью въ гораздо меньшей степени. Въ расширяемыхъ газахъ и жидкостяхъ принимаютъ въ соображеніе только увеличеніе ихъ объема; въ твердыхъ же тѣлахъ различаютъ двоякаго рода расширеніе, одно по направленію длины, т. е. линейное расширеніе, а другое общее или кубическое.

Чтобы доказать расширяемость твердыхъ тѣлъ въ длину, дѣлаютъ слѣдующій опытъ: берутъ желѣзный или мѣдный прутъ *A* (рис. 70), продѣваютъ его черезъ двѣ металличе-

Рис. 70.



Расширеніе прута.

скія подставки и одинъ конецъ его (въ точкѣ *B*) укрѣпляютъ посредствомъ винта, на противоположномъ же концѣ *C* прутъ можетъ свободно удлиняться и такимъ образомъ отклонять влѣво стрѣлку *D*, которая поворачивается около точки *b*, когда прутъ *A* нагрѣваютъ снизу посредствомъ алкооля. Степень отклоненія стрѣлки *D* различна, смотря по металлу, изъ котораго сдѣланъ прутъ, и различіе это показываетъ рамка *c*, раздѣленная на градусы. Этимъ путемъ нашли, что напр. желтая мѣдь гораздо болѣе расширяется, нежели желѣзо и сталь.

Для доказательства общей или кубической расширяемости тѣлъ берутъ металлическій шаръ, который при обыкновенной температурѣ свободно проходитъ въ кольце, затѣмъ нагрѣваютъ его, держа надъ спиртовой лампою, и потомъ опять кладутъ въ кольце; тогда окажется, что шаръ будетъ держаться въ немъ до тѣхъ поръ, пока онъ опять не охладится. Это ясно доказываетъ, что объемъ шарика увеличился подъ вліяніемъ теплоты.

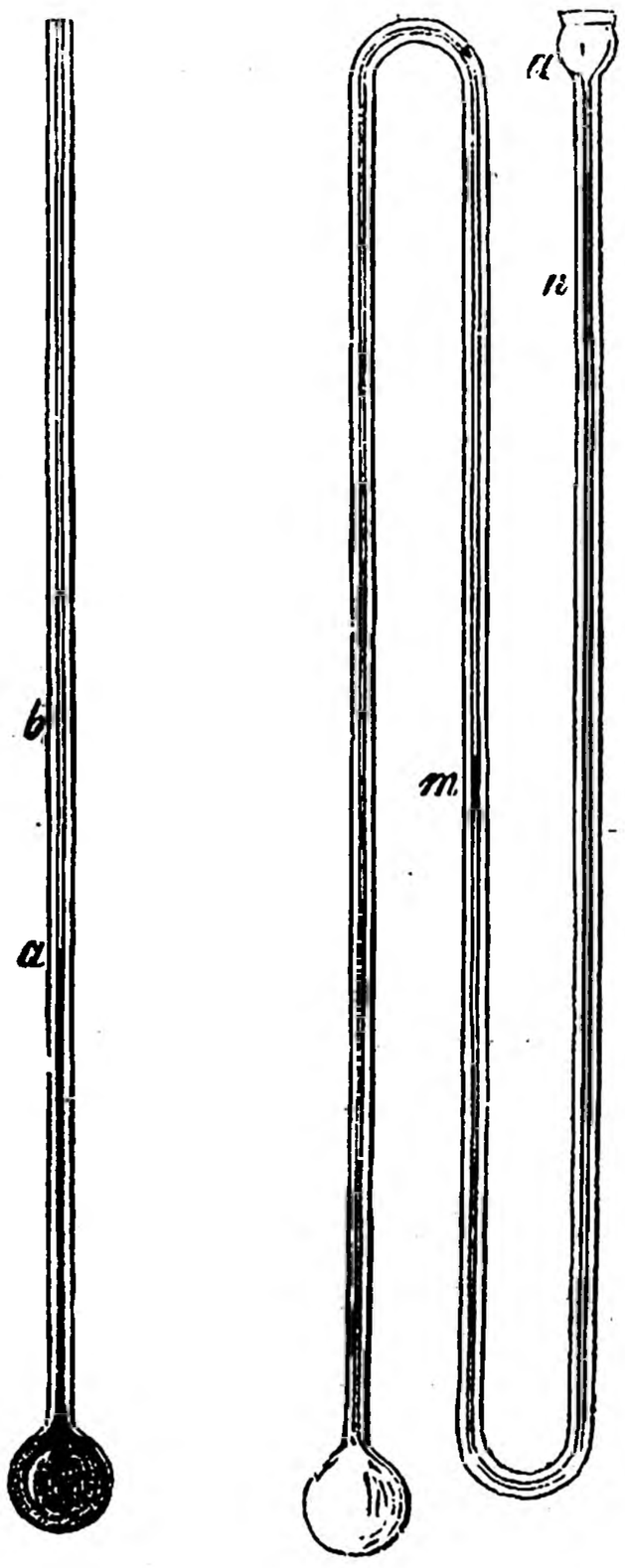
Въ расширяемости жидкостей также очень легко убѣдиться: берутъ тоненькую стеклянную трубочку, къ одному концу которой придѣланъ пузырекъ (рис. 71), и вливаютъ въ нее какой либо жидкости, обыкновенно подкрашеннаго алкооля или ртути. Если затѣмъ слегка нагрѣть пузырекъ (напр. опустивъ его въ теплую воду), то столбъ жидкости подымется вверхъ, напр. отъ точки a до b; это несомнѣнно доказываетъ, что жидкость расширилась отъ дѣйствія теплоты.

Подобнымъ же образомъ поступаютъ, когда хотятъ убѣдиться въ расширяемости газовъ; но такъ какъ послѣдніе еще болѣе расширяются, чѣмъ жидкости, то для опыта берутъ болѣе длинную и притомъ изогнутую трубку, какъ показано въ рисункѣ 72. Пузырекъ сперва нагрѣваютъ, и такимъ образомъ удаляютъ изъ трубки часть заключающагося въ ней воздуха; затѣмъ черезъ воронку a впускаютъ каплю ртути и даютъ трубкѣ остыть. По охлажденіи ея, оставшійся въ ней воздухъ сжимается и оттого капля ртути, уступая давленію атмосферы, подвигается напр. до точки m. Если потомъ разогрѣть пузырекъ въ водѣ или въ рукѣ, то заключенный въ немъ воздухъ расширится и при этомъ увлечетъ каплю ртути напр. до n; это большое разстояніе отъ

точки *m* до *n* показываетъ, что газы гораздо болѣе расширяются, чѣмъ жидкости.

Слѣдуетъ однако замѣтить, что отъ теплоты вообще рас-

Рис. 71. Рис. 72.



Расширеніе жидкости и газа.

ширяются только такія тѣла, которыя не поглощаютъ влажности воздуха, какъ напр. металлы или стекло. Такія же тѣла, которыя, благодаря своей значительной скважности, вбираютъ въ себя влагу, какъ напр. дерево, бумага и глина,

напротивъ того, сжимаются отъ дѣйствія теплоты, потому что заключающаяся въ нихъ влага превращается въ паръ, вслѣдствіе чего скважины уменьшаются. Этимъ объясняется, почему сырой листъ бумаги, когда его сушатъ надъ огнемъ, свертывается въ ту сторону, съ которой онъ нагрѣвается. По той же причинѣ, бочары, чтобы согнуть дощечки, согрѣваютъ ихъ только съ одной стороны.

О термометрѣ.

Термометромъ (1) называется инструментъ, посредствомъ котораго опредѣляется степень температуры. Онъ былъ изобрѣтенъ въ концѣ XVI столѣтія, по мнѣнію однихъ Галилеемъ, а по мнѣнію другихъ голландскимъ врачемъ Дреббелемъ.

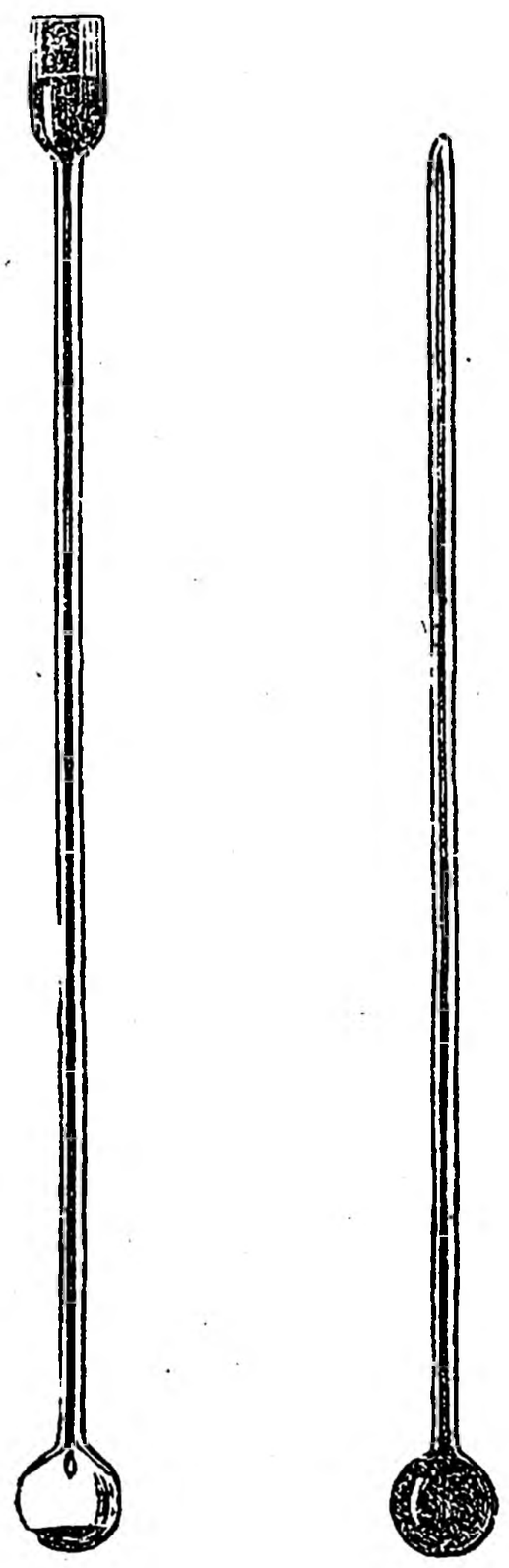
Такъ какъ наши чувства не на столько совершенны, чтобы они могли съ точностью опредѣлять всѣ измѣненія температуры, то для измѣренія степени теплоты и холода прибѣгаютъ къ тѣламъ, имѣющимъ способность расширяться подъ вліяніемъ теплоты. Съ этою цѣлью употребляютъ жидкости, въ особенности алкооль или ртуть; причемъ послѣдней даютъ предимущество передъ первымъ, потому что въ расширеніи ея замѣчаютъ больше правильности, т. е. увеличеніе ея объема болѣе соотвѣтствуетъ степени теплоты.

---

(1) Отъ греческихъ словъ *термосъ*, теплый, и *метронъ*, мѣра.

Ртутный термометръ состоитъ изъ тоненькой стеклянной трубочки, оканчивающейся внизу пузырькомъ, который, точно также какъ и нижняя часть самой трубки, наполненъ ртутью (рис. 73). Такъ какъ введеніе ртути въ пузырекъ сопряжено съ нѣкоторыми затрудненіями, по причинѣ слишкомъ

Рис. 73. Рис. 74.



Трубки термометра.

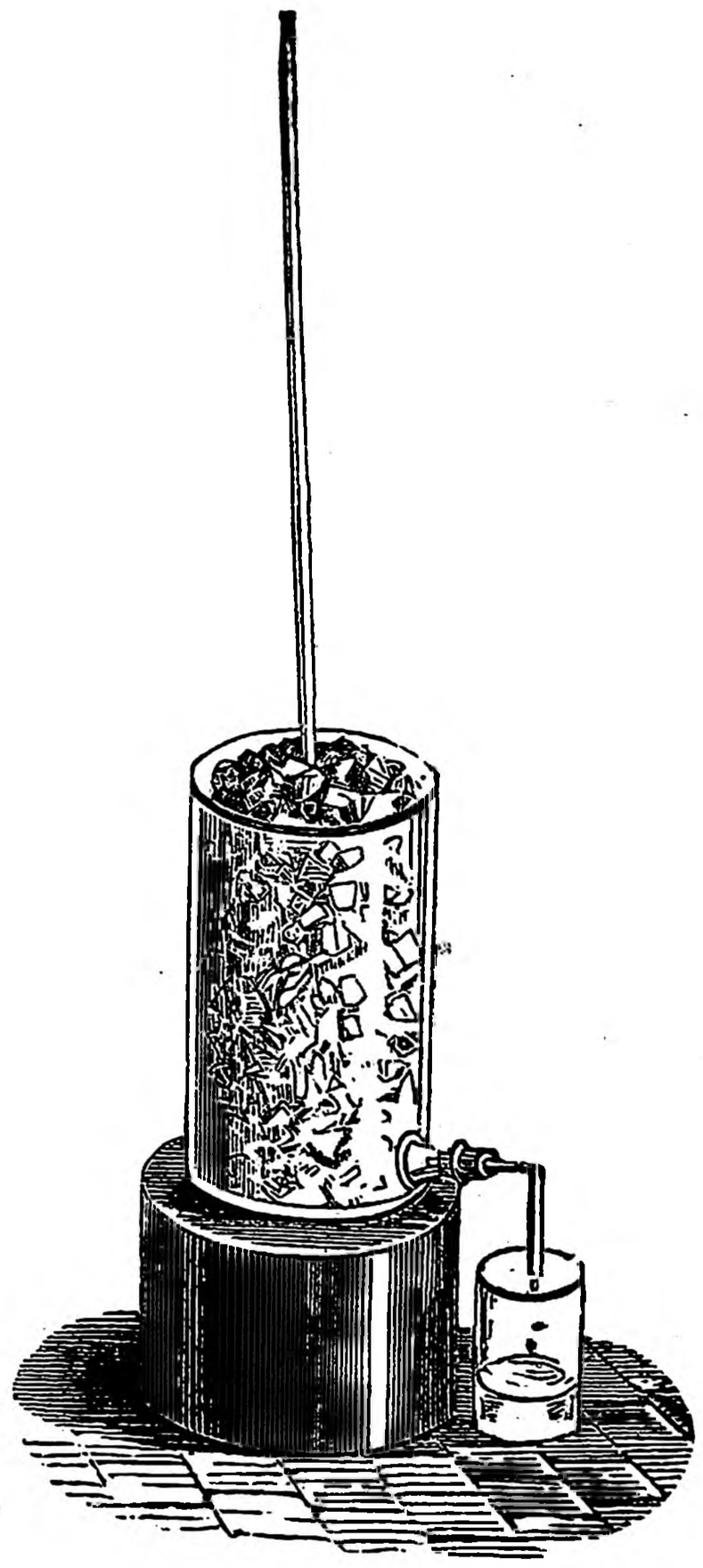
узенькаго канала трубки, то для приготовленія термометра берутъ трубку, снабженную на верху воронкою (рис. 73); въ послѣднюю вливаютъ ртуть, которая однакожъ сначала не проходитъ въ трубку, потому что во первыхъ, какъ мы

уже сказали, этому мѣшаютъ узкій каналъ, а во вторыхъ упругость заключающагося въ трубкѣ воздуха. Но когда пузырекъ нагрѣваютъ, держа его надъ раскаленными угольями или надъ горящей лампою, то внутренній воздухъ расширяется и часть его выходитъ изъ трубки черезъ ртуть воронки въ видѣ пузырей, такъ что если потомъ даютъ трубкѣ остыть, оставшійся въ ней воздухъ тотчасъ же опять сжимается, вслѣдствіе чего упругость его ослабѣваетъ и тогда ртуть, подвергаясь давленію внѣшняго воздуха, которое сильнѣе внутренняго, начинаетъ каплями проникать въ трубку, а оттуда въ пузырекъ. Но такъ какъ въ послѣднемъ содержится еще воздухъ, то пузырекъ не можетъ совершенно наполняться; по этому его нужно снова нагрѣть и затѣмъ опять дать остыть; это нагрѣваніе продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока въ пузырькѣ останется только небольшое количество воздуха. Но для того, чтобы изъ пузырька совершенно выгнать воздухъ, его нужно нагрѣть такъ, чтобы ртуть въ немъ начала кипѣть: тогда ртутные пары окончательно увлекутъ съ собою весь воздухъ, оставшійся въ трубкѣ, и послѣдняя по охлажденіи своемъ вся наполнится ртутью. Послѣ того удаляютъ изъ трубки лишнюю ртуть и, оставивъ въ ней столько, чтобы она наполняла только треть всей ея длины, отламываютъ воронку и тотчасъ же запаиваютъ отверстіе трубки. Въ такомъ видѣ термометръ представленъ на рисункѣ 74; теперь только остается раздѣлить его на градусы, по которымъ можно было бы опредѣлить высоту температуры.

При раздѣленіи трубки на градусы физики принимаютъ за предѣлы двѣ постоянныя температуры, которыя соотвѣтствуютъ двумъ различнымъ высотамъ ртути, а именно температуру тающаго льда и температуру кипящей воды. Вы-

боръ этотъ сдѣланъ потому, что опытами убѣдились въ постоянствѣ температуры, при которой ледъ таетъ и вода кипитъ, если только она не содержитъ въ себѣ никакихъ постороннихъ примѣсей (перегнанная вода).

Рис. 75.



Опредѣленіе точки замерзанія.

Для опредѣленія этихъ точекъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ: Наклеивъ на трубку термометра узенькій лоскутокъ бумаги, ее опускаютъ въ сосудъ, наполненный толченымъ льдомъ (рис. 75); а для того, чтобы вода могла стекать, къ нижней

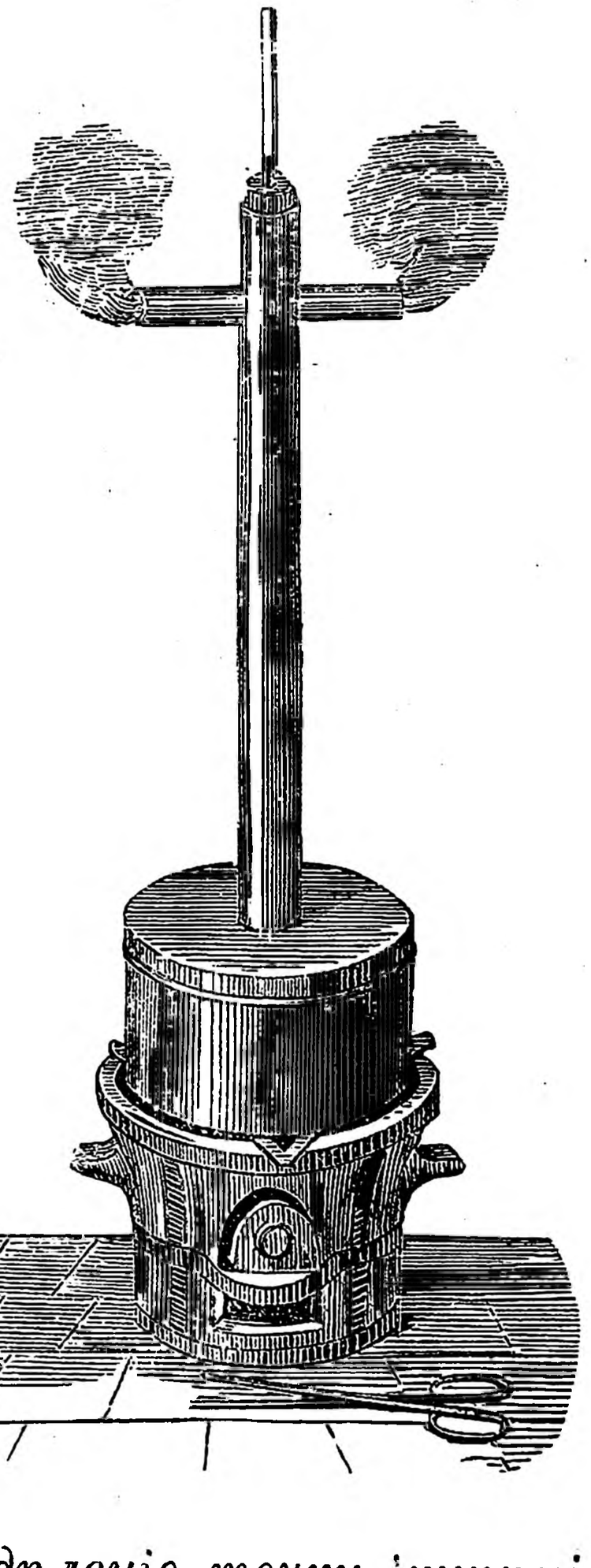
части сосуда придѣлана изогнутая трубочка. Стеклянную трубочку термометра держатъ во льду до тѣхъ поръ (по крайней мѣрѣ двадцать минутъ), пока ртуть, которая отъ дѣйствія холода сжимается, перестанетъ опускаться: тогда на наклеенномъ лоскуткѣ бумаги дѣлаютъ черточку, соотвѣтствующую уровню ртути: это первая постоянная точка или *точка замерзанія*.

Вторая точка—точка кипѣнія воды опредѣляется посредствомъ снаряда, представленнаго на рис. 76. Это жестяной сосудъ, отъ крышки котораго идетъ кверху длинная трубка изъ того же металла; въ послѣднюю вкладывается термометръ, держащійся вверху на пробкѣ, сквозь которую онъ продѣтъ. Жестяной сосудъ наполняется водою, которую потомъ нагрѣваютъ до кипѣнія. Тогда развивающіеся пары подымаются вверхъ по жестяной трубкѣ, и оттуда, черезъ боковыя трубочки, придѣланныя къ верхней части длинной трубки, выходятъ наружу. Эти пары имѣютъ одинаковую температуру съ кипящею въ сосудѣ водою, а что послѣдняя уже достигла высшей степени теплоты (точки кипѣнія), это узнаютъ потому, что ртуть въ термометрѣ перестаетъ подыматься вверхъ. При точкѣ, на которой останавливается ртутный столбъ, ставится на наклеенномъ лоскуткѣ бумаги другая черточка: это вторая точка или *точка кипѣнія воды*.

Опредѣливъ такимъ образомъ обѣ крайнія точки, у одной изъ нихъ, а именно у точки замерзанія, ставятъ ноль, а у точки кипѣнія—100 и затѣмъ пространство между обѣими цифрами раздѣляютъ на сто равныхъ частей, которыя тогда и получаютъ названіе *градусовъ*. Подобныя же раздѣленія дѣлаютъ до верхняго конца трубки для опредѣленія температуръ, превышающихъ точку кипѣнія, равно и на нижнемъ

концѣ трубки термометра для степеней холода ниже точки замерзанія. Въ настоящее время градусы рѣдко обозначаютъ на бумагѣ, а большею частью на металлической, костяной

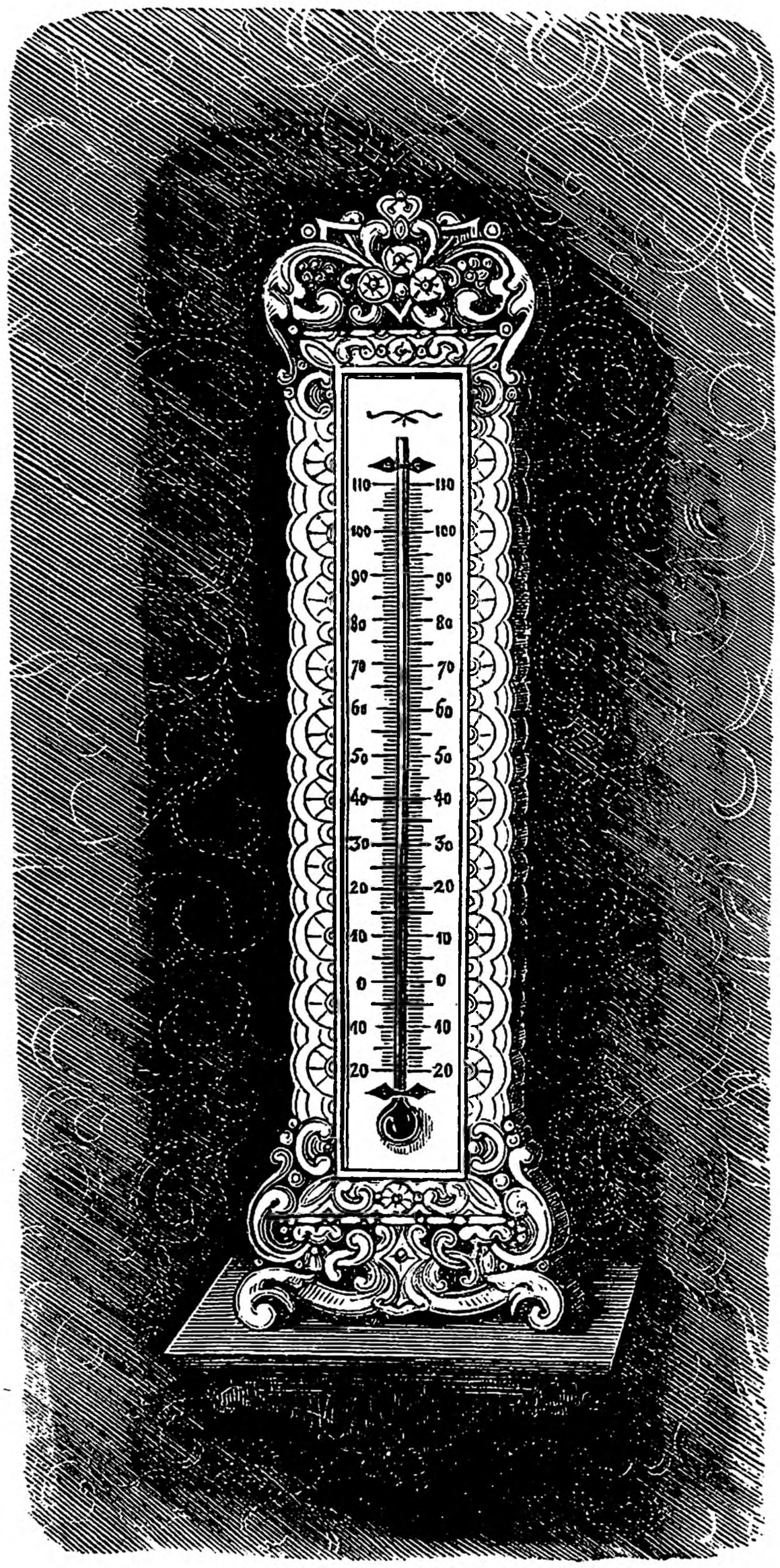
Рис. 76.



Опредѣленіе точки кипѣнія.

или деревянной пластинкѣ, къ которой прикрѣпляютъ трубку термометра. Рисунокъ 77 представляетъ ртутный термометръ,

Рис. 77.



Ртутный термометръ.

укрѣпленный на пластинкѣ изъ слоновой кости. Раздѣленіе на ней простирается отъ 20 градусовъ ниже и до 110 градусовъ выше ноля.

Градусы термометра обозначаются маленькимъ нолемъ, который ставятъ нѣсколько выше цифры съ правой стороны ея, напр. двадцать пять градусовъ пишутъ такъ: 25°; кромѣ того градусы ниже ноля обозначаютъ знакомъ—, а выше его знакомъ+. Такъ напр. +20° значитъ двадцать градусовъ выше точки замерзанія, а— 20° столько же градусовъ ниже этой точки.

Разные термометры.

Описанный нами термометръ называется *цельзіевымъ* или *стоградуснымъ* термометромъ, потому что разстояніе между точками замерзанія и кипѣнія раздѣлено на сто равныхъ частей. Этотъ термометръ преимущественно употребляется во Франціи, въ другихъ же странахъ, кромѣ стоградуснаго, употребительны еще два другіе термометра—Реомюра и Фаренгейта. Въ термометрѣ, придуманномъ въ 1731 году французскимъ физикомъ Реомюромъ, за постоянныя точки также приняты температуры таянія льда и кипѣнія воды, но разстояніе между ними раздѣлено не на 100, а только на 80 равныхъ частей, такъ что одинъ градусъ реомюрова термометра цѣлою $^1/_4$ больше градуса цельзіева термометра, или другими словами 1 градусъ Реомюра равняется

$^5/_4$ градуса Цельзія; слѣдовательно, для переложенія извѣстнаго числа градусовъ Реомюра на градусы Цельзія надо умножить его на $^5/_4$, т. е. по правиламъ ариѳметики, умножить на 5 и произведеніе раздѣлить на 4. Такимъ образомъ напр. 12 градусовъ Р. равняется 15 градусамъ Ц., потому что $12\times{}^5/_4$ или $12\times=5=60:4=15$. Наоборотъ, когда извѣстное число цельзіевыхъ градусовъ желаютъ превратить въ реомюровы, его нужно раздѣлить на $^5/_4$, т. е. умножить на 4 и раздѣлить на 5, или, что все равно, умножить на $^4/_5$, напр. 15° Ц. равняются 12° Р., потому что $15\times{}^4/_5$ или $15\times4=60:5=12$.

Фаренгейтъ первый устроилъ въ 1714 году термометръ, который называется его именемъ и который употребителенъ въ сѣверной Америкѣ, въ Англіи, восточной Индіи и отчасти также въ Россіи. Въ этомъ термометрѣ верхняя постоянная точка также соотвѣтствуетъ температурѣ кипѣнія воды, но нижняя опредѣляется погруженіемъ термометра въ смѣсь, которая гораздо холоднѣе тающаго льда и состоитъ изъ равныхъ частей толченаго льда и аммоніакальной соли (нашатыря). Разстояніе же между этими двумя крайними точками раздѣлено на 212 равныхъ частей.

Такъ какъ 32-й градусъ фаренгейтова термометра соотвѣтствуетсъ 0° стоградуснаго термометра, то изъ этого слѣдуетъ, что остальные 180° (т. е. $212-32=180$) равняются 100 градусамъ Ц. Такимъ образомъ одинъ градусъ Фаренгейта равняется $^{100}/_{180}$ или $^5/_9$ градусамъ Ц. Слѣдовательно, чтобы данное число градусовъ Ф. переложить на градусы Ц., изъ него нужно вычесть 32 и полученный остатокъ умножить на $^5/_9$; напр. 95° Ф. равняются 35° Ц., потому что $95-32=63\times{}^5/_9=35$. Наоборотъ, чтобы пре-

вратить градусы Ц. въ градусы Ф., нужно умножить ихъ на $^{9}/_{5}$ и къ произведенію прибавить 32, т. е. $35 \times {}^{9}/_{5} = 63 + 32 = 95$.

Чтобы обратить градусы Ф. въ градусы Р., также нужно сперва вычесть 32^{0} и полученный остатокъ умножить на $^{4}/_{9}$, потому что 180^{0} Ф. равняются 80^{0} Р., слѣдовательно 1 гр. Ф. $= {}^{4}/_{9}$ гр. Р.—и наоборотъ, чтобы превратить градусы Р. въ градусы Ф. ихъ нужно умножить на $^{9}/_{4}$ и прибавить 32.

Слѣдующая таблица показываетъ соотвѣтствующія степени температуры на всѣхъ трехъ термометрахъ:

Ц.	Р.	Ф.	Ц.	Р.	Ф.
— 20°	— 16°	4°	55	44	131
15	12	5	60	48	140
10	8	14	65	52	149
5	4	23	70	56	158
0	0	32	75	60	167
+ 5	+ 4	41	80	64	176
10	8	50	85	68	185
15.	12	59	90	72	194
20	16	68	95	76	203
25	20	77	100	80	212
30	24	86	105	84	221
35	28	95	110	88	230
40	32	104	115	92	239
45	36	113	120	96	248
50	40	122			

Для точнаго опредѣленія температуры необходимо обращать вниманіе на нѣкоторыя условія, которыя могутъ быть причиною неправильныхъ заключеній. Такъ напр. если хо-

тятъ опредѣлить температуру въ какой нибудь комнатѣ, термометръ вѣшаютъ обыкновенно на стѣну; но при этомъ можно ошибиться на нѣсколько градусовъ, потому что если стѣна эта сообщается съ внѣшнимъ воздухомъ, и особенно если она обращена къ сѣверу, то она всегда будетъ холоднѣе комнатнаго воздуха, а слѣдовательно и термометру сообщитъ болѣе низкую температуру. Съ другой стороны можетъ случиться и то, что стѣна, на которой виситъ термометръ, будетъ нагрѣваться лучами солнца или печными трубами: тогда термометръ покажетъ гораздо болѣе высокую температуру; поэтому, когда хотятъ вѣрно знать, какъ высока температура въ комнатѣ, то термометръ нужно вѣшать по самой срединѣ ея, и притомъ такъ, чтобы онъ былъ удаленъ отъ всѣхъ предметовъ, которые могутъ содѣйствовать къ возвышенію или пониженію температуры. Тоже самое нужно дѣлать, если хотятъ вѣрно знать температуру внѣшняго атмосфернаго воздуха; въ такомъ случаѣ нужно, чтобы термометръ висѣлъ на открытомъ воздухѣ, въ тѣни, и чтобы онъ не касался никакого посторонняго предмета, а въ особенности стѣны, потому что температура послѣдней всегда бываетъ нѣсколько выше или ниже температуры воздуха и слѣдовательно можетъ быть причиною невѣрнаго показанія термометра.

Исторія паровой машины.

Иные историки до того увлекаются заслугами древности, что нѣтъ ни одного замѣчательнаго открытія, начало котораго они не относили бы къ древнимъ временамъ. Они съ жадностью хватаются за все, что только имѣетъ хотя малѣйшее отношеніе къ новѣйшимъ открытіямъ, и отдаютъ ему всю честь первоначальной идеи. Вѣрные своему направленію, эти историки относятъ также начало паровой машины за двѣ тысячи лѣтъ, и увѣряютъ, будто уже греки подали основную мысль къ ея устройству. Хотя нѣтъ никакого сомнѣнія, что римляне и греки знали дѣйствіе и силу пара, однако объ устройствѣ паровой машины, ни даже о примѣненіи расширяемости газа къ разнымъ работамъ, они не имѣли ни малѣйшаго понятія. Случайное наблюденіе надъ какимъ нибудь явленіемъ или нечаянное открытіе не можетъ считаться изобрѣтеніемъ. Настоящее изобрѣтеніе есть плодъ вѣрныхъ соображеній и продолжительныхъ трудовъ, между тѣмъ какъ все то, что древніе знали о дѣйствіи пара, ограничивается только нѣкоторыми явленіями, которыя ими замѣчены были случайно и безъ всякаго сознанія настоящаго ихъ значенія

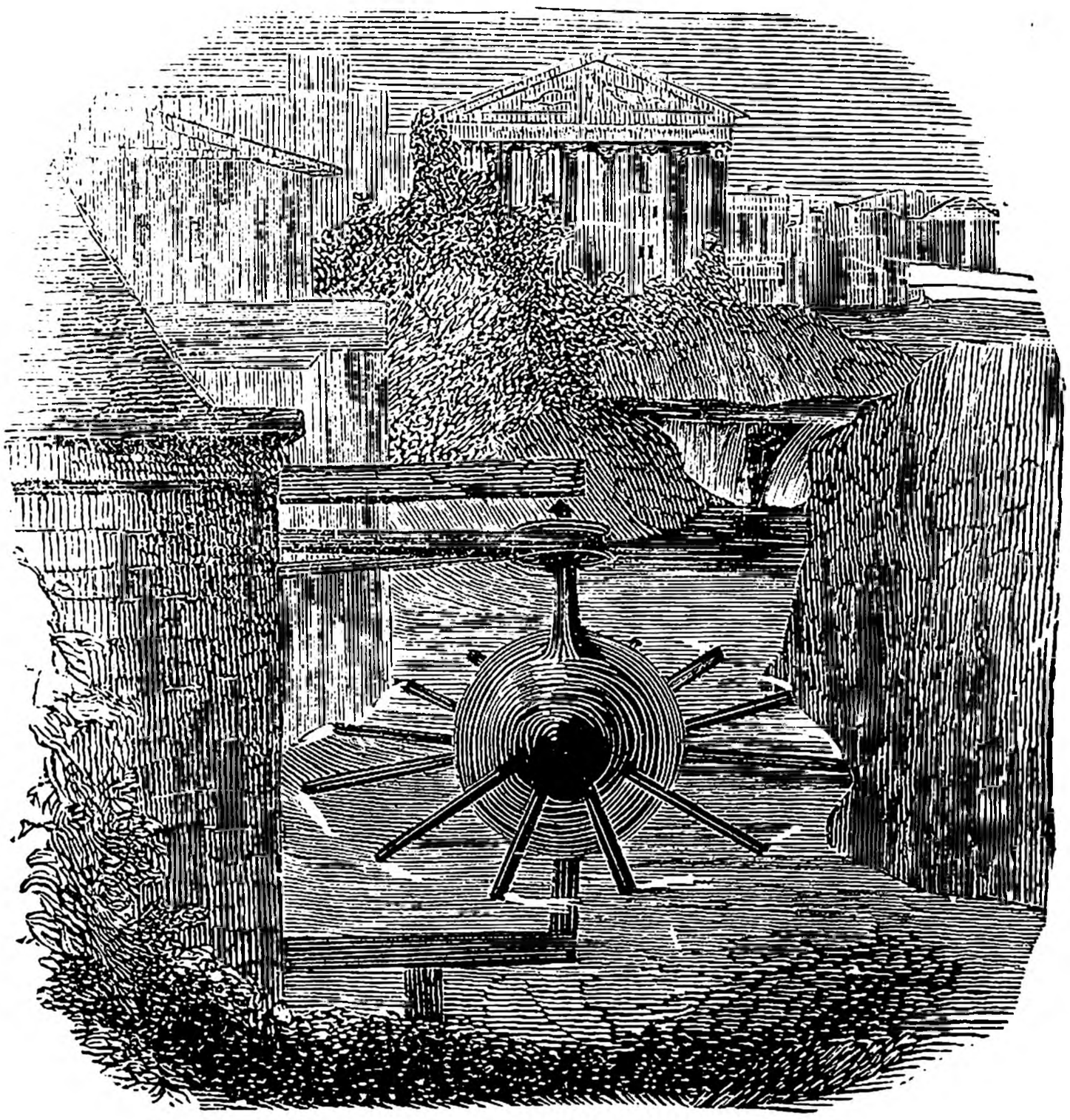
Изъ всѣхъ снарядовъ, которые придуманы были въ древности и которые приводятъ въ доказательство того, что основная идея о паровой машинѣ раждалась уже давно, первое мѣсто занимаетъ паровой шаръ Герона, греческаго философа, жившаго въ Александріи во второмъ столѣтіи до Рождества Христова. Мы прилагаемъ здѣсь рисунокъ этого шара, чтобы доказать нашимъ читателямъ, что въ немъ нисколько еще не проглядываетъ основная мысль нашихъ паровыхъ машинъ. Это полый металлическій шаръ (рис. 78), который можетъ свободно вертѣться на двухъ гвоздяхъ, прикрѣпленныхъ къ двумъ подставкамъ; въ окружности его сдѣлано нѣсколько трубочекъ, изъ которыхъ каждая имѣетъ по одному отверстію, которое у всѣхъ открывается въ одну и ту же сторону. Когда въ такой шаръ наливаютъ нѣсколько воды и дѣйствіемъ огня превращаютъ ее въ паръ, или когда шаръ прямо наполняютъ паромъ, то послѣдній стремится выйдти черезъ отверстія трубочекъ и тѣмъ самымъ приводитъ шаръ въ движеніе, такъ что онъ начинаетъ быстро вертѣться около своей оси.

Другой, подобный же примѣръ примѣненія пара относится къ временамъ греческихъ императоровъ: какой-то Зенонъ однажды угощалъ своихъ друзей въ комнатѣ, находившейся прямо надъ комнатою врага его Антемія. Послѣднему непремѣнно хотѣлось разстроить эту пирушку; съ этою цѣлью онъ приготовилъ у себя котелъ съ водою, развелъ подъ нимъ огонь и когда вода нагрѣлась, началъ проводить пары посредствомъ трубъ къ потолку; вслѣдствіе того весь домъ затрясся и гости, приписывая это землетрясенію, въ испугѣ выбѣжали на улицу.

Въ Зондерсгаузенѣ еще до сихъ поръ можно видѣть по-

лый бронзовый кумиръ, такъ называемый *пюстерихъ*, который имѣетъ въ вышину около аршина, и въ которомъ, кромѣ глазныхъ полостей, нѣтъ ни одного отверстія. Во времена

Рис. 78.



Героновъ шаръ.

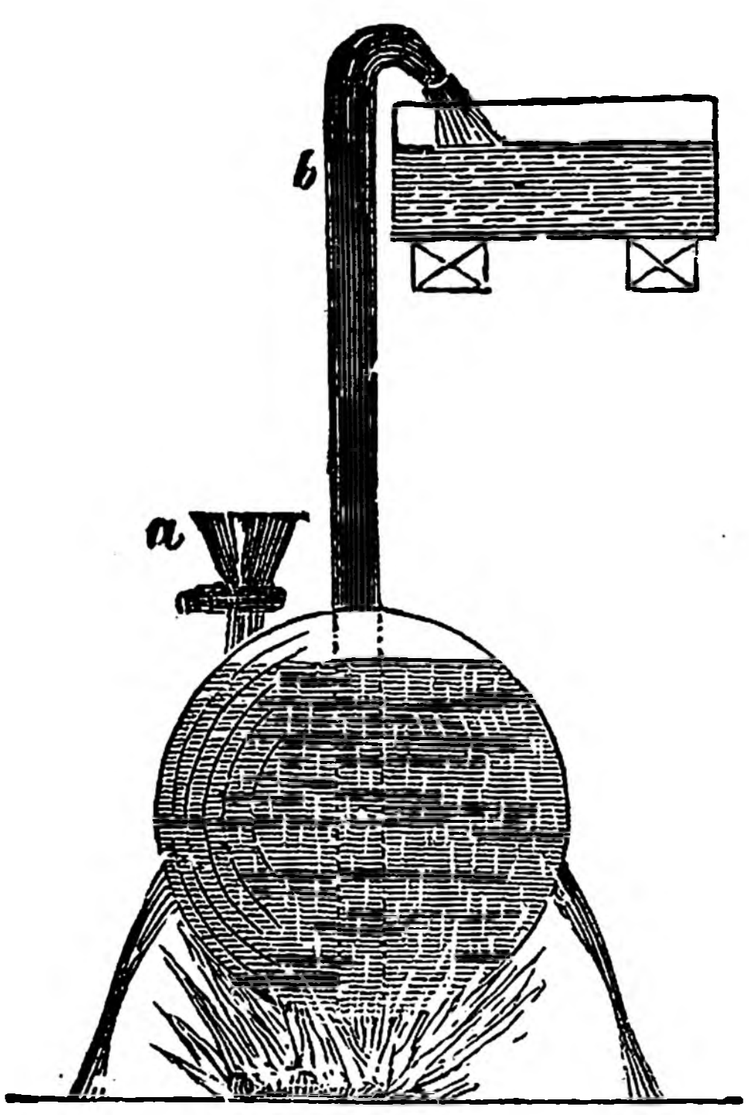
язычества древніе германскіе жрецы зачастую морочили народъ подобнымъ кумиромъ: они наполняли истуканъ водою, затыкали ему глазныя полости деревянными втулками и потомъ внутри подставки, на которой его устанавливали, разводили огонь. Когда вода начинала кипѣть, то развивавшіеся при этомъ пары вытѣсняли изъ глазъ втулки и, выходя на-

ружу, окружали весь кумиръ густымъ туманомъ. Удивленная толпа видѣла въ этомъ гнѣвъ божій.

Само собою разумѣется, что всѣ приведенные нами примѣры употребленія пара нисколько не могутъ служить доказательствомъ тому, что уже въ древности сознавали пользу механическаго примѣненія пара. Не раньше какъ въ XVI столѣтіи начали извлекать практическую пользу изъ этой силы природы. Первые слѣды дѣйствительнаго разумнаго примѣненія пара въ механикѣ мы находимъ въ Испаніи. Флотскій капитанъ, по имени Бласко де Гарай, устроилъ машину, посредствомъ которой можно было приводить въ движеніе корабли безъ помощи веселъ и парусовъ, и которая, по приказанію Карла V, впервые была испытана, въ 1545 году, въ барселонской гавани. Опытъ этотъ дѣйствительно удался: корабль, на которомъ было около 4000 центнеровъ груза, при помощи новой машины проѣхалъ три морскія мили въ два часа. Гарай тщательно скрывалъ отъ всѣхъ внутреннее устройство своей машины, а снаружи видѣли только, что она состояла изъ большаго котла, наполненнаго водою, и что къ обоимъ бокамъ корабля придѣлано было по одному колесу. Хотя изобрѣтатель этой машины былъ вознагражденъ правительствомъ, однако самая машина его по неизвѣстнымъ причинамъ осталась безъ примѣненія, такъ что спустя нѣсколько времени она совершенно была предана забвенію и такимъ образомъ устройство ея осталось совершенно неизвѣстно. Спустя большой промежутокъ времени, а именно не раньше, какъ въ 1614 году, Саломонъ де-Ко (Caux) издалъ сочиненіе подъ заглавіемъ „Raisons des forces mouvantes“, въ которомъ описывается снарядъ, напоминающій основную идею паровой машины. Этотъ снарядъ въ сущности представлялъ ничто иное,

какъ фонтанъ: онъ состоялъ изъ полаго шара (рис. 79), къ которому сверху придѣланы были двѣ трубки, одна маленькая *a* для вливанія воды, а другая подлиннѣе *b* для истеченія ея; послѣдняя трубка проходила далеко внутрь, такъ что

Рис. 79.



Паровый снарядъ де-Ко.

почти хватала до нижней поверхности шара. Наполнивъ шаръ водою и затѣмъ завернувъ кранъ трубки *a*, подъ нимъ разводили огонь; вслѣдствіе того въ шарѣ развивались пары, которые такъ сильно давили на поверхность воды, что послѣдняя начинала бить сильною струею изъ трубки *b*.

Де-Ко, который тогда состоялъ въ службѣ французскаго короля Людовика XIII, былъ вполнѣ убѣжденъ въ пользѣ своего изобрѣтенія, но не имѣлъ никакихъ средствъ примѣнить его къ дѣлу. Не смотря на то, что спустя нѣсколько

лѣтъ послѣ появленія сочиненія Де-Ко, одинъ итальянскій инженеръ по имени Джіованни Бранкасъ воспользовался водяными парами для поворачиванія колеса, тогдашній великій министръ французскаго короля, кардиналъ Ришельё, все-таки не вѣрилъ, чтобы можно было осуществить предложенія, сдѣланныя ему изобрѣтателемъ, и потому рѣшительно отказался содѣйствовать ему. Когда же Де-Ко, исключительно занятый своею идею, началъ обращаться съ просьбами ко всякому, кто только могъ способствовать его стремленіямъ, то французскій министръ, чтобы избавиться отъ докучливаго ученаго, велѣлъ его посадить въ сумашедшій домъ Бисетръ. Здѣсь его видѣлъ маркизъ Уустеръ (Worcester), который въ послѣдствіи примѣнилъ идею Де-Ко къ придуманной имъ машинѣ.

Уустеръ жилъ въ то самое время, когда вся Англія была обуреваема междуусобными войнами, возникшими при Карлѣ I, и какъ приверженецъ этого несчастнаго короля не только былъ лишенъ всего своего имущества, но и свободы: его заточили въ тюрьму въ Ирландіи. Оттуда ему однакожъ удалось убѣжать во Францію. Здѣсь онъ въ сопровожденіи знаменитой красавицы Маріи Делормъ посѣтилъ Бисетръ и познакомился съ Де-Ко, какъ это видно изъ письма, которая Марія Делормъ написала 3 февраля 1641 года Сенкъ-Мару, шталмейстеру короля. „Мы отправились, пишетъ она между прочимъ, и въ Бисертъ“, гдѣ маркизъ въ одномъ умалишенномъ надѣялся найти человѣка съ большимъ умомъ. Когда мы проходили черезъ дворъ, я вдругъ поблѣднѣла какъ мертвецъ и крѣпко прижалась къ рукѣ маркиза, потому что какой-то сумашедшій, стоявшій за желѣзною рѣшеткою окна, при видѣ насъ, изъ всей мочи началъ кричать: я не сума-

шедшій, но изобрѣлъ снарядъ, который долженъ обогатить всю Францію, если онъ будетъ примѣненъ къ дѣлу; — это былъ Де-Ко. Послѣ того, какъ прислужникъ сообщилъ намъ нѣкоторыя подробности объ этомъ помѣшанномъ, маркизъ просилъ ввести его къ несчастному въ комнату. Спустя нѣкоторое время онъ возвратился отъ него совершенно разстроенный и сказалъ мнѣ: Этотъ несчастный дѣйствительно сошелъ съ ума; заточеніе и неудачи лишили его разсудка; у насъ въ Англіи, прибавилъ онъ съ упрекомъ, такого человѣка осыпали бы золотомъ, а вы лишили его свободы и тѣмъ довели до безумія!“

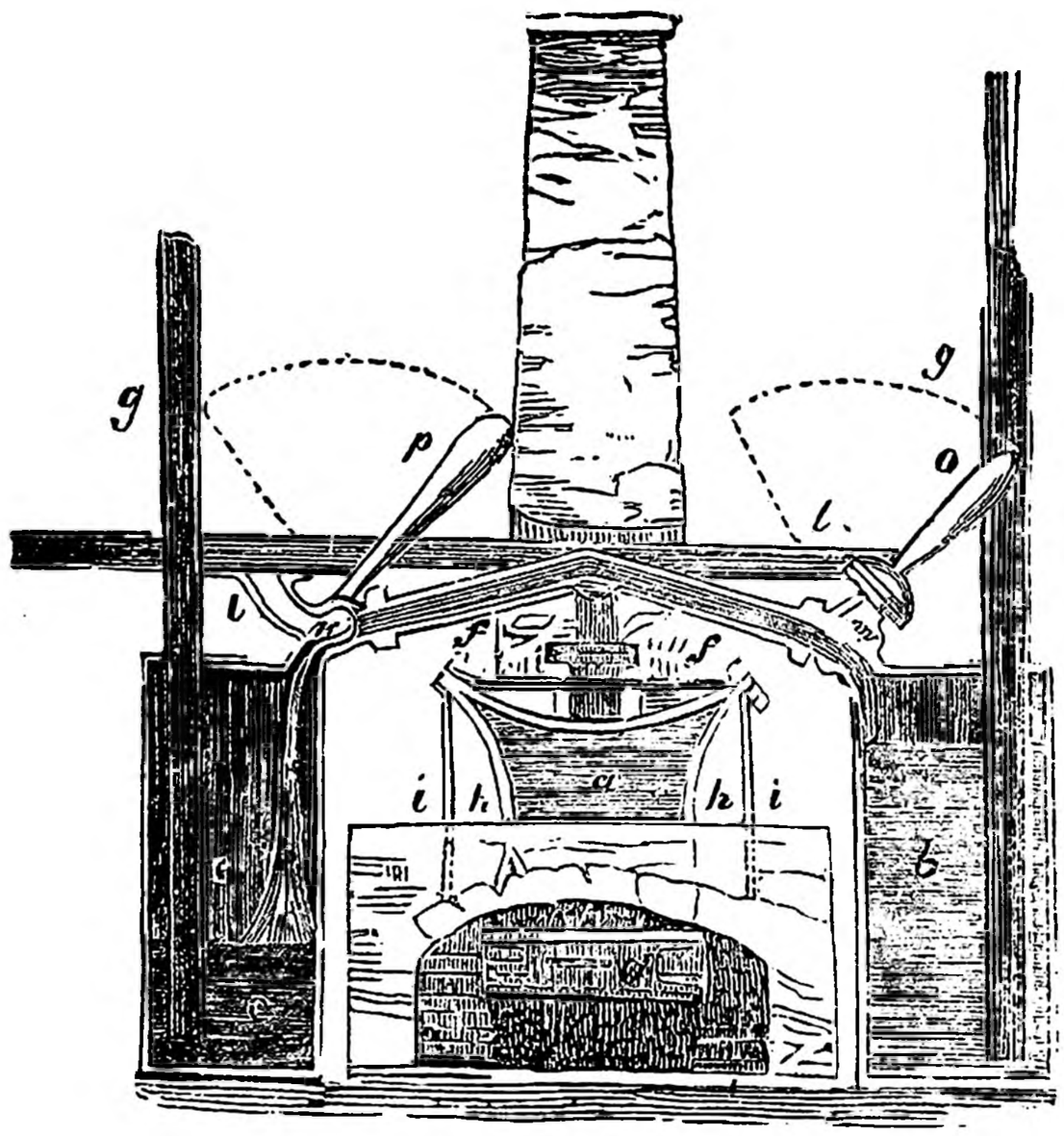
Когда маркизъ въ послѣдствіи возвратился въ Англію, его опять задержали и посадили въ темницу, гдѣ онъ по необходимости долженъ былъ самъ приготовлять себѣ кушанье; но при этомъ онъ тщательно изучалъ дѣйствіе паровъ, развивающихся изъ кипящей воды. Въ своемъ сочиненіи, которое заключаетъ въ себѣ подробное описаніе всѣхъ сдѣланныхъ имъ открытій и наблюденій, онъ отзывается о дѣйствіи паровъ слѣдующимъ образомъ:

„Я нашелъ удивительный способъ подымать воду, но только не всасывающимъ насосомъ, потому что дѣйствіе его, какъ извѣстно, очень ограничено, а съ помощью огня, который далъ мнѣ возможность подымать воду на любую высоту. Послѣ того, какъ мнѣ удалось укрѣпить нужные для этого сосуды до такой степени, чтобы они могли выдержать напоръ паровъ на внутреннія стѣнки ихъ, я наполнялъ попеременно одинъ сосудъ послѣ другаго холодною водою и такимъ образомъ съ помощью паровъ устроилъ фонтанъ, въ которомъ струя воды подымалась на высоту сорока футовъ. Одинъ объемъ воды, превращенной въ паръ, подымалъ та-

кимъ образомъ на воздухъ сорокъ объемовъ холодной воды; для достиженія этой цѣли нужно только одного человѣка, который бы, смотря по надобности, поворачивалъ два крана, изъ которыхъ одинъ открывается для того, чтобы впустить пары въ наполненный сосудъ, а другой для вливанія воды въ опорожнившійся сосудъ. При этомъ всегда нужно было поддерживать сильный огонь.“

Изъ этого описанія маркиза, хотя оно довольно неясно, легко представить себѣ, какимъ образомъ онъ достигъ своей цѣли. Пусть *a* (рис. 80) представляетъ паровой котелъ

Рис. 80.



Машина маркиза Уустера.

съ двумя трубами *f* и *f*, которыя сообщаются съ сосудами, *b* и *c*, наполненными водою. Эти сосуды могутъ опоражниваться только черезъ трубы *g* и *g*, которыя хватаютъ по-

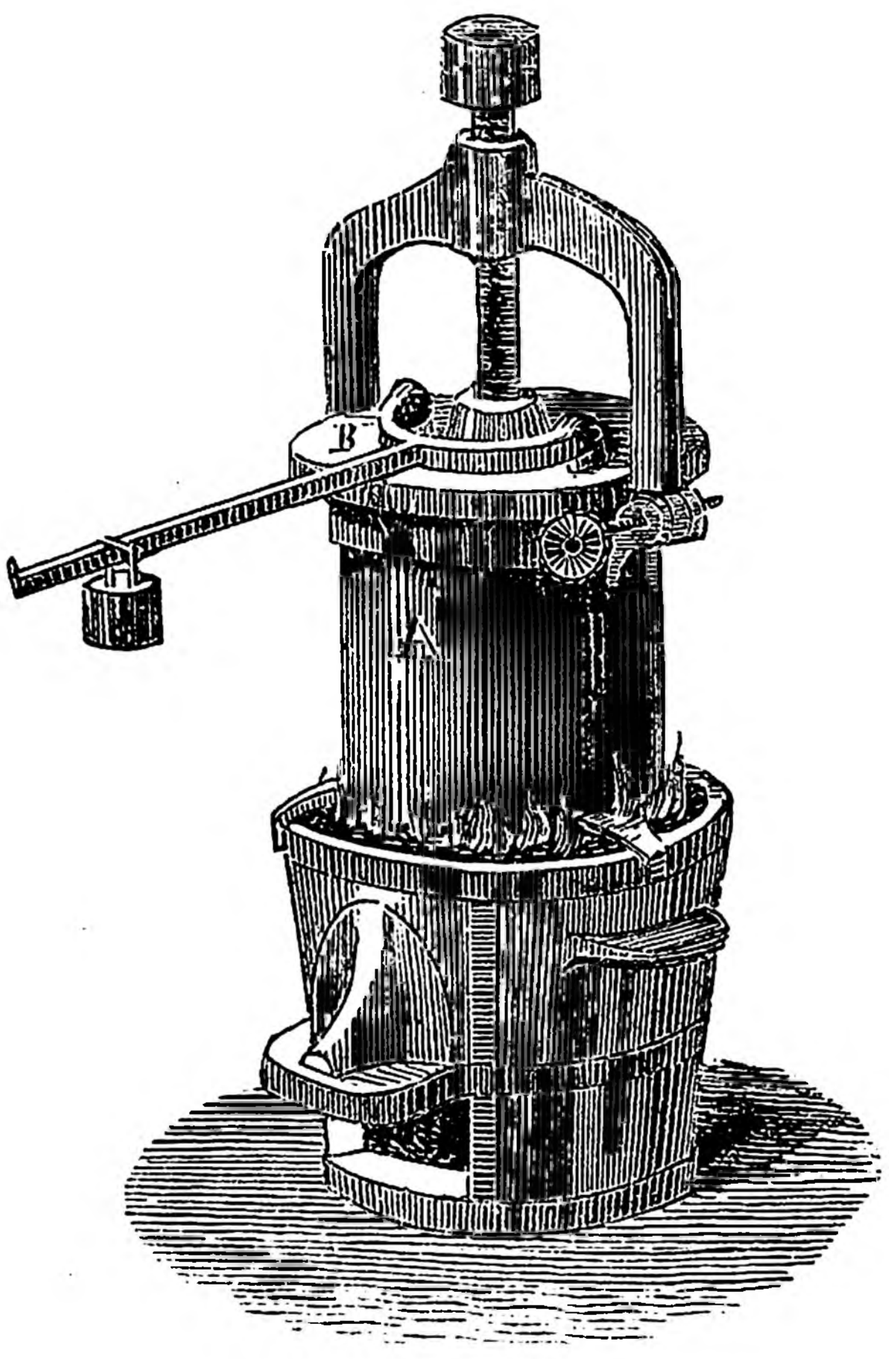
чти до дна сосудовъ. Если одинъ изъ нихъ, положимъ правый, наполняютъ водою, и затѣмъ открываютъ паровой кранъ *o*, то паръ, переходящій изъ котла *a* въ сосудъ *b*, произведетъ давленіе на поверхность заключающейся въ немъ воды и вытѣснитъ ее черезъ трубку *g*. Между тѣмъ какъ изъ одного сосуда вода выгоняется, другой можно наполнять ею.

Этотъ снарядъ имѣетъ то преимущество передъ тѣмъ, который изобрѣлъ Де-Ко, что въ немъ выгоняемая вода остается холодною, такъ какъ паръ образуется въ другомъ сосудѣ, въ котлѣ; между тѣмъ какъ изъ снаряда Де-Ко выгоняется всегда горячая вода, для чего нужно больше топлива, такъ какъ много теплоты пропадаетъ совершенно даромъ, потому что вода начинаетъ выбрасываться только съ того мгновенія, когда она закипаетъ, а до того много пара выходитъ черезъ трубу и разсѣивается въ атмосферѣ. Въ снарядѣ маркиза, напротивъ того, весь паръ остается въ сосудѣ до тѣхъ поръ, пока его не начнутъ выпускать для выполненія своего назначенія, подобно тому, какъ это бываетъ въ нашихъ паровыхъ машинахъ. Это улучшеніе уже составляетъ очень важное обстоятельство въ исторіи паровыхъ машинъ.

Но еще важнѣе для устройства паровыхъ машинъ была мысль французскаго врача Діонизія Папена (умершаго въ 1710 году), имя котораго всѣмъ извѣстно, потому что придуманный имъ горшокъ (котелъ) для приготовленія изъ мяса и костей крѣпкаго бульона часто употребляется въ большихъ хозяйствахъ. Въ этомъ горшкѣ нагрѣвается вода до температуры выше 100°. Онъ состоитъ изъ бронзоваго или желѣзнаго цилиндра *A* (рис. 81), который плотно закрывает-

ся крышкою. Его всегда наполняютъ водою только до половины и затѣмъ нагрѣваютъ надъ огнемъ. При этомъ вода можетъ пріобрѣсть температуру гораздо выше 100°, чего нельзя достигнуть, согрѣвая ее въ открытомъ горшкѣ, по-

Рис. 81.



Папеновъ горшокъ.

тому что въ послѣднемъ часть теплоты удаляется вмѣстѣ съ парами; изъ папенова же горшка, который со всѣхъ сторонъ плотно закрытъ, пары не могутъ выходить, а слѣдовательно и теплота въ немъ нисколько не утрачивается.

Но такъ какъ горшокъ, отъ сильнаго напора развивающихся газовъ на его стѣнки, легко можетъ лопнуть, то для

предупрежденія этого Папенъ устроилъ въ крышкѣ клапанъ, который подымается и опускается посредствомъ рычага *B*, такъ что въ случаѣ надобности лишній или слишкомъ сильный паръ всегда можно выпустить.

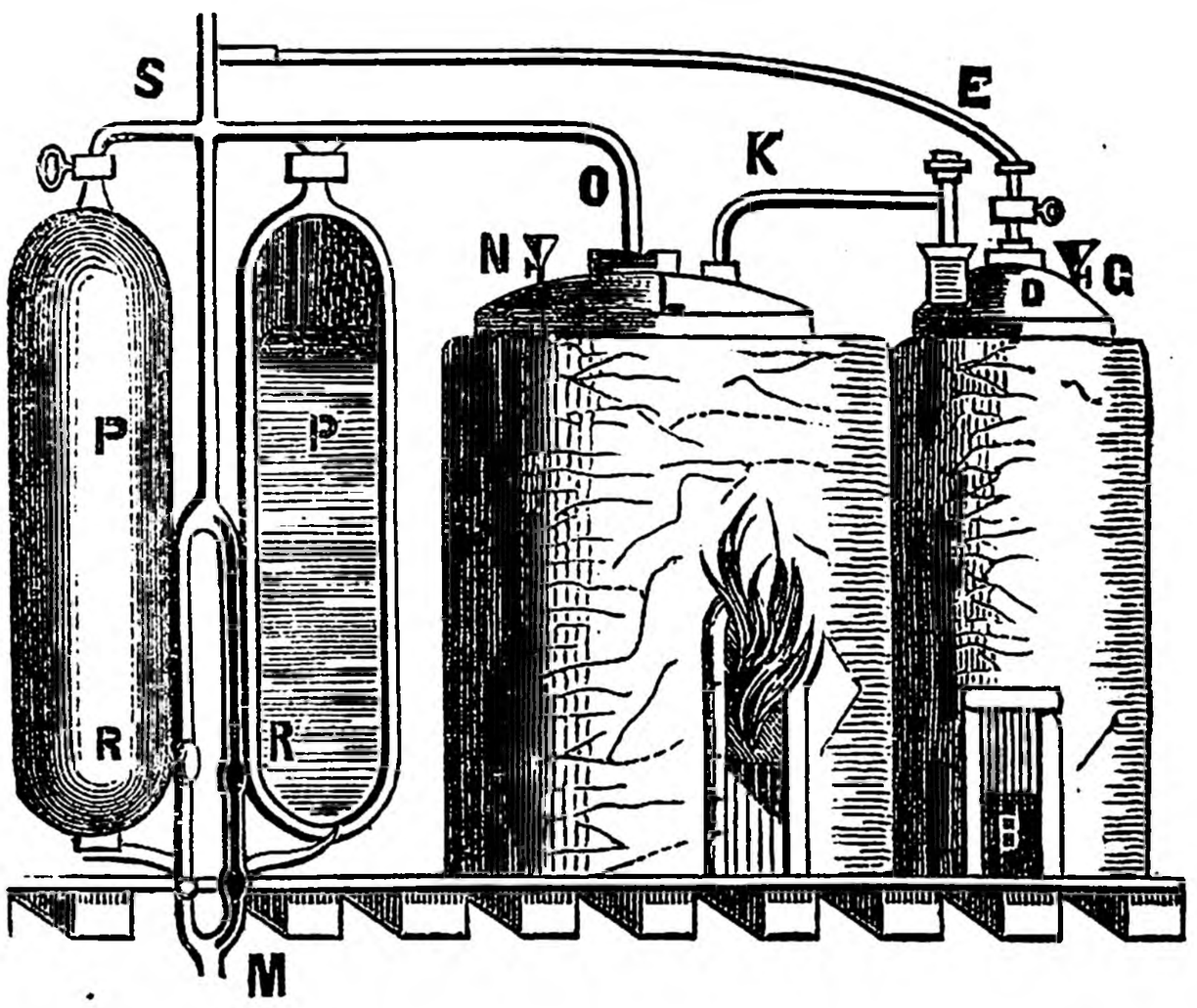
Этотъ же самый Папенъ, который въ 1698 году былъ профессоромъ въ Марбургѣ, по порученію ландграфа гессенкасельскаго Карла, дѣлалъ опыты практическаго примѣненія водяныхъ паровъ, и между прочимъ придумалъ слѣдующій остроумный способъ подымать въ цилиндрѣ сплошной поршень (безъ клапановъ) посредствомъ упругости паровъ и потомъ быстро охлаждать послѣдніе, такъ чтобы они превращались опять въ воду. А такъ какъ извѣстное количество пара занимаетъ въ 1700 разъ большее пространство, чѣмъ одинаковое по вѣсу количество воды, то при переходѣ паровъ въ жидкое состояніе въ цилиндрѣ подъ поршнемъ должно образоваться пустое пространство, и слѣдовательно внѣшній воздухъ, давя на верхнюю поверхность поршня, протѣснитъ его обратно въ цилиндръ. Папенъ изложилъ свою идею въ особой брошюрѣ и даже приготовилъ образчикъ своей машины; однако все это осталось безъ послѣдствій. Говорятъ, будто англійскій капитанъ Ѳома Сэвери, узнавъ о появившейся брошюрѣ Папена, скупилъ всѣ экземпляры, находившіеся въ продажѣ и уничтожилъ ихъ, а въ слѣдующемъ году самъ устроилъ машину, которую выдалъ за свое собственное изобрѣтеніе, хотя это было ничто иное какъ остроумное соединеніе машинъ маркиза Уустера съ папеновскою.

Справедливы ли эти слухи или нѣтъ—рѣшить трудно. Очень можетъ быть, что они распространены самими же нѣмцами или французами изъ зависти къ англичанамъ, такъ какъ въ исторіи открытій мы часто видимъ, что первую мысль одного

и того же изобрѣтенія стараются присвоить себѣ разные народы. Но какъ бы то ни было, машина Сэвери уже можетъ служить первоначальнымъ основаніемъ нашихъ паровыхъ машинъ.

Паровая машина капитана Сэвери состояла изъ двухъ котловъ L и D, снабженныхъ кранами N и G и соединенныхъ между собою трубкою K (рис. 82), и двухъ паровыхъ

Рис. 82.



Паровая машина капитана Сэвери.

и водяныхъ цилиндровъ P и P'; подъ каждымъ котломъ находится своя печка. Оба котла наполняютъ водою, первый L всегда только до двухъ третей его высоты, а второй D до самыхъ краевъ. Затѣмъ затопляютъ печку B, устроенную подъ котломъ D, и какъ только начнутъ показываться водяные пары, открываютъ кранъ цилиндра P'; тогда паръ тотчасъ же устремляется изъ котла L черезъ трубу O въ цилиндръ P' и вытѣсняетъ изъ него воздухъ черезъ кла-

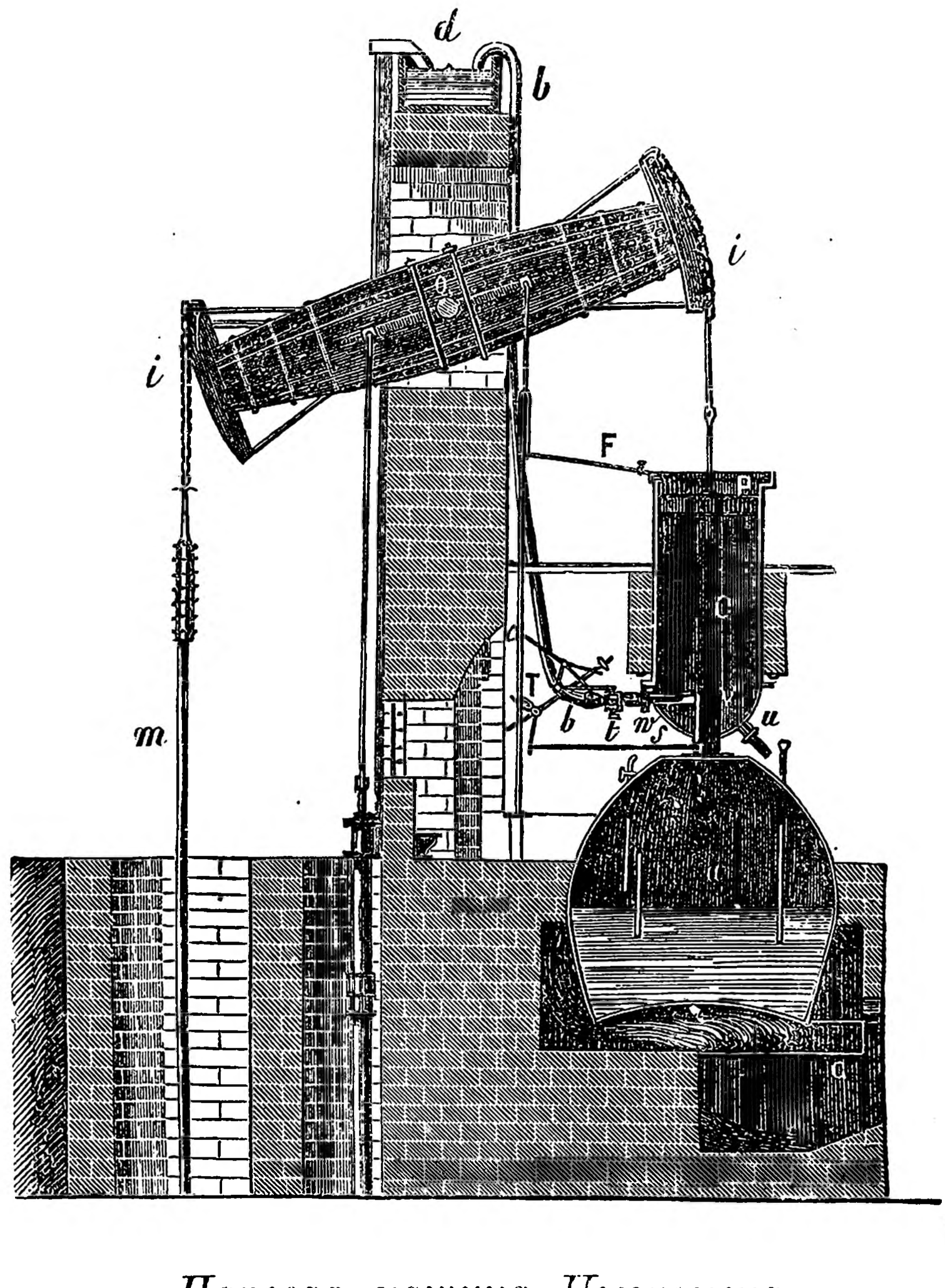
панъ R' въ трубку S. Когда цилиндръ P' наполнится парами (что узнается по его горячему дну), кранъ его запираютъ, но въ то же время открываютъ кранъ другаго цилиндра P, для того, чтобы пары и изъ него также вытѣснили воздухъ черезъ клапанъ R въ трубку S. Между тѣмъ на первый цилиндръ P' пускаютъ струю холодной воды, вслѣдствіе чего заключающіеся въ немъ пары тотчасъ же сгущаются и превращаются въ воду, а такъ какъ послѣдняя занимаетъ меньше мѣста, чѣмъ пары, то въ цилиндрѣ при этомъ образуется пустое безвоздушное пространство, которое однакожъ тотчасъ же начнетъ наполняться водою, проникающею туда изъ водоема M, черезъ клапанъ, находящійся ниже R', потому что на нее производитъ давленіе внѣшній воздухъ. Послѣ того опять открываютъ паровой кранъ цилиндра P', причемъ пары, выходящіе изъ котла L, производятъ давленіе на воду и вытѣсняютъ ее, подобно тому, какъ въ первый разъ воздухъ, черезъ клапанъ R' въ трубку S, откуда ее проводятъ куда угодно. Второй цилиндръ P устраивается только для того, чтобы машина могла безпрерывно выкачивать воду; и дѣйствительно, въ то время, когда вода, подымающаяся изъ водоема, наполняетъ одинъ цилиндръ, изъ другаго она выгоняется въ трубу S. Послѣднюю посредствомъ трубы E, можно соединить съ котломъ D, для того, чтобы она постоянно снабжала его нужнымъ количествомъ воды. Изъ котла D вода переходитъ также въ котелъ L, потому что, точно какъ въ снарядѣ Де-Ко, образующіеся въ D пары вытѣсняютъ воду черезъ трубку K въ котелъ L.

Хотя для приведенія этой машины въ дѣйствіе требовалось много рукъ и она вообще представляла много неудобствъ, но тѣмъ не менѣе она послужила основаніемъ той системы,

по которой устраиваются нынѣшнія паровыя машины. Къ дѣлу же она примѣнена была только въ корнваллійскихъ рудникахъ, послѣ того какъ въ 1705 году ее усовершенствовалъ Ньюкоменъ (Newcomen).

Машина Ньюкомена уже составляетъ прямой переходъ къ вполнѣ усовершенствованной паровой машинѣ незабвеннаго Джемса Уата. Она состоитъ изъ пароваго цилиндра *C* (рис. 83), который открытъ только сверху, и въ которомъ движется сплошной поршенъ *P*, плотно прилегающей къ стѣнкамъ цилиндра. Рукоятка поршня прикрѣплена посредствомъ цѣпи къ концу рычага *i*, который въ свою очередь укрѣпленъ въ срединѣ *o* къ стѣнѣ или столбу. Къ другому концу рычага, такою же цѣпью прикрѣплена рукоятка *m* поршня насоса, посредствомъ котораго выкачиваютъ воду изъ глубины рѣки или колодца. Оба конца рычага округлены, для того, чтобы рукоятки поршней всегда могли принять отвѣсное положеніе. Дно цилиндра *C* имѣетъ три отверстія, *u*, *v*, *w*, которыя запираются кранами. Когда черезъ среднее отверстіе *v* паръ проникаетъ изъ котла *a* въ цилиндръ *C* и своимъ напоромъ заставляетъ поршень *P* подыматься вверхъ, то поршень *m* опускается въ колодезь, и вода, проходя черезъ клапанъ его, помѣщается надъ верхнею его поверхностью. Затѣмъ открываютъ кранъ *t*, для того, чтобы холодная вода изъ водоема *d* могла пройти по трубкѣ *b* въ цилиндръ *C* и содѣйствовать сгущенію заключающихся въ немъ паровъ. Наконецъ, открывая кранъ *u*, выпускаютъ изъ цилиндра всю воду, какъ ту, которая притекла изъ водоема черезъ трубку *b*, такъ и ту, которая образовалась изъ паровъ. А такъ какъ вслѣдствіе того въ цилиндрѣ остается пустое безвоздушное пространство, то поршень *P*, на который давитъ внѣшній воз-

Рис. 83.



Паровая машина Ньюкомена.

духъ, долженъ опуститься въ цилиндръ *C*, а поршень *m* подняться изъ колодезя вмѣстѣ съ находящейся на немъ водою. Въ котлѣ *a* устроенъ предохранительный кранъ, служащій для выпусканія паровъ, въ случаѣ, если давленіе ихъ слишкомъ усилится.

Изъ этого описанія видно, что для приведенія въ дѣйствіе машины нужна постоянная помощь нѣсколькихъ людей, которые бы попеременно то открывали, то закрывали краны, и исполняли бы свою обязанность съ величайшею точностью. Но это важное занятіе чрезвычайно скучно и утомительно, и потому понятно, что оно скоро надоѣдаетъ работникамъ. Такую же скуку почувствовалъ юноша Гемфри Потеръ, когда ему пришлось вертѣть краны машины въ Корнваллисѣ. Одаренный живымъ умомъ, этотъ мальчикъ началъ пріискивать средство избавиться отъ этого скучнаго механическаго труда; и дѣйствительно, въ скоромъ времени ему удалось придумать механизмъ, благодаря которому машина, посредствомъ веревокъ, прикрѣпленныхъ къ рычагу *i* и къ разнымъ кранамъ, сама могла своевременно открывать и запирать всѣ краны, безъ всякаго содѣйствія человѣческихъ рукъ. Въ послѣдствіи веревки были замѣнены подъемными шестами. Это изобрѣтеніе мальчика чрезвычайно важно, потому что, благодаря ему, правильное дѣйствіе машины перестало зависѣть отъ бдительности и добросовѣстности работниковъ.

Послѣ улучшенія, которое Гемфри Потеръ сдѣлалъ въ 1718 году въ устройствѣ паровой машины, ее все болѣе и болѣе совершенствовали въ Англіи Бриндли, Смійтнъ и др., а въ Германіи Фишеръ изъ Эрлаха. Но до высшей степени совершенства она была доведена Джемсомъ Уатомъ (James Watt),

который прибавилъ къ ней много новыхъ частей и такимъ образомъ совершенно измѣнилъ ея устройство.

Джемсъ Уатъ родился въ 1736 году въ шотландскомъ городѣ Грійнокѣ. Въ дѣтствѣ онъ былъ очень слабаго тѣлосложенія, а по этому родители его предоставили ему полную свободу предаваться такимъ занятіямъ и развлеченіямъ, къ которымъ онъ чувствовалъ природную наклонность. Такъ какъ слабость здоровья не позволяла ему участвовать въ шумныхъ играхъ дѣтей, то въ немъ естественнымъ образомъ развилось стремленіе къ размышленіямъ и созерцанію. Увѣряютъ, что онъ уже шести лѣтъ началъ заниматься разрѣшеніемъ задачъ Эвклида, а игрушками своими игралъ далеко не такъ какъ другія дѣти: онъ всегда разбиралъ каждую вещь, потомъ опять складывалъ ее и по ихъ образцу изготовлялъ новыя игрушки. Однажды ему даже удалось устроить маленькую электрическую машину, и къ удивленію своихъ ровесниковъ повторялъ извѣстные тогда опыты надъ электричествомъ. Уатъ не принадлежалъ къ числу такихъ дѣтей, которыя быстро, но очень поверхностно, усвоиваютъ себѣ познанія, напротивъ того, онъ изучалъ все очень медленно, но за то чрезвычайно основательно; его постоянная привычка обдумывать и изслѣдовать каждое новое для него явленіе даже возбудила во многихъ подозрѣніе, будто онъ человѣкъ съ тупыми понятіями. Въ его мозгу, правда не раждалось великихъ идей, но все, что видѣлъ и изучалъ, онъ разбиралъ съ удивительною проницательностью, тотчасъ сознавая какъ причину, такъ и ея послѣдствія.

Когда ему минуло девятнадцать лѣтъ, онъ поступилъ въ ученіе къ механику Моргану въ Лондонѣ. Путешествіе его изъ Шотландіи въ англійскую столицу продолжалось цѣлыхъ

двѣнадцать дней, и тогда конечно онъ и не подозрѣвалъ, что, благодаря его изобрѣтательному уму, это же самое путешествіе въ послѣдствіи будутъ совершать въ какихъ нибудь двѣнадцать часовъ. Однакожъ въ Лондонѣ онъ оставался только одинъ годъ, по истеченіи котораго отправился въ Гласговъ, гдѣ въ послѣдствіи былъ опредѣленъ въ тамошній университетъ механикомъ. Въ то время тамъ большою славою пользовался профессоръ политической экономіи Адамъ Смитъ, который очень полюбилъ Уата, и потому часто посѣщалъ его. Благодаря этимъ дружескимъ отношеніямъ, многіе пріятели Смиса обратили на молодаго и прилежнаго механика особенное вниманіе, и въ скоромъ времени домъ его сдѣлался сборнымъ мѣстомъ ученыхъ и студентовъ. Одинъ изъ современниковъ, съ которымъ Уатъ находился въ тѣсной дружбѣ, разсказываетъ о шотландскомъ механикѣ слѣдующее: „Когда нѣкоторые изъ моихъ пріятелей познакомили меня (какъ любителя математики и механики) съ молодымъ Уатомъ, я предполагалъ найти въ немъ самаго обыкновеннаго работника, и такимъ онъ мнѣ дѣйствительно показался съ перваго взгляда. Но каково же было мое удивленіе, когда въ разговорѣ съ Уатомъ я узналъ въ немъ человѣка ученаго, который не смотря на то, что былъ однихъ лѣтъ со мною, могъ разъяснить мнѣ всѣ вопросы по механикѣ и другимъ естественнымъ наукамъ. Мнѣ все казалось, что я уже далеко ушелъ въ наукѣ, но тутъ я тотчасъ же убѣдился, что Уатъ стоитъ гораздо выше меня. Всѣ мои товарищи приходили къ тому же убѣжденію относительно себя. Каждый разъ, когда мы затруднялись въ рѣшеніи какого либо вопроса, мы обращались къ Уату, который всегда былъ въ состояніи вывести насъ изъ недоразумѣнія; при этомъ каждый вопросъ нашъ дѣлался для

него предметомъ особаго изученія, и онъ трудился надъ нимъ до тѣхъ поръ пока не разрѣшалъ его удовлетворительно. Благодаря этимъ способностямъ, къ которымъ присоединялись также величайшая скромность и добродушіе, онъ сдѣлался любимцемъ всѣхъ своихъ знакомыхъ."

Въ 1762 году Уатъ по видимому началъ прилежно заниматься примѣненіемъ паровъ, и въ слѣдующемъ же году его имя сдѣлалось извѣстнымъ между всѣми механиками. Въ университетѣ, гдѣ онъ служилъ, находилась машина Ньюкомена, которою профессора пользовались для объясненія своихъ лекцій; но она была испорчена и потому Уату поручили исправить ее. Онъ выполнилъ свое порученіе какъ нельзя удовлетворительнѣе; но его заслуга этимъ не ограничивалась: Благодаря своему остроумію, онъ съ перваго же взгляда замѣтилъ всѣ недостатки въ устройствѣ машины Ньюкомена и потому началъ трудиться надъ ея улучшеніемъ. Уже въ 1772 году онъ придумалъ особенный механизмъ для сгущенія паровъ, посредствомъ котораго сберегалось очень много топлива; кромѣ того устроилъ машину такъ, что одинъ и тотъ же паръ самъ собою подымалъ и опускалъ поршень цилиндра безъ содѣйствія внѣшняго воздуха. Но прошло три года, пока Уатъ досталъ средства, которыя ему нужны были для устройства большой машины, чтобы на дѣлѣ доказать практическимъ механикамъ всю ея пользу. Для этого онъ заключилъ съ докторомъ Рэбукомъ условіе, по которому обязался отдавать ему двѣ трети чистой прибыли съ будущаго дохода. Однакожъ компанія его съ Рэбукомъ вскорѣ разстроилась, потому что дѣла этого товарища вдругъ пришли въ совершенный упадокъ, такъ что для бѣднаго Уата опять настало тяжкое время. Наконецъ въ 1775 году онъ

соединился съ Матѳеемъ Бултономъ въ Сого близъ Бирмингама, и на обширномъ заводѣ этого новаго компаньона нашелъ всѣ средства для выполненія своихъ плановъ.

Въ самомъ дѣлѣ, заведеніе Бултона уже въ то время принадлежало къ самымъ знаменитымъ заводамъ страны. Когда же въ дѣлахъ его принялъ участіе Уатъ, оно пріобрѣло громкую славу и сдѣлалось образцовою фабрикою паровыхъ машинъ, которыя употребляли въ Англіи, Америкѣ и большей части Европы. Даже въ настоящее время, когда уже во всѣхъ образованныхъ странахъ устроены превосходные заводы для изготовленія паровыхъ машинъ, фабрика въ Сого постоянно имѣетъ множество заказовъ.

Въ этомъ заведеніи Уатъ посвятилъ себя исключительно улучшенію паровой машины во всѣхъ ея частяхъ, и бдагодаря своему терпѣнію и знанію дѣла, вскорѣ изобрѣлъ ту машину, которая нынѣ вездѣ употребляется въ технической промышленности. Основная идея въ ней та же самая, какъ и въ машинѣ Ньюкомена, но она представляетъ совершенно другое устройство и потому можетъ считаться новымъ изобрѣтеніемъ. По сложности ея состава мы предоставляемъ описаніе ея техническимъ и физическимъ сочиненіямъ.

Снаряды, замѣняющіе паровыя машины.

Во всѣхъ паровыхъ машинахъ, даже самыхъ лучшихъ, только пятая доля теплоты, получаемой изъ топлива, идетъ въ дѣло, т. е. на приведеніе машины въ дѣйствіе, все же остальное количество ея утрачивается безъ всякой пользы, потому что одна часть ея выходитъ черезъ дымовую трубу вмѣстѣ съ разгоряченнымъ воздухомъ и наконецъ много теплоты улетучивается черезъ стѣнки машины и теряется въ воздухѣ. Эти расходы, какъ и многіе другіе бываютъ особенно чувствительны при паровой машинѣ меньшаго объема, потому что извѣстные аппараты, уходъ и т. д. нужны въ одинаковой мѣрѣ, какъ для большихъ, такъ и для маленькихъ машинъ, а между тѣмъ маленькія дѣйствуютъ гораздо слабѣе и слѣдовательно приносятъ меньше дохода. Кромѣ того устройство и употребленіе паровыхъ машинъ во всѣхъ странахъ справедливо ограничены полицейскою властью, особенно въ густо населенныхъ городахъ, потому что отъ сильнаго жара паровой котелъ иногда можетъ лопнуть и такимъ образомъ причинить большой вредъ людямъ. Наконецъ всякая паровая машина занимаетъ довольно много мѣста, и потому она для иныхъ заведеній совсѣмъ недоступна.

Въ виду всѣхъ этихъ неблагопріятныхъ обстоятельствъ многіе старались придумывать такой снарядъ, который могъ бы замѣнять собою паровую машину, и который въ то же время не требовалъ бы ни значительныхъ расходовъ, ни большаго помѣщенія. Это наконецъ удалось Леноару и Эриксону, изъ которыхъ первый приводилъ свою машину въ движеніе посредствомъ газа, а другой посредствомъ согрѣтаго воздуха.

Газовая машина Леноара.

Когда при извѣстныхъ условіяхъ смѣшиваютъ двѣ части по объему водорода съ одною частью кислорода, то оба эти газа быстро соединяются и образуютъ воду; но такъ какъ при этомъ развивается сильный жаръ, то образовавшаяся вода превращается въ паръ, который занимаетъ гораздо большее пространство, чѣмъ газы, изъ которыхъ они произошли. Если образованіе паровъ совершается въ закрытомъ сосудѣ, то послѣдній, отъ сильнаго и внезапнаго давленія на его стѣнки, можетъ лопнуть и разлетѣться въ куски.

Этою-то силою и вздумали замѣнить силу водянаго пара; но первые опыты оказались безуспѣшными, потому что сильное и внезапное расширеніе газа имѣло разрушительное вліяніе на прочность машины. Такимъ образомъ главный недостатокъ газа заключался въ неумѣренномъ дѣйствіи его. Но Леноару въ Парижѣ удалось устранить это неудобство тѣмъ, что онъ началъ пускать подъ поршень машины не чистый газъ

изъ водорода и кислорода, но смѣсь 95—98 частей воздуха и 5—9 частей свѣтильнаго газа, который, какъ извѣстно, состоитъ изъ углеводорода. Когда эту смѣсь пускаютъ въ цилиндръ подъ поршень паровой машины, то при этомъ тамъ образуется вода, паръ и углекислота, которые подъ вліяніемъ развивающейся теплоты расширяются и производятъ равномѣрное движеніе поршня.

Первая машина Леноара поставлена была въ маѣ 1860 года въ заведеніи Левека въ Парижѣ.

Это новое изобрѣтеніе въ скоромъ времени принято было съ восторгомъ во многихъ цивилизованныхъ странахъ, и вездѣ старались улучшить ее, согласно требованіямъ технической промышленности. Это служитъ самымъ вѣрнымъ доказательствомъ ея пользы. И въ самомъ дѣлѣ, газовая машина Леноара дѣйствуетъ очень спокойно, безъ особеннаго шума, и не нуждается, подобно паровой машинѣ, въ кочегарѣ; пространство же, которое она занимаетъ, почти ничтожно въ сравненіи съ тѣмъ, которое требуетъ паровая машина. Однакожъ при всемъ этомъ машина Леноара представляетъ еще много недостатковъ, по причинѣ которыхъ ею нельзя еще замѣнить вполнѣ паровую машину.

Калорическая (1) *машина Эриксона.*

Машина Эриксона отличается тѣмъ, что въ ней двигательною силою служитъ согрѣтый воздухъ. Первую идею къ

---

(1) Отъ латинскаго слова calor, теплота, жаръ.

тому подалъ собственно Джонъ Стерлингъ; онъ уже въ 1827 году придумалъ машину, которая приводилась въ дѣйствіе расширеніемъ воздуха, а Эриксонъ явился съ своими предложеніями только въ 1833 году. Но изобрѣтенія этихъ обоихъ механиковъ сначала не обращали на себя особеннаго вниманія, потому что они не соотвѣтствовали требованіямъ фабричныхъ работъ.

Впрочемъ Эриксонъ ни мало не сокрушался равнодушіемъ своихъ соотечественниковъ; онъ отправился въ Америку, гдѣ ему удалось уговорить богатыхъ содержателей пароходовъ примѣнить его калорическую машину для передвиженія кораблей. Благодаря своей неутомимой дѣятельности и свѣтлому, проницательному уму, онъ преодолѣлъ всѣ препятствія и затрудненія, такъ что въ 1848 году уже могъ представить первую улучшенную машину въ пять силъ. Въ слѣдующемъ году онъ поставилъ другую машину въ шестьдесятъ силъ, а въ 1851 году одна изъ его машинъ въ первый разъ появилась въ Европѣ, а именно на большой лондонской выставкѣ.

Пятнадцатаго февраля 1853 года корабль „Эриксонъ“, который приводился въ движеніе калорическою машиною, совершилъ свое первое пробное путешествіе. Корабль этотъ имѣлъ въ длину двѣсти пятьдесятъ футовъ, а въ ширину сорокъ два фута и вмѣщалъ въ себѣ двѣ тысячи двѣсти тоннъ (1) грузу. Лопатообразныя колеса его были въ десять футовъ шириною и въ тридцать два фута вышиною, а калорическая машина была, какъ увѣряютъ, въ шесть сотъ силъ. Но не смотря на то, что многія газеты отзывались о калорической

---

(1) Тонна равняется шестидесяти пудамъ.

машинѣ съ большою похвалою и что при употребленіи ея дѣлалось значительное сбереженіе угольевъ (1), она оказалась неудобною и уже въ слѣдующемъ году корабль „Эриксонъ“ былъ передѣланъ въ обыкновенный пароходъ. Съ тѣхъ поръ больше ничего не слыхали объ изобрѣтеніи Эриксона. Однакожъ послѣдній не переставалъ трудиться надъ начатымъ дѣломъ и въ новѣйшее время снова выступилъ съ своимъ изобрѣтеніемъ, которое онъ значительно усовершенствовалъ. Публика опять привѣтствовала его съ восторгомъ, но въ скоромъ времени послѣдовало новое разочарованіе, потому что калорическая машина, даже послѣ сдѣланныхъ въ ней улучшеній, все еще имѣетъ много недостатковъ, и между прочимъ представляетъ также то неудобство, что дѣлаетъ при работѣ слишкомъ сильный шумъ. Хотя ею теперь пользуются въ нѣкоторыхъ заведеніяхъ, но она вообще еще очень мало распространена.

---

(1) Пріятели Эриксона увѣряютъ, что для приведенія его машины въ дѣйствіе требовалось только десятая часть того количества угольевъ, которое нужно для паровой машины одинаковаго числа силъ.

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стран.
Исторія развитія физической науки.	5
Общія свойства тѣлъ; подвижность	10
Протяженіе, непроницаемость, дѣлимость, упругость	11
Скважность, сжимаемость	12
Простыя, сложныя тѣла; начала или элементы.	13
Твердыя, жидкія и газообразныя тѣла. . . .	—
Физическія явленія	—
Химическія явленія	14
Винтовой пароходъ	15
Робертъ Фёльтнъ	—
Инфантъ-Роіель	16
Даніель Бернулли и Пауктонъ.	17
Фридерикъ Соважъ.	19
Іосифъ Рэссель.	22
Смитсъ (Smith)	24
Вѣтренныя мельницы	28
О рычагѣ	30
Рычагъ перваго, втораго и третьяго рода. . .	33
Блокъ.	40
Векша	41
О вѣсахъ	44
Лавоазье.	45
Ньютонъ и Архимедъ	48
Удѣльный или относительный вѣсъ.	—
Ареометръ	56
Алкоолометрь и сахарометръ	57
Объ устройствѣ вѣсовъ.	—
Висячіе или торговые вѣсы	—
Настольные или аптекарскіе вѣсы	58

Стран.

Безменъ 58
Почтовые или письменные вѣсы. 59
Десятичные или мостоподобные вѣсы 60
Химическіе вѣсы 62
Банковые вѣсы. . . . . —
Уильямъ Котонъ 64
Барометръ. Галилей. 65
Торичелли 66
Паскалъ 68, 73
Перье. 73
Переносный барометръ Паррота 76
Воздушный шаръ и воздухоплаваніе 81
Летательная машина. 82
Бенье. . . . . —
Дегенъ 84
Исторія воздушнаго шара 86
Донъ Гусманъ. . . . . —
Братья Монгольфье 87
Шарлъ и братья Роберъ 92
Пилатръ де-Розье и Маркизъ д'Арландъ . . . 94
Бланшаръ 97
Воздухоплавательный зонтикъ или парашютъ . 100
Профессоръ Ленорманъ и Гарнеренъ. 101
Кокинъ и Грійнъ. 102
Тесту-Брисси и Госпожа Бланшаръ 104
Воздушное путешествіе Грійна 105
Невольное воздушное путешествіе Гюэрена . . 107
Воздушное путешествіе Арбана въ Тріестѣ . . 109
Неудачное воздушное путешествіе Коксуэла и Джипсона. 111
Большое американское воздушное путешествіе . 113
Воздушное путешествіе Надара изъ Парижа. . 115

Стран.

Воздушное путешествіе Гэ-Люсака и Біо . . . 117
Робертсонъ 118
Петенскій воздушный корабль. 121
О воздушномъ насосѣ 124
Аббатъ Маріотъ 125
Оттонъ фонъ Герике. 131
Опыты, производимые воздушнымъ насосомъ . 132
Нагнетательная машина или насосъ для сжима-
нія воздуха и газовъ 136
Гидравлическіе снаряды. 138
Ватерпасъ . . . . . —
Ливеръ, Сифонъ 140
Стклянка для шприцеванія 143
Героновъ фонтанъ . . . . . —
Всасывающій и толкающій насосъ 144
Пожарная труба . . . . . —
Объ электричествѣ 147
Уильямъ Джильбертъ. . . . . —
Дю-фе 149
О проводникахъ электричества 152
О мѣстѣ накопленія электрическаго тока . . . 153
Объ электрической машинѣ 154
Электрометръ 158
Электрофоръ 161
Электрическіе опыты 163
Электрическій табуретъ. 164
Электрическіе колокольчики 165
Электрическій танецъ или электрическая кукла. 166
Конденсаторы или сгустители электричества. . 168
Разрядникъ или экситаторъ 171
Лейденская банка. 172
Мушенбрэкъ . . . . . —

Стран.

Электрическая батарея 174
Открытіе громоваго электричества 177
Уалъ (Wall) и Веніаминъ Франклинъ 178
О громовомъ шумѣ 186
Дѣйствіе молніи 187
О громовомъ отводѣ. 190
Сосюръ, Аббатъ Ноллэ и Де-Рома 193
Устройство громоваго отвода 194
О гальванизмѣ. 200
Теорія Вольты. 203
Вольтовъ столбъ 205
Электроды 207
Химическая теорія дѣйствія вольтова столба. . 208
О магнетизмѣ 210
Объ электромагнетизмѣ. 214
Эрстедъ 215
О теплотѣ 216
О термометрѣ 222
Термометры Цельзіева (стоградусный), Реомюра и Фаренгейта 229
Исторія паровой машины 233
Героновъ шаръ 234
Саломонъ де-Ко и Маркизъ Уустеръ. 238
Горшокъ Діонизія Папена 241
Паровая машина капитана Сэвери 244
Паровая машина Ньюкомена 246
Гемфри Потеръ 248
Джемсъ Уатъ 249
Снаряды, замѣняющіе паровые машины . . . 253
Газовая машина Леноара 254
Калорическая машина Эриксона 255

РИСУНКИ.

	Стран.
Фридерикъ Соважъ	21
Памятникъ, поставленный Рэсселю въ Тріестѣ .	23
Видъ перваго корабельнаго винта	25
Винты съ двумя неполными оборотами . . .	26
Четвертные винты	27
Рычагъ перваго рода	32
Рычагъ второго рода	33
Рычагъ третьяго рода	34
Ножницы—рычагъ перваго рода	—
Щипцы для орѣховъ—рычагъ втораго рода . .	35
Самопрялка—рычагъ третьяго рода.	—
Законы дѣйствія рычага	36
Разные виды примѣненія рычаговъ . . .	38, 39
Неподвижный блокъ	41
Подвижный блокъ.	—
Векша съ вертикально расположенными блоками	42
Векша съ другъ возлѣ друга расположенными блоками	—
Ньютонъ размышляя подъ деревомъ о паденіи яблока.	50
Кубъ, погруженный въ воду	51
Вѣсы для опредѣленія плотности тѣлъ. . . .	53
Ареометръ	57
Торговые вѣсы	58

Стран.

Настольные или аптекарскіе вѣсы 58
Безменъ 59
Почтовые или письменные вѣсы. . . . . —
Десятичные вѣсы. 60
Внутреннее устройство десятичныхъ вѣсовъ . . —
Химическіе вѣсы 63
Торичелліевый опытъ 67
Барометръ 77
Летательный снарядъ Бенье 83
Летательная машина Дегена 85
Братья Монгольфье 89
Воздушное путешествіе Тесту-Брисси 103
Невольное путешествіе Гюэрена. 108
Петенскій воздушный корабль 122
Насосъ съ кранами 126
Насосъ съ клапанами 128
Поперечный разрѣзъ воздушнаго насоса съ двумя цилиндрами 129
Продольный разрѣзъ. 130
Пузырь подъ колоколомъ воздушнаго насоса. . 134
Нагнетательный насосъ. 137
Ватерпасъ 139
Ливеръ 140
Сифонъ 141
Сифонъ съ трубкою 142
Стклянка для шприцеванія 143
Героновъ фонтанъ. 144
Всасывающій насосъ 145
Толкающій насосъ . . . . . —
Пожарная труба 146
Электрическій маятникъ 150
Электрическая машина 156

Стран.

Электрофоръ 162
Электрическіе колокольчики 165
Электрическая кукла 167
Конденсаторъ 169
Разрядникъ 171
Электрическая батарея 175
Веніаминъ Франклинъ 181
Громовое электричество. 184
Громовой отводъ 197
Лягушка на крючкѣ 202
Вольтовъ столбъ 206
Расширеніе прута. 219
Расширеніе жидкости и газа 221
Трубки термометра 223
Опредѣленіе точки замерзанія. 225
Опредѣленіе точки кипѣнія. 227
Ртутный термометръ. 228
Героновъ шаръ 235
Паровой снарядъ де-Ко. 237
Машина маркиза Уустера. 240
Папеновъ горшокъ 242
Паровая машина капитана Сэвери 244
Паровая машина Ньюкомена 247

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.

Стран.

Алкоолометръ 57
Американское воздушное путешествіе 113
Арбана путешествіе въ Тріестѣ 109
Ареометръ 56
Архимедъ (древній физикъ) 48
Архимедъ (пароходъ). 24
Барометръ 65
Барометръ Паррота 76
Безменъ 58
Бенье (Besnier) 82
Бернули Даніель 17
Біо 117
Бланшаръ 97, 104
Блокъ 40
Бове Викентій. 47
Браунъ Самуилъ 18
Бултонъ Матѳей 252
Бунзенъ. 209
Ватерпасъ 139
Векша. 41
Веніаминъ Франклинъ 180
Викентій Бове. 47
Винтовой пароходъ 15
Воздухоплаваніе 80
Воздухоплавательный зонтикъ. 100
Воздушное путешествіе Арбана въ Тріестѣ . . 109
Воздушное путешествіе Гэ-Люсака и Біо. . . . 117

	Стран.
Воздушное путешествіе Надара изъ Парижа	115
Воздушный насосъ	124
Воздушный шаръ	81
Вольта	203
Вольтанизмъ	204
Вольтовъ столбъ	205
Вѣсъ относительный	48
Вѣсъ удѣльный	—
Вѣсы	44
Вѣсы аптекарскіе	58
— висячіе	57
— десятичные	60
— мостоподобные	—
— настольные	58
— письменные	59
— почтовые	—
— химическіе	62
Вѣтренныя мельницы	28
Газообразныя тѣла	13
Газовая машина Леноара	254
Гальвани профессоръ	201
Гальванизмъ	200
Галилео Галилей	65
Гарнеренъ	101
Гемфри Потеръ	248
Герике Оттонъ	131
Героновъ фонтанъ	143
Героновъ шаръ	234
Гидравлическіе снаряды	139
Гіеронъ	49
Горѣніе	45
Грійнъ Карлъ	103, 105

	Стран.
Громовое электричество.	177
Громовой отводъ	190
Грэтъ-Бритэнъ.	25
Гусманъ.	86
Гэ-Люссакъ.	117
Гюэрена невольное воздушное путешествіе	107
Далибаръ.	179
Даніель Бернулли.	17
Дегенъ.	84
Де-Ко.	236
Делиль (Delisle)	18
Джемсъ Уатъ.	249
Джипсонъ	111
Друэ	101
Дѣлимость	11
Дю-Кэ	16
Жидкія тѣла.	13
Зонтикъ воздухоплавателтный.	100
Инфантъ-Роіель	16
Іосифъ Рэссель.	22
Ісаакъ Ньютонъ	48
Исторія воздушнаго шара	86
Исторія развитія физической науки	5
Калорическая машина Эриксона.	255
Кокингъ.	102
Коксуэль.	111
Конденсаторы электричества	168
Кондукторы электрической машины.	155
Котонъ Уильямъ	64
Лавоазье	45
Лейденская банка.	172
Леноаръ.	254

Стран.

Ленорманъ профессоръ 101
Летательная машина. 82
Ливеръ 140
Магнетизмъ 210
Маріотъ аббатъ 125
Маркизъ д'Арландъ 94
Мельницы вѣтренныя 28
Мехмедъ-Али 30
Монгольфье братья 87
Монгольфьеры 93
Мушенбрэкъ 172
Мѣсто накопленія электрическаго тока. . . . 153
Нагнетательная машина 136
Надара воздушное путешествіе 15
Наполеонъ (пароходъ) 25
Насосъ всасывающій 144
Насосъ для сжиманія воздуха и газовъ 136
Насосъ толкающій 144
Начала или элементы 13
Невольное воздушное путешествіе Гюэрена . . 107
Неудачное воздушное путешествіе Коксуэла и Джипсона. 111
Ноллэ аббатъ 173, 193
Ньюкоменъ 246
Ньютонъ Исаакъ 48
Общія свойства тѣлъ 10
Окисленіе 45
Опыты, производимые съ воздушнымъ насосомъ 132
Отводный шестъ 196
Отводъ громовой 190
Относительный вѣсъ. 48
Оттонъ фонъ Герике 131

Стран.

Папеновъ горшокъ 241
Папенъ Діонизій . . . . . —
Парашютъ 100
Паровая машина 233
Пароходъ винтовый 15
Паскаль 68, 73
Пауктонъ 17
Перье 73
Петенскій воздушный корабль 121
Пилатръ-де-Розье 94
Подвижность 10
Пожарная труба 144
Поры 12
Потеръ Гемфри 248
Проводники электричества 152
Простыя тѣла 13
Протяженіе 11
Разрядникъ 171
Реомюръ 229
Робертсонъ 102, 118
Роберъ братья 92
Роберть Фёльтнъ 15
Ротъ докторъ 115
Рычагъ 30
Рычагъ перваго, втораго и третьяго рода . . 33
Рэбукъ 251
Рэссель Іосифъ 22
Саймеръ (Symmer) 151
Самуилъ Браунъ 18
Сахарометръ 57
Сгустители электричества 168
Сжимаемость 12

Стран.

Сифонъ 140
Скважины 12
Смитсъ (Smith). 24
Соважъ Фридерикъ. 19
Сого 252
Сосюръ. 91
Стерлингъ Джонъ. 256
Стклянка для шприцеванія 143
Стоградусный термометръ 229
Сэвери капитанъ 224
Твердыя тѣла 13
Теорія Вольты 203
Теплота. 216
Термометръ 222
Тесту—Брисси 104
Торичелли 66
Точка опоры 32
Тѣло 10
Уалъ (Wall). 178
Уатъ Джемсъ 249
Удѣльный вѣсъ. 48
Уединяющія тѣла. 152
Уильямъ Котонъ. 64
Упругость 11
Устройство вѣсовъ 57
Устройство громоваго отвода. 194
Уустеръ 238
Фаброни 208
Фаренгейтъ. 229
Фёльтнъ Робертъ. 15
Физическія явленія 13
Флогистонъ. 45

Стран.

Франклинъ Веніаминъ 180
Фридерикъ Соважъ 19
Химическая теорія дѣйствія вольтова столба. . 208
Химическія явленія 14
Хуфу. 31
Цельзіевъ термометръ 229
Шарліеры 93
Шарлъ профессоръ 92
Экситаторъ. 171
Электрическая батарея 174
Электрическая кукла 166
Электрическая машина 154
Электрическіе колокольчики 165
Электрическіе опыты. 163
Электрическій табуретъ. 164
Электрическій танецъ 166
Электричество. 146
Электричество громовое 177
Электричество среднее, связанное или естественное 151
Электромагнетизмъ 214
Электрометръ 158
Электроды 207
Электрофоръ 161
Элементы 13
Эриксонъ 255
Эрстедъ 215
Явленія физическія 13
Явленія химическія 14

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стр.
О магнетизмѣ	210
Объ электромагнетизмѣ	214
О теплотѣ.	216
О термометрѣ	222
Разные термометры	229
Исторія паровой машины	233
Снаряды, замѣняющіе паровыя машины	253
Газовая машина Леноара	254
Калорическая машина Эриксона	255
Содержаніе	I
Рисунки	V
Алфавитный указатель	VIII

РИСУНКИ.

			Стр.
Рис.	70	— Раеширеніе прута	219
—	71	— Расширеніе жидкости	221
—	72	— Расширеніе газа.	—
—	73 и 74	Трубки термометра	223
—	75	— Опредѣленіе точки замерзанія	225
—	76	— Опредѣленіе точки кипѣнія	227
—	77	— Ртутный термометръ	228
—	78	— Героновъ шаръ	235
—	79	— Паровой снарядъ де-Ко.	237
—	80	— Машина маркиза Уустера	240
—	81	— Папеновъ горшокъ	242
—	82	— Паровая машина капитана Сэвери.	244
—	83	— Паровая машина Ньюкомена.	247

Дозволено Цензурою. С.-Петербургъ, 20 апрѣля 1865 года.

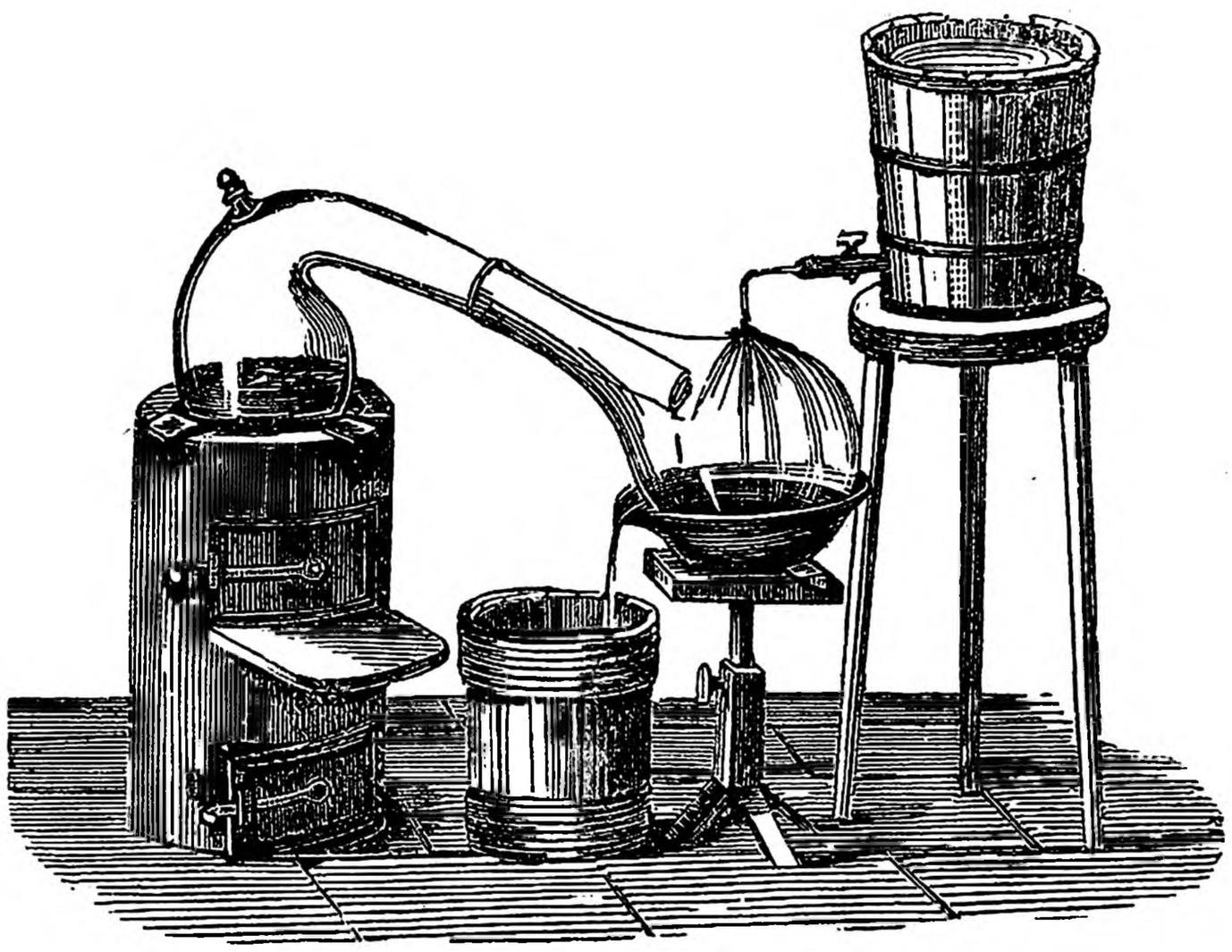
ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА. — *Редакторъ М. Ханъ.*

САМООБРАЗОВАНІЕ,

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ, УЧЕНО-ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЖУРНАЛЪ
ДЛЯ ЛЮДЕЙ ВСЯКАГО ВОЗРАСТА,

ИЗДАВАЕМЫЙ М. ХАНОМЪ.

ГОДЪ ТРЕТІЙ.



КНИГА ПРИРОДЫ.

№ 5 за Май 1865 г.

КНИГА ПРИРОДЫ.

КНИГА ПРИРОДЫ

или общепонятное изложеніе

ХИМІИ, ФИЗИКИ, АСТРОНОМІИ, МИНЕРАЛОГІИ, ГЕОЛОГІИ, БОТАНИКИ, ФИЗІОЛОГІИ И ЗООЛОГІИ,

ДЛЯ ВСѢХЪ ЛЮБИТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВЕННЫХЪ НАУКЪ.

СОЧИНЕНІЕ

ФРИДРИХА ШЁДЛЕРА.

ПЕРЕВОДЪ СЪ ЧЕТЫРНАДЦАТАГО ИЗДАНІЯ, СО МНОГИМИ ПРИБАВЛЕНІЯМИ И ОБЪЯСНЕНІЯМИ.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

ХИМІЯ.

Со многими рисунками.

ИЗДАНІЕ М. ХАНА.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

1865.

ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА.

Дозволено Цензурою. С.-Петербургъ, 20 мая 1865 года.

Въ наше время естественныя науки сдѣлались главною основою общественнаго образованія, и всякій, желающій быть вполнѣ образованнымъ человѣкомъ, непремѣнно долженъ пріобрѣсть по крайней мѣрѣ хоть общія свѣденія въ области естествознанія. Такое строгое требованіе образованнаго общества совершенно основательно, потому что изученіе природы во всѣхъ ея проявленіяхъ дѣйствительно необходимо, и притомъ не только для тѣхъ, которые по обстоятельствамъ обязаны примѣнять свои познанія къ спеціальнымъ занятіямъ, но и для всякаго желающаго развить свои умственныя способности. Мало того, явленія въ природѣ столь разнообразны, что едва ли можно представить себѣ образъ жизни или поприще, на которомъ не требовалось бы знанія той или другой отрасли естественныхъ наукъ: поэтъ, философъ, художникъ, священникъ, наставникъ, чиновникъ, законодатель, врачъ, лѣсничій, заводчикъ и земледѣлецъ — всѣ они, для исполненія возложенныхъ на нихъ обязанностей, болѣе или менѣе должны быть знакомы съ природою, т. е. обладать познаніями въ естественныхъ наукахъ; а такъ какъ эти послѣднія не только находятся въ тѣсной связи между собою, но и взаимно дополняютъ другъ друга, то основательное изученіе одной отрасли непремѣнно требуетъ дополнительнаго изученія всѣхъ другихъ. По этому книга, въ которой кратко и удобопонятно изложены всѣ отрасли естествознанія, должна принести

Но для того, чтобы вѣрнѣе опредѣлить измѣненія, происходящія въ какомъ нибудь тѣлѣ, необходимо предварительно ближе ознакомиться съ свойствами, которыми оно обладаетъ, когда находится въ своемъ обыкновенномъ состояніи, т. е. когда его еще не подвергали химическому измѣненію. По этому въ химіи прежде всего разсматриваются самыя тѣла и ихъ свойства, затѣмъ всѣ тѣ химическія измѣненія, которымъ они могутъ подвергаться, и всѣ свойства новыхъ тѣлъ, происходящихъ вслѣдствіе такихъ измѣненій; наконецъ наука эта имѣетъ также задачею раскрытіе естественныхъ законовъ всѣхъ вообще химическихъ явленій.

§ 2. Съ химической точки зрѣнія мы смотримъ на всякое тѣло совершенно иначе, чѣмъ съ физической. Въ химіи разсматриваютъ тѣла по отношенію ихъ къ другимъ и опредѣляютъ, какія перемѣны происходятъ въ ихъ составѣ отъ взаимнаго дѣйствія ихъ другъ на друга, между тѣмъ какъ въ физикѣ предметомъ разсмотрѣнія служатъ только естественные признаки тѣлъ, независимо отъ перемѣнъ, которыя при извѣстныхъ условіяхъ происходятъ въ ихъ составѣ, какъ напр. плотность, сцѣпляемость, отношеніе различныхъ тѣлъ къ теплотѣ, свѣту и электричеству.

Для поясненія всего изложеннаго приведемъ примѣръ физическаго и химическаго описанія сѣры.

Физическія свойства сѣры: Сѣра принадлежитъ къ твердымъ тѣламъ, имѣетъ кристаллическую форму и желтый цвѣтъ; при температурѣ 111° С. расплавляется и при 400° С. превращается въ пары; отъ тренія она пріобрѣтаетъ электрическія свойства, но не можетъ служить проводникомъ электричества.—При всѣхъ этихъ явленіяхъ сѣра не измѣняется въ составѣ, а принимаетъ только другія формы.

Химическія свойства сѣры. Она не растворяется ни въ водѣ, ни въ винномъ спиртѣ, ни въ эѳирѣ, ни въ жирныхъ и летучихъ маслахъ, но растворима въ сѣрнистомъ углеродѣ; ко-

гда ее зажигаютъ на открытомъ воздухѣ, она горитъ синимъ пламенемъ и выдѣляетъ изъ себя удушливый паръ; въ соединеніи съ водородомъ она образуетъ газъ, распространяющій дурный запахъ и т. д. — Всѣ эти явленія зависятъ отъ измѣненія самаго состава сѣры, которая при этомъ превращается въ совершенно другія, новыя тѣла.

§ 3. Изъ слѣдующаго примѣра еще яснѣе видна особенность химическаго процесса: Если кусочекъ сѣры растопить въ трубочкѣ, держа послѣднюю надъ горящею лампою, и затѣмъ прибавить къ ней каплю ртути, то эти оба вещества начнутъ дѣйствовать другъ на друга и, соединившись между собою, образуютъ черную массу; а если эту послѣднюю раскалить до красна, то она начнетъ улетучиваться и, нѣсколько поднявшись въ трубкѣ, пристанетъ къ стѣнкамъ ея въ видѣ плотно прилегающаго кольца, имѣющаго бурый цвѣтъ и блестящій кристаллическій видъ. Если затѣмъ разбить трубку и, вынувъ образовавшееся въ ней вещество, растереть его въ порошокъ, то получится краска превосходнаго алаго цвѣта, извѣстная подъ названіемъ *киновари*. Эта краска, которая приготовляется на фабрикахъ въ большомъ количествѣ, всегда состоитъ изъ 16 частей по вѣсу сѣры и 100 частей ртути.

Что же, спрашивается, произошло при этомъ химическомъ процессѣ?—Вмѣсто сѣры и ртути въ трубочкѣ очутилось новое тѣло, киноварь, которая совершенно различно отъ тѣхъ веществъ, изъ которыхъ она образовалась.

Съ перваго взгляда намъ дѣйствительно можетъ показаться, будто ртуть и сѣра совершенно исчезла, тѣмъ болѣе, что въ киновари не находимъ никакихъ слѣдовъ этихъ веществъ, даже когда разсматриваемъ ее въ самое лучшее увеличительное стекло. Однако изъ химическаго опыта оказывается, что ртуть и сѣра вовсе не исчезли, а что вслѣдствіе тѣснаго соединенія своего онѣ только пріобрѣли совершенно другія свойства и новый видъ. И въ самомъ дѣлѣ, если смѣшать киноварь съ желѣз-

ными опилками и смѣсь эту разогрѣвать въ трубочкѣ, то на стѣнкахъ послѣдней образуется блестящее кольце, состоящее изъ однихъ ртутныхъ шариковъ. Слѣдовательно ртуть въ киновари только скрывалась подъ другимъ видомъ, который она приняла вслѣдствіе соединенія своего съ сѣрою. Но и сѣра также не утратила своего существованія, потому что и ее можно возстановить при извѣстныхъ условіяхъ.

§ 4. *Химическое соединеніе*. Всякое тѣло, которое, подобно киновари, образовалось вслѣдствіе взаимнаго дѣйствія разныхъ веществъ другъ на друга, извѣстно въ наукѣ подъ названіемъ *химическаго соединенія*, а самыя вещества, изъ которыхъ образовалось это соединеніе, называются его составными частями. Такимъ образомъ киноварь есть химическое соединеніе, а сѣра и ртуть ея составныя части.

При этомъ необходимо дѣлать строгое различіе между обыкновенною *смѣсью* и *химическимъ соединеніемъ*. Вещества, входящія въ составъ смѣси, не соединены другъ съ другомъ, а только перемѣшаны, и потому каждое изъ нихъ можно отличить отъ другихъ, если не простымъ глазомъ, то по крайней мѣрѣ съ помощью увеличительнаго стекла; въ химическомъ же соединеніи составныхъ частей нельзя различить никакими средствами, потому что онѣ превращены въ совершенно другое тѣло. Если напр. уголь и мѣлъ истолочь въ самый мелкій порошокъ и потомъ тщательно смѣшать ихъ вмѣстѣ, то посредствомъ микроскопа всегда можно отличать частицы мѣла отъ частицъ угля; или если смѣсь эту опустить въ воду, то угольный порошокъ тотчасъ же всплыветъ на верхъ, а болѣе тяжелый мѣлъ осядетъ на дно, потому что вещества, входящія въ составъ обыкновенной смѣси, никогда не утрачиваютъ своихъ естественыхъ свойствъ. По той же причинѣ составныя части смѣсей иногда узнаются по запаху, вкусу или другимъ признакамъ, если ихъ нельзя различать глазами, какъ это нерѣдко бываетъ съ жидкими и газообразными смѣсями.

§ 5. *Химическій анализъ.* Искуственное разложеніе сложнаго тѣла или химическаго соединенія на его составныя части называется *химическимъ анализомъ*. Если при такомъ разложеніи стараются только опредѣлить, изъ какихъ именно веществъ состоитъ тѣло, то анализъ называется *качественнымъ*; если же разложеніе имѣетъ цѣлью опредѣлить, сколько каждой изъ его составныхъ частей содержится въ тѣлѣ, то анализъ называется *количественнымъ*.

§ 6. *Простыя тѣла.* Въ природѣ существуютъ тѣла *сложныя*, т. е. такія, которыя состоятъ изъ разнородныхъ частей, соединенныхъ между собою химически, и *простыя*, которыя не могутъ быть разложены на разнородныя части, потому что они состоятъ только изъ одного вещества. Такъ напр. въ чистой сѣрѣ мы не найдемъ никакихъ постороннихъ веществъ, которыя составляли бы съ нею химическое соединеніе. Такія простыя тѣла называются также *химическими элементами* или *началами*, потому что изъ нихъ составляются сложныя тѣла. Всякое же сложное тѣло, происшедшее вслѣдствіе искуственнаго соединенія разнородныхъ веществъ, называется *химическимъ препаратомъ*.

Такимъ образомъ, при изслѣдованіи свойствъ какого либо вещества, представляется два вопроса: во первыхъ, состоитъ ли оно изъ разныхъ простыхъ веществъ или нѣтъ? во вторыхъ, можно ли его произвести, соединяя различныя вещества? Послѣдній способъ изслѣдованія называется *синтетическимъ*.

Изъ всего этого слѣдуетъ, что *простыми тѣлами или химическими элементами считаются тѣ, которыя не могутъ быть ни разложены на разнородныя части, ни составлены изъ различныхъ веществъ.*

§ 7. До сихъ поръ намъ извѣстны только шестьдесятъ простыхъ тѣлъ, изъ которыхъ многія имѣютъ особенный блескъ и называются *металлами*, а другія, не имѣющія такого блеска, для отличія отъ первыхъ, названы *металлоидами* или *неме-*

таллическими тѣлами.— Металлы, въ свою очередь, раздѣляются на плотные или *тяжелые* и менѣе плотные или *легкіе*.

Въ химіи, каждое простое тѣло принято обозначать начальною буквою его латинскаго названія; такъ напр. кислородъ условились обозначать буквою *O*, потому что этотъ газъ по латыни называется oxygenium. Къ нѣкоторымъ прибавляютъ также вторую или другую букву латинскаго названія, для отличія отъ тѣхъ, которыя начинаются одною и тою же буквою, напр. хлоръ, chlorum, пишется *Cl*, а кальцій, calcium, *Ca*. Вмѣсто ртуть, hydrargyrum, и сѣра, sulfur, пишутъ *HgS*, и этотъ знакъ значитъ киноварь, потому что она состоитъ изъ сѣры и ртути. Вмѣсто слова вода, можно писать *HO*, потому что она состоитъ изъ водорода и кислорода. Кромѣ того надо замѣтить, что каждое простое тѣло соединяется съ другимъ только въ извѣстномъ, опредѣленномъ отношеніи частей вѣса; такъ напр. 8 частей по вѣсу кислорода могутъ соединиться только съ одною частью по вѣсу водорода или (при соединеніи его съ сѣрою) съ 16 частями сѣры; въ другихъ пропорціяхъ эти простыя тѣла не могутъ соединяться, такъ что если напр. 16 частей сѣры привести въ соприкосновеніе съ 10 частями кислорода, то въ составъ химическаго соединенія войдутъ только 16 ч. сѣры и 8 ч. кислорода, а остальныя 2 ч. послѣдняго останутся свободными. Тоже самое будетъ, если соединимъ 2 ч. водорода съ 16 ч. сѣры: послѣдняя соединится только съ одною частью водорода, а другая часть его останется свободною. Ниже это будетъ изложено подробнѣе.

Въ слѣдующей таблицѣ читатель найдетъ всѣ названія простыхъ тѣлъ, латинскія буквы, которыми ихъ обозначаютъ въ наукѣ, и наконецъ число вѣсовыхъ частей, необходимое для соединенія каждаго изъ нихъ съ другимъ тѣломъ:

I. Металлоиды.

Названія.	Знаки.	Вѣсъ.
1. Кислородъ, oxygenium . . .	O	8
2. Водородъ, hydrogenium . . .	H	1
3. Азотъ, nitrogenium	N	14
4. Сѣра, sulfur	S	16
5. Хлоръ, chlorum	Cl	35,5
6. Бромъ, bromum	Br	80
7. Іодъ, jodum	J	127
8. Фторъ, fluorum	Fl	19
9. Фосфоръ, phosphorus . . .	P	31
10. Мышьякъ, arsenicum . . .	As	75
11. Углеродъ, carboneum . . .	C	6
12. Кремній, silicium	Si	21,3
13. Боръ, borum	B	11

II. Легкіе металлы.

14. Калій, kalium	K	39
15. Натрій, natrium	Na	23
16. Кальцій, calcium	Ca	20
17. Барій, baryum.	Ba	68
18. Стронцій, strontium	Sr	43
19. Магній, magnesium	Mg	12
20. Глиній, aluminium	Al	13

III. Тяжелые металлы.

21. Желѣзо, ferrum	Fe	28
22. Марганецъ, manganum . . .	Mn	27
23. Хромъ, chromum	Cr	26
24. Кобальтъ, cobaltum	Co	30
25. Никель, niccolum.	Ni	29
26. Цинкъ, zincum	Zn	32,5
27. Олово, stannum	St	58
28. Свинецъ, plumbum	Pb	103
29. Висмутъ, bismuthum. . . .	Bi	104
30. Сюрьма, stibium	Sb	129
31. Мѣдь, cuprum.	Cu	31,7
32. Ртуть, hydrargyrum	Hg	100
33. Серебро, argentum	Ag	108
34. Золото, aurum	Au	196
35. Платина, platinum	Pt	99

Въ эту таблицу мы помѣстили только главныя простыя тѣла, которыя чаще находятся въ природѣ. Остальныя же двадцать пять встрѣчаются очень рѣдко, и потому мы здѣсь приводимъ только ихъ названія:

Глицій или бериллій, beryllium; кадмій, cadmium; церій, cerium; дидимъ, didymium; эрбій, erbium; иридій, iridium; лантанъ, lanthanium; литій, lithium; молибденъ, molybdeanum; ніобій, niobium; осмій, osmium; палладій, palladium; родій, rhodium; рутеній, rhutenium; селенъ, selenium; танталъ или коломбій, tantalum; теллурій, tellurium; тербій, terbium; торій, thorium; титанъ, titanum; ураній, uranium; ванадій, vanadium; вольфрамъ или вольчецъ, wolframium; итрій, yttrium; цирконій, zirconium.

§ 8. *Химическое сродство*. Сила, которая заставляетъ разныя тѣла соединяться между собою, называется *химическимъ сродствомъ*. Но это сродство или стремленіе двухъ веществъ къ взаимному притяженію и соединенію не у всѣхъ тѣлъ обнаруживается въ одинаковой мѣрѣ: въ иныхъ оно выказывается въ меньшей, въ другихъ въ большей степени. Въ самомъ дѣлѣ, если бы всѣ вещества, находящіяся на земномъ шарѣ, притягивали другъ друга съ одинаковою силою, то они слились бы въ одну однородную массу и тогда на землѣ не было бы разныхъ веществъ. Въ томъ, что различныя тѣла имѣютъ другъ къ другу неодинаковое сродство, легко убѣдиться простымъ опытомъ:

Если напр. на открытомъ воздухѣ станемъ нагрѣвать олово, свинецъ или мѣдь, то увидимъ, что эти металлы будутъ притягивать къ себѣ кислородъ воздуха и наконецъ соединятся съ нимъ. Серебро и золото, напротивъ того, можно раскаливать сколько угодно, они не соединятся съ кислородомъ, потому что они имѣютъ къ нему меньше сродства.

Если киноварь (которая, какъ мы видѣли, состоитъ изъ сѣры и ртути) смѣшать съ желѣзными опилками и затѣмъ разогрѣть, то сѣра отдѣлится отъ ртути и соединится съ желѣзомъ. Изъ

этого можно заключить, что сѣра имѣетъ къ желѣзу большее сродства, чѣмъ къ ртути.

§ 9. Причина, почему извѣстное тѣло имѣетъ къ одному веществу большее сродства, чѣмъ къ другому, намъ неизвѣстна. Мы знаемъ только, что въ химическихъ процессахъ принимаетъ участіе не одно химическое сродство, но дѣйствуютъ и другія естественныя силы, въ особенности тяжесть, вязкость, сцѣпленіе, теплота, свѣтъ, электричество и магнетизмъ. Смотря по преобладанію той или другой изъ этихъ содѣйствующихъ силъ, могутъ быть различные результаты химическаго процесса, такъ что основныхъ законовъ, по которымъ дѣйствуетъ химическое сродство, невозможно опредѣлить съ точностью. Но мы здѣсь установимъ только слѣдующія три общія правила:

1.—Химическое сродство оказываетъ свое вліяніе только при непосредственномъ прикосновеніи веществъ.

Самый тонкій слой жира или лака уже можетъ предохранить желѣзо отъ вліянія на него кислорода воздуха и препятствовать образованію ржавчины, которая составляетъ соединеніе желѣза съ кислородомъ.

2. — Химически соединенныя вещества не измѣняются въ своемъ составѣ до тѣхъ поръ, пока ихъ не разложитъ какая нибудь внѣшняя причина.

3. — Такъ какъ химическій процессъ заключается въ тѣсномъ соединеніи малѣйшихъ частицъ веществъ, то онъ совершается только когда частицы соединяемыхъ веществъ подвижны, т. е. соединяемыя вещества должны находиться въ газообразномъ или жидкомъ состояніи.

Изъ этихъ правилъ слѣдуетъ, что если хотятъ, чтобы изъ двухъ веществъ образовалось химическое соединеніе, то ихъ нужно привести во взаимное и непосредственное прикосновеніе и оба или по крайней мѣрѣ одно изъ нихъ превратить въ жидкость или газъ посредствомъ растворяющихъ веществъ или теплоты. Въ этомъ отношеніи вода и огонь имѣютъ большое

примѣненіе въ химическихъ процессахъ. Однако нѣкоторые газы, по своей сильной расширяемости, трудно соединяются, потому что частицы ихъ слишкомъ быстро расходятся и слѣдовательно не могутъ взаимно притягивать другъ друга. Такіе газы необходимо сжимать для того, чтобы частицы ихъ, сближаясь между собою, могли оказывать другъ на друга вліяніе своею притягательною силою.

§ 10. Вліяніе другихъ силъ на химическое сродство для насъ совершенно непонятно и необъяснимо. При извѣстныхъ обстоятельствахъ отъ какой нибудь простой *механической* причины, напр. отъ слабаго сотрясенія, происходитъ химическое соединеніе или разложеніе. Иногда даже простое прикосновеніе вызываетъ химическій процессъ. Такъ напр. гремучее серебро мгновенно разлагается отъ всякаго малѣйшаго удара; а винный спиртъ, отъ соприкосновенія съ порошкомъ платины, превращается въ уксусную кислоту.

Дѣйствіе *свѣта* на химическое сродство также необъяснимо. Многія тѣла, которыя въ темнотѣ остаются неизмѣнными, быстро разлагаются подъ вліяніемъ свѣта. На другія же тѣла свѣтъ оказываетъ совершенно противоположное дѣйствіе, способствуя ихъ соединенію.

Но самое сильное вліяніе на химическія соединенія оказываетъ *электричество*. Едва ли найдется какое нибудь тѣло, которое не разлагалось бы отъ продолжительнаго дѣйствія электрическаго тока. Но съ другой стороны этотъ физическій дѣятель иногда служитъ также вспомогательнымъ средствомъ для произведенія химическаго соединенія, потому что иныя вещества соединяются съ другими не иначе, какъ по полученіи извѣстнаго количества электричества.

Болѣе ясное понятіе мы можемъ составить себѣ о вліяніи *теплоты* на химическіе процессы; и дѣйствительно, теплота, какъ извѣстно, расширяетъ частицы тѣлъ и тѣмъ самымъ ослабляетъ ихъ внутреннюю связь, а благодаря этому дѣйствію,

составныя части легче могутъ разъединяться и входить въ новыя отношенія съ другими веществами. Такъ напр. при раскаливаніи известковаго камня, содержащаяся въ ней угольная кислота расширяется отъ дѣйствія теплоты до такой степени, что выходитъ изъ предѣловъ заключающаго ее камня и затѣмъ улетучивается въ воздухѣ.

§ 11. *О химическихъ паяхъ или эквивалентахъ.* Если тщательно изслѣдовать извѣстный рядъ химическихъ процессовъ съ помощью вѣсовъ, то увидимъ, что всѣ они совершаются по опредѣленнымъ, чрезвычайно важнымъ законамъ, которые составляютъ основу всей химіи.

Если напр. разложимъ 116 золотниковъ киновари на его составныя части, то получимъ 100 золотниковъ ртути и 16 золотниковъ сѣры; при разложеніи 58 з. киновари получимъ 50 з. ртути и 8 з. сѣры; если разложимъ 37 з. киновари, то въ ней найдемъ 31,9 з. ртути и 5,1 з. сѣры; словомъ, какое бы количество киновари мы не изслѣдовали, всегда окажется, что ртуть и сѣра соединены въ ней въ одной и той же пропорціи, т. е. на каждыя 100 частей ртути приходятся 16 частей сѣры. Во всякой другой пропорціи ртуть съ сѣрой никогда не соединяются; такъ напр., если для приготовленія киновари разгорячимъ 100 золотниковъ ртути съ 24 золотниками сѣры, то изъ послѣдней только 16 з. соединятся съ ртутью, а остальные 8 з. улетучатся или сгорятъ. То же самое произойдетъ, если на 200 з. ртути возьмемъ 34 з. сѣры, потому что въ такомъ случаѣ съ ртутью соединятся только 32 з. сѣры, а остальные 2 з. не примутъ участія въ соединеніи. Наоборотъ, если для образованія киновари, на 16 з. сѣры будетъ взято больше ртути, напр. 110 з., то изъ нихъ только 100 з. войдутъ въ составъ соединенія, а лишніе 10 з. останутся свободными.

Этотъ фактъ даетъ намъ право установить слѣдующій неизмѣнный законъ: что ртуть соединяется съ сѣрою не иначе, какъ въ отношеніи 100 частей по вѣсу ртути къ 16 частямъ сѣры.

Этотъ законъ простирается и на всѣ другія простыя тѣла, потому что всѣ они соединяются между собою только въ опредѣленномъ отношеніи вѣсовыхъ частей. Вода, напр., состоитъ изъ 8 частей по вѣсу кислорода и 1 части водорода, и мы никогда не найдемъ, чтобы эти составныя части ея находились въ какомъ нибудь другомъ отношеніи другъ къ другу. Такое же постоянство въ отношеніи вѣсовыхъ частей мы видимъ и въ поваренной соли, въ составѣ которой всегда найдемъ 23 части по вѣсу натрія и 35,5 частей хлора. Многочисленные опыты доказали вѣрность слѣдующаго химическаго закона:

Простыя тѣла соединяются между собою только въ опредѣленномъ отношеніи между ихъ вѣсовыми частями.

§ 12. Если 116 золотниковъ киновари смѣшать съ 28 золотниками желѣзныхъ опилковъ и смѣсь эту разогрѣть, то киноварь разложится, причемъ содержащіеся въ ней 16 з. сѣры соединятся съ желѣзомъ и образуютъ 44 з. сѣрнистаго желѣза, а 100 з. ртути выдѣлятся.

Изъ этого видно, что для соединенія сѣры съ ртутью, послѣдней нужно 100 частей по вѣсу, а желѣза только 28 частей для соединенія его съ тѣмъ же количествомъ сѣры; слѣдовательно 28 частей желѣза замѣняютъ 100 частей ртути. Другими словами, въ отношеніи химическаго сродства или притягательной силы 16 частей по вѣсу сѣры, 28 частей желѣза соотвѣтствуютъ 100 частямъ ртути, и потому обѣ эти цифры называются эквивалентами,—названіе, которое означаетъ соотвѣтствующій или уравновѣшивающій и происходитъ отъ двухъ латинскихъ словъ—aequus, равный, и valor, цѣна, достоинство. Въ русскомъ языкѣ для этого принято выраженіе «*пай*,» которымъ вообще обозначаютъ то количество относительнаго вѣса (золотниковъ, фунтовъ и пр.), въ которомъ каждое простое тѣло соединяется съ другимъ. Такъ напр. въ сѣрнистомъ желѣзѣ заключается одинъ пай желѣза и одинъ пай сѣры; но пай желѣза

равняется 28 частямъ по вѣсу (золотникамъ, фунтамъ или пудамъ), а пай сѣры 16 частямъ по вѣсу (золотникамъ, фунтамъ и т. д.).

Если мы соединимъ тѣ же 16 частей сѣры съ другимъ металломъ, напр. со свинцомъ, то найдемъ, что для образованія изъ нихъ химическаго соединенія, свинца нужно взять 103 части по вѣсу. Слѣдовательно пай или эквивалентъ свинца равняется 103 частямъ, т. е. въ соединеніи сѣры со свинцомъ (въ сѣрнистомъ свинцѣ) пай сѣры равняется 16, а пай свинца 103, которые въ свою очередь соотвѣтствуютъ 28 частямъ желѣза или 100 частямъ ртути.

Такія же постоянныя отношенія мы находимъ и въ соединеніи другихъ простыхъ тѣлъ. Возьмемъ для примѣра кислородъ въ соединеніи его со свинцомъ (окись свинца), ртутью (окись ртути) и водородомъ (вода):

Свинца	103 ч. вѣса.	Ртути.	100 ч. вѣса.
Кислорода. . .	8 » »	Кислорода. . .	8 » »
a) Окись свинца.	111 ч. вѣса.	b) Окись ртути.	108 ч. вѣса.

Водорода	1 ч. вѣса.
Кислорода	8 » »
c) Вода.	9 ч. вѣса.

При извѣстныхъ химическихъ операціяхъ отъ всѣхъ этихъ трехъ веществъ — свинца, ртути и водорода — можно отдѣлить кислородъ и замѣнить его сѣрою, которая также можетъ соединиться съ этими тремя тѣлами. А такъ какъ пай сѣры (т. е. количество относительнаго вѣса, въ которомъ она соединяется съ другими тѣлами), какъ мы видѣли выше, равняется 16, то вѣсовыя отношенія ея соединеній съ указанными тремя веществами, будутъ слѣдующія:

Свинца	103 ч. вѣса.
Сѣры.	16 » »
d) Сѣрнистый свинецъ .	119 ч. вѣса.

Ртути	100 ч. вѣса.
Сѣры	16 » »
e) Сѣрнистая ртуть или киноварь. .	116 ч. вѣса.
Водорода	1 ч. вѣса.
Сѣры	16 » »
f) Сѣроводородъ . . .	17 ч. вѣса.

Въ обоихъ примѣрахъ, какъ въ a, b, c, такъ и въ d, e, f, вѣсъ свинца, ртути и водорода остается одинъ и тотъ же, а именно 103, 100, 1. Различіе между ними заключается только въ томъ, что во второмъ ряду соединеній 16 частей сѣры замѣняютъ 8 частей кислорода перваго ряда. Слѣдовательно относительно химическаго сродства другихъ тѣлъ, 8 частей по вѣсу кислорода равны 16 частямъ сѣры, т. е. обѣ эти цифры составляютъ эквиваленты или паи.

§ 13. Возьмемъ для примѣра еще какое нибудь химическое соединеніе, напр. хлористую ртуть. По разложеніи этого соединенія мы найдемъ слѣдующее вѣсовое отношеніе между его составными частями:

Ртути	100 ч. вѣса.
Хлора	35,5 » »
g) Хлористая ртуть . .	135,5 ч. вѣса.

Сравнивая этотъ составъ съ составными частями киновари (e, § 12), мы видимъ, что 35,5 частей по вѣсу хлора служатъ эквивалентомъ 16 частей сѣры, и потому безъ всякаго предварительнаго анализа съ увѣренностью можемъ заключить, что эти 35,5 частей хлора должны соединиться также съ 103 ч. свинца, съ 1 ч. водорода, съ 8 ч. кислорода и 16 ч. сѣры. Дѣйствительно, опытъ подтверждаетъ это заключеніе.

Подобнымъ образомъ химики изслѣдовали всѣ доселѣ извѣстныя простыя тѣла и опредѣлили всѣ ихъ эквиваленты или паи, которые мы уже помѣстили выше въ таблицѣ § 7.

Для того, чтобы удобнѣе было сравнивать между собою числа,

получаемыя при химическихъ изслѣдованіяхъ, пай водорода согласились принять за единицу. Такимъ образомъ, если говорятъ, что пай сѣры равняется 16, то это значитъ, что 16 частей по вѣсу сѣры соединяются съ одною частью водорода.

§ 14. Относительно паевъ мы замѣчаем еще слѣдующій законъ: *пай сложнаго тѣла равенъ суммѣ паевъ его составныхъ частей.* Такъ напр. пай окиси свинца, какъ видно изъ § 12, равенъ 111, потому что это химическое соединеніе состоитъ изъ одного пая свинца, который равняется 103, и одного пая кислорода, равняющагося 8. Пай воды = 9, потому что пай кислорода = 8 и водородъ = 1.

Сложное тѣло можетъ соединиться съ другимъ сложнымъ тѣломъ, но это происходитъ въ отношеніи ихъ паевъ; напр. окись свинца соединяется съ водою и образуетъ одно тѣло—водную окись свинца, составъ которой равенъ суммѣ паевъ этихъ двухъ тѣлъ:

1 пай окиси свинца	111	ч. по вѣсу.
1 пай воды	9	» »
1 пай водной окиси свинца . .	120	» »

§ 15. Химическіе знаки въ отношеніи къ химическимъ паямъ имѣютъ еще то важное значеніе, что они въ тоже время выражаютъ и достоинство пая. Напр. буква *S* обозначаетъ не только самую *сѣру*, но вмѣстѣ съ тѣмъ и *шестнадцать частей ея вѣса или пай*. Вездѣ, гдѣ въ химической книгѣ находимъ знакъ *O*, мы должны разумѣть подъ нимъ не только просто элементъ *кислородъ*, но именно *восемь вѣсовыхъ частей или пай* этого вещества.

§ 16. *Практическое примѣненіе паевъ.* Знаніе относительнаго вѣса, въ которомъ простыя тѣла соединяются между собою, кромѣ теоретической важности, имѣетъ также большое значеніе въ практической химіи: руководствуясь отношеніемъ паевъ, химикъ всегда можетъ вычислить, сколько ему нужно

взять каждаго отдѣльнаго вещества, чтобы произвести извѣстное химическое соединеніе; съ другой стороны, разлагая какое нибудь соединеніе, онъ можетъ напередъ высчитать, сколько получить изъ каждой отдѣльной составной части его. И въ томъ, и въ другомъ случаѣ онъ простыми ариѳметическими правилами можетъ опредѣлить результаты своихъ дѣйствій. Такъ напр., если ему приходится опредѣлить, сколько нужно сѣры на 73 фунта ртути, чтобы изъ нихъ сдѣлать киноварь, то по тройному ариѳметическому правилу онъ производитъ слѣдующее вычисленіе, основываясь на томъ, что на каждый пай ртути (100) нуженъ пай сѣры (16):

100 : 16 = 73 : X, т. е. умножить 73 на 16 и полученное произведеніе раздѣлить на 100:

$$73 \times 16 = 1168 : 100 = 11{,}68 \text{ сѣры.}$$

Если послѣ этого ему захочется узнать, сколько онъ изъ этого соединенія получить киновари, то ему стоить только сложить 73 ф. ртути съ нужнымъ количествомъ сѣры—съ 11,68, что составляетъ 84,68.

Послѣднюю цифру можно также опредѣлить тройнымъ правиломъ, не вычисляя предварительно сколько нужно сѣры, если принять въ соображеніе, что каждыя 100 ч. ртути образуютъ съ 16 ч. сѣры 116 ч. киновари:

$$100 : 116 = 73 : X.$$

Слѣдовательно $73 \times 116 = 8468 : 100 = 84{,}68$ киновари.

§ 17. *Законъ кратныхъ соединеній.* До сихъ поръ мы разсматривали соединенія простыхъ тѣлъ только въ равныхъ паяхъ, какъ напр. одинъ пай ртути съ однимъ паемъ сѣры или, что одно и тоже, 100 частей ртути съ 16 частями сѣры. Но въ химіи извѣстно также множество случаевъ, гдѣ одинъ пай какого нибудь тѣла соединяется съ двойнымъ, тройнымъ и т. д. паемъ другаго тѣла. Такъ напр. одинъ пай сѣры можетъ соединиться съ однимъ, двумя и съ тремя паями кислорода, а именно:

1. Сѣрнистая кислота состоитъ изъ 16 ч. (т. е. 1 пая) сѣры и 8 ч. (т. е. 1 пая) кислорода.

2. Сѣрноватая кислота состоитъ изъ 16 ч. (1 пая) сѣры и 16 ч. (2 паевъ) кислорода.

3. Сѣрная кислота состоитъ изъ 16 ч. (1 пая) сѣры и 24 ч. (3 паевъ) кислорода.

Въ этихъ примѣрахъ мы также видимъ постоянный, неизмѣнный законъ, а именно, что одинъ пай сѣры постоянно соединяется только съ цѣлыми паями кислорода, а отнюдь не съ частями пая, т. е. 16 съ 8 или 16 съ 16, или же 16 съ 24, а не 16 съ 9, 16 съ 10 и т. д. По этому мы можемъ установить слѣдующій химическій законъ:

Простыя тѣла соединяются между собою или одинаковыми или кратными паями.

§ 18. *О различныхъ видахъ соединеній.* Всѣ простыя тѣла могутъ соединяться между собою въ числѣ двухъ, трехъ, четырехъ или пяти. На этомъ основаніи различаютъ *двойныя* соединенія, состоящія изъ двухъ простыхъ тѣлъ, *тройныя*—изъ трехъ, *четверныя*—изъ четырехъ, *пятерныя*—изъ пяти простыхъ веществъ. Химическія соединенія, въ составъ которыхъ входитъ болѣе пяти простыхъ тѣлъ, встрѣчаются очень рѣдко. Кромѣ того встрѣчаются также соединенія сложныхъ тѣлъ, образовавшихся отъ соединенія простыхъ.

§ 19. *Химическія формулы.* Всѣ химическія отношенія составныхъ частей тѣла выражаются, какъ мы уже сказали выше, химическими знаками, извѣстное число которыхъ, обозначающее составъ цѣлаго соединенія, называется *формулою*. Такъ напр. HgS = киноварь (ср. § 15); HO=вода; PbO= окись свинца; HgO=окись ртути; SH=сѣроводородъ; HgCl= хлористая ртуть; KO=кали или окись калія; CaO = известь или окись кальція, и т. д.

Но всѣ эти формулы выражаютъ такія соединенія, въ составъ которыхъ каждое простое тѣло входитъ только однимъ

паемъ, напр. формула воды—HO выражаетъ, что вода состоитъ изъ одного пая водорода и одного пая кислорода. Если же въ соединеніе входитъ нѣсколько паевъ одной части или каждой изъ составныхъ частей, то къ знаку ея прибавляютъ съ правой стороны маленькую цифру, обозначающую число паевъ, напр.:

SO = сѣрнистая кислота = 1 пай сѣры + 1 пай кислорода.
SO_2 = сѣрноватая кислота = 1 » » + 2 пая »
SO_3 = сѣрная кислота = 1 » » + 3 » »

Химическій составъ сахара выражается формулою $C_{12}H_{11}O_{11}$, потому что сахаръ состоитъ изъ 12 паевъ углерода, 11 паевъ водорода и 11 паевъ кислорода.

Цифра, поставленная передъ химическою формулою (съ лѣвой стороны) показываетъ число паевъ всего сложнаго тѣла, напр. $3SO_3$ значитъ 3 пая сѣрной кислоты, т. е. 3 раза сѣры и 3 раза O_3 или, что одно и тоже, 3 пая сѣры и 9 паевъ кислорода.

Если химическое соединеніе состоитъ изъ двухъ сложныхъ тѣлъ, то въ формулѣ ихъ послѣднія обыкновенно отдѣляются точкою:

$PbO.\ H_2O$ = соединеніе окиси свинца съ водою.
$CaO.\ CO_2$ = соединеніе извести съ углекислотою.
$KO.\ SO_3$ = соединеніе кали съ сѣрною кислотою.
$Al_2O_3.\ 3SO_3$ = соединеніе глинозема съ 3 паями сѣрной кислоты.

Однако очень часто точка не ставится.

Двойное соединеніе двухъ сложныхъ тѣлъ отдѣляется знакомъ +, напр.:

$$KO.\ SO_3 + Al_2O_3.\ 3SO_3 = \text{квасцы}.$$

При разборѣ этой формулы, мы находимъ, что квасцы состоятъ изъ четырехъ простыхъ тѣлъ, а именно изъ калія, кислорода, сѣры и глинія, представляемыхъ въ формулѣ знаками K, S, O и Al; слѣдовательно квасцы четверное соединеніе, въ составъ котораго входятъ сѣра, калій, глиній и кислородъ. По этой формулѣ съ помощью таблицы, помѣщенной

въ § 7, стр. 13, легко высчитать относительный вѣсъ каждой изъ составныхъ частей квасцовъ. Въ нихъ содержится:

1 пай калія	=	K	. . . .	=		39
2 пая глинія	=	Al_2	= 2 × 13	=		26
4 пая сѣры	=	4 S	= 4 × 16	=		64
16 паевъ кислорода	=	16 O	= 16 × 8	=		128
1 пай квасцовъ				=		257

Такимъ образомъ въ 257 частяхъ по вѣсу квасцовъ заключаются 39 ч. калія, 26 ч. глинія, 64 ч. сѣры и 128 ч. кислорода.

§ 20. *Общія свойства химическихъ соединеній.* Химическихъ соединеній чрезвѣчайно много, и всѣ они представляютъ такое разнообразіе въ свойствахъ своихъ, что изъ нѣсколькихъ тысячъ соединеній едва ли найдется два, которыя были бы совершенно одинаковаго цвѣта и формы или имѣли бы одинаковую степень плотности, растворимости и т. д. Но тѣмъ не менѣе по извѣстнымъ признакамъ (по вкусу и отношенію къ нѣкоторымъ растительнымъ краскамъ) всѣ химическія соединенія можно раздѣлить на три главныя группы: на *кислоты*, *щелочи* и *соли*:

Кислотами называютъ всѣ тѣ химическія соединенія, которыя имѣютъ болѣе или менѣе кислый вкусъ и отъ дѣйствія которыхъ *синій* цвѣтъ растительныхъ веществъ превращается въ *красный*.

Щелочами или *основаніями* называются химическія соединенія, которыя имѣютъ щелочный вкусъ и отъ которыхъ *синій растительный* цвѣтъ превращается въ *зеленый*.

Солями называются соединенія щелочей съ кислотами, которыя имѣютъ другъ къ другу сильное сродство и отъ которыхъ соли отличаются тѣмъ, что не имѣютъ ни вкуса щелочей, ни вкуса кислотъ и не измѣняютъ цвѣтъ растительныхъ веществъ, почему ихъ называютъ также *средними*, *нейтральными* или *индифферентными тѣлами*.

паемъ, напр. формула воды—HO выражаетъ, что вода состоитъ изъ одного пая водорода и одного пая кислорода. Если же въ соединеніе входитъ нѣсколько паевъ одной части или каждой изъ составныхъ частей, то къ знаку ея прибавляютъ съ правой стороны маленькую цифру, обозначающую число паевъ, напр.:

SO = сѣрнистая кислота = 1 пай сѣры + 1 пай кислорода.
SO_2 = сѣрноватая кислота = 1 » » + 2 пая »
SO_3 = сѣрная кислота = 1 » » + 3 » »

Химическій составъ сахара выражается формулою $C_{12}H_{11}O_{11}$, потому что сахаръ состоитъ изъ 12 паевъ углерода, 11 паевъ водорода и 11 паевъ кислорода.

Цифра, поставленная передъ химическою формулою (съ лѣвой стороны) показываетъ число паевъ всего сложнаго тѣла, напр. $3SO_3$ значитъ 3 пая сѣрной кислоты, т. е. 3 раза сѣры и 3 раза O_3 или, что одно и тоже, 3 пая сѣры и 9 паевъ кислорода.

Если химическое соединеніе состоитъ изъ двухъ сложныхъ тѣлъ, то въ формулѣ ихъ послѣднія обыкновенно отдѣляются точкою:

$PbO. H_2O$ = соединеніе окиси свинца съ водою.
$CaO. CO_2$ = соединеніе извести съ углекислотою.
$KO. SO_3$ = соединеніе кали съ сѣрною кислотою.
$Al_2O_3. 3SO_3$ = соединеніе глинозема съ 3 паями сѣрной кислоты.

Однако очень часто точка не ставится.

Двойное соединеніе двухъ сложныхъ тѣлъ отдѣляется знакомъ +, напр.:

$$KO. SO_3 + Al_2O_3. 3SO_3 = \text{квасцы.}$$

При разборѣ этой формулы, мы находимъ, что квасцы состоятъ изъ четырехъ простыхъ тѣлъ, а именно изъ калія, кислорода, сѣры и глинія, представляемыхъ въ формулѣ знаками K, S, O и Al; слѣдовательно квасцы четверное соединеніе, въ составъ котораго входятъ сѣра, калій, глиній и кислородъ. По этой формулѣ съ помощью таблицы, помѣщенной

въ § 7, стр. 13, легко высчитать относительный вѣсъ каждой изъ составныхъ частей квасцовъ. Въ нихъ содержится:

1 пай калія	=	K	=	39
2 пая глинія	=	Al_2	= 2 × 13 =	26
4 пая сѣры	=	4 S	= 4 × 16 =	64
16 паевъ кислорода	=	16 O	= 16 × 8 =	128
1 пай квасцовъ			=	257

Такимъ образомъ въ 257 частяхъ по вѣсу квасцовъ заключаются 39 ч. калія, 26 ч. глинія, 64 ч. сѣры и 128 ч. кислорода.

§ 20. *Общія свойства химическихъ соединеній.* Химическихъ соединеній чрезвѣчайно много, и всѣ они представляютъ такое разнообразіе въ свойствахъ своихъ, что изъ нѣсколькихъ тысячъ соединеній едва ли найдется два, которыя были бы совершенно одинаковаго цвѣта и формы или имѣли бы одинаковую степень плотности, растворимости и т. д. Но тѣмъ не менѣе по извѣстнымъ признакамъ (по вкусу и отношенію къ нѣкоторымъ растительнымъ краскамъ) всѣ химическія соединенія можно раздѣлить на три главныя группы: на *кислоты*, *щелочи* и *соли:*

Кислотами называютъ всѣ тѣ химическія соединенія, которыя имѣютъ болѣе или менѣе кислый вкусъ и отъ дѣйствія которыхъ *синій* цвѣтъ растительныхъ веществъ превращается въ *красный*.

Щелочами или *основаніями* называются химическія соединенія, которыя имѣютъ щелочный вкусъ и отъ которыхъ *синій растительный* цвѣтъ превращается въ *зеленый*.

Солями называются соединенія щелочей съ кислотами, которыя имѣютъ другъ къ другу сильное сродство и отъ которыхъ соли отличаются тѣмъ, что не имѣютъ ни вкуса щелочей, ни вкуса кислотъ и не измѣняютъ цвѣтъ растительныхъ веществъ, почему ихъ называютъ также *средними*, *нейтральными* или *индифферентными тѣлами*.

Впрочемъ не всѣ кислоты въ одинаковой степени обладаютъ указанными нами характеристическими свойствами. Нѣкоторыя изъ нихъ до того кислы, что доходятъ до ѣдкости, и потому дѣйствуютъ разрушительно какъ яды, напр. сѣрная кислота, азотная и соляная. Другія же, напротивъ, имѣютъ пріятный кисловатый вкусъ, какъ напр. уксусная и лимонная кислоты, которыя по этому часто употребляются даже для приправы кушанья. У нѣкоторыхъ, какъ напр. у угольной кислоты, кислый вкусъ едва бываетъ слышенъ; а кремневая кислота напр. вовсе не имѣетъ вкуса.

Тоже самое можно сказать и о щелочахъ: напр. кали и натръ чрезвычайно ѣдки и, даже будучи растворены въ большомъ количествѣ воды, продолжаютъ отзываться сильнымъ вкусомъ щелочи; горькоземъ, глиноземъ, окись желѣза и др., напротивъ того совершенно безвкусны.—Однако кислоты и щелочи только тогда не имѣютъ никакого вкуса, когда онѣ нерастворимы въ водѣ.

Кислоты и щелочи называются крѣпкими или слабыми, смотря по тому, въ какой степени въ нихъ обнаруживаются упомянутыя свойства. Щелочи и кислоты производятъ совершенно противоположныя дѣйствія, или лучше сказать однѣ изъ нихъ уничтожаютъ дѣйствія другихъ. Такъ напр. отъ дѣйствія кислоты, синій цвѣтъ растительныхъ веществъ, какъ мы уже сказали, превращается въ красный; отъ дѣйствія же щелочи онъ опять возстановляется. Вкусъ ихъ также утрачивается при взаимномъ дѣйствіи ихъ другъ на друга.

Для опытовъ надъ кислымъ, щелочнымъ и среднимъ свойствами химическихъ соединеній можно употреблять синіе соки фіалки, шпажника и др. Однако должно замѣтить, что нѣкоторыя растительныя краски не измѣняются отъ дѣйствія кислотъ и щелочей, напр. синій цвѣтъ индиго и зеленый цвѣтъ листьевъ.

Для опредѣленія кислаго, щелочнаго или средняго свойства

растворовъ, химики употребляютъ полоски бумаги, окрашенной въ синій или красный цвѣтъ. Такая бумага называется *реактивною*.

Соли, какъ мы уже сказали, называются средними, потому что входящія въ составъ ихъ кислоты и щелочи утрачиваютъ свои свойства. Кромѣ того онѣ выказываютъ очень мало наклонности къ соединенію съ другими тѣлами. Но есть также много химическихъ соединеній, которыя, не будучи солями, все-таки обладаютъ всѣми свойствами солей, какъ напр. вода, сахаръ, винный спиртъ и пр.

§ 21. Мы изложили самыя главныя понятія, которыя необходимы для уразумѣнія химическихъ явленій. Дальнѣйшія подробности химическихъ законовъ и теорій лучше изучать тогда, когда учащіеся уже пріобрѣли точныя познанія о химическихъ соединеніяхъ. Поэтому прежде, чѣмъ перейти къ разсмотрѣнію послѣднихъ, скажемъ нѣсколько словъ о всѣхъ вообще тѣлахъ, находящихся въ природѣ:

Земля и вся окружающая ее атмосфера образуютъ одно связное цѣлое, состоящее изъ извѣстнаго числа простыхъ веществъ. Послѣднія заключаются въ нихъ въ весьма различныхъ количествахъ и большею частью въ видѣ разныхъ соединеній, и такимъ образомъ входятъ въ составъ всѣхъ предметовъ земнаго шара. Подобно тому, какъ изъ немногихъ знаковъ алфавита составляется громадное множество словъ разныхъ языковъ, такъ въ природѣ изъ простыхъ тѣлъ образуются различныя группы химическихъ соединеній, представляющихъ все, что только существуетъ матеріальнаго въ нашемъ мірѣ.

Въ природѣ ни одно вещество, ни одна малѣйшая частица его никогда не утрачиваетъ своего существованія. Когда напр. дерево сгараетъ, то при этомъ измѣняется только форма составныхъ частей его, которыя, разлагаясь и превращаясь въ газы, образуютъ новыя соединенія, но никогда не уничтожаются и не исчезаютъ съ лица земли, а продолжаютъ существо-

вать въ воздухѣ, хотя невидимо для нашихъ глазъ. Притомъ же газы, образовавшіеся при сгараніи дерева, опять могутъ перейти въ твердое состояніе, какъ это увидимъ при изложеніи питанія растеній.

Подобно тому, какъ мы не можемъ *уничтожить* ни малѣйшей частицы матеріи, такъ точно не можемъ мы искуственно произвести или *создать* ни одной, даже самой ничтожной пылинки. Слѣдовательно, если мы говоримъ о *приготовленіи* какого либо тѣла, то подъ этимъ разумѣется только добываніе его изъ какого нибудь химическаго соединенія, въ которомъ оно содержится, или производство его изъ извѣстныхъ существующихъ уже составныхъ частей.

Частичка сѣры, напр., вѣчно останется сѣрою, и при химическомъ соединеніи ея съ другими веществами она только принимаетъ другой видъ и другія свойства, а потому намъ и кажется, что она исчезла. Но когда ее освобождаютъ изъ этого соединенія, она тотчасъ же является со всѣми своими первоначальными признаками.

§ 22. *Раздѣленіе химіи.* Химія раздѣляется на *неорганическую* и *органическую*. Въ неорганической химіи разсматриваются простыя тѣла и ихъ различныя соединенія, изъ которыхъ нѣкоторыя находятся самородными въ минеральномъ царствѣ, а другія приготовляются искуственно изъ простыхъ веществъ.

Органическая же химія обнимаетъ всѣ тѣ химическія соединенія, которыя находятся готовыми въ растительныхъ и животныхъ организмахъ или добываются изъ послѣднихъ.

Должно однакожъ замѣтить, что этого раздѣленія нельзя со всею строгостью примѣнить во всей области химической науки, потому что есть соединенія, которыя могутъ быть отнесены какъ къ тому, такъ и къ другому разряду тѣлъ.

Въ нашемъ сочиненіи мы разсмотримъ всѣ химическія тѣла въ слѣдующемъ порядкѣ:

I. *Неорганическая химія.*

1. Металлоиды.
2. Металлы.

a. Легкіе металлы.
b. Тяжелые металлы.

Прибавленіе.

Электрохимическія явленія.
Химическое дѣйствіе свѣта.

II. *Органическая химія.*

1. Органаческія кислоты.
2. Алкоголи или спирты.
3. Органическія щелочи или основанія.
4. Среднія или индиферентныя соединенія.

Прибавленіе.

Самопроизвольное разложеніе.
Сухая перегонка.

I. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМІЯ.

§ 23. Въ этой части химіи мы разсмотримъ простыя тѣла, нахожденіе ихъ въ природѣ, способы ихъ добыванія, свойства и отношенія ихъ къ другимъ тѣламъ, а также различныя образующіяся изъ нихъ соединенія. Изъ послѣднихъ мы опишемъ преимущественно тѣ, которыя находятъ примѣненіе въ промышленности, художествахъ и медицинѣ. У нѣкоторыхъ выставимъ даже цѣну, хотя она не всегда бываетъ одинакова. При этомъ таможенный фунтъ мы считаемъ въ 500 граммовъ и центнеръ въ 100 фунтовъ.

§ 24. Изъ наружныхъ признаковъ веществъ въ особенности заслуживаетъ вниманія *кристаллическая форма* ихъ. Хотя кристаллическія тѣла встрѣчаются въ весьма разнообразныхъ видахъ, однако ихъ всегда можно подвести подъ общія основныя формы, и каждое кристаллическое вещество является всегда только въ извѣстной основной формѣ. Вслѣдствіе того возникла даже особенная наука о кристаллическихъ формахъ, такъ называемая *кристаллографія*, которую мы подробно изложимъ въ минералогіи. Здѣсь же замѣтимъ только, что тѣло называется *кристаллизованнымъ*, когда оно представляетъ видъ ясныхъ, геометрически опредѣленныхъ и правильныхъ кристалловъ, какъ это мы видимъ напр. въ поваренной соли и леденцѣ, а *кристаллическимъ*, когда оно состоитъ изъ не вполнѣ образовавшихся кристалловъ, какъ напр. мраморъ и полурафинадъ. Другія же тѣла не представляютъ въ своемъ строеніи ни малѣйшаго слѣда правильности и потому называются *безформенными*, *аморфными* или *некристаллическими*, какъ напр. стекло, въ которомъ не видно никакихъ слѣдовъ кристаллизаціи. Нѣкоторымъ

тѣламъ мы можемъ по произволу придавать ту или другую изъ упомянутыхъ формъ; такъ напр. сѣру можно обратить въ кристаллизованную и кристаллическую, равно и въ безформенную массу.

§ 25. Для полученія химическаго соединенія весьма часто нужно предварительно разлагать извѣстныя тѣла, послѣ чего составныя части ихъ образуютъ другія, новыя соединенія. Такъ напр. для приготовленія газообразной соляной кислоты $=ClH$ берутъ 1 пай поваренной соли $=NaCl$, наливаютъ на нее 1 пай водной сѣрной кислоты $=SO_3HO$ и потомъ всю эту смѣсь подвергаютъ перегонкѣ. При этомъ разлагается какъ поваренная соль, такъ и водная сѣрная кислота, и изъ составныхъ частей ихъ образуются новыя соединенія, а именно соляная кислота $=ClH$ и сѣрнокислый натръ $=NaOSO_3$. Весь этотъ процессъ разложенія и соединенія выражается химическими формулами:

Взятый матеріалъ:			*Продукты разложенія и соединенія:*	
Поваренная соль.	Сѣрн. кислота.		Соляная кислота.	Сѣрнок. натръ.
$NaCl$	SO_3HO	$=$	ClH	$NaOSO_3$

т. е. Cl поваренной соли, соединяясь съ H сѣрной кислоты, образуетъ ClH (соляную кислоту), а Na поваренной соли соединяется съ SO_3O сѣрной кислоты и образовалъ $NaOSO_3$ (сѣрнокислый натръ).

1. Металлоиды или неметаллическія тѣла.

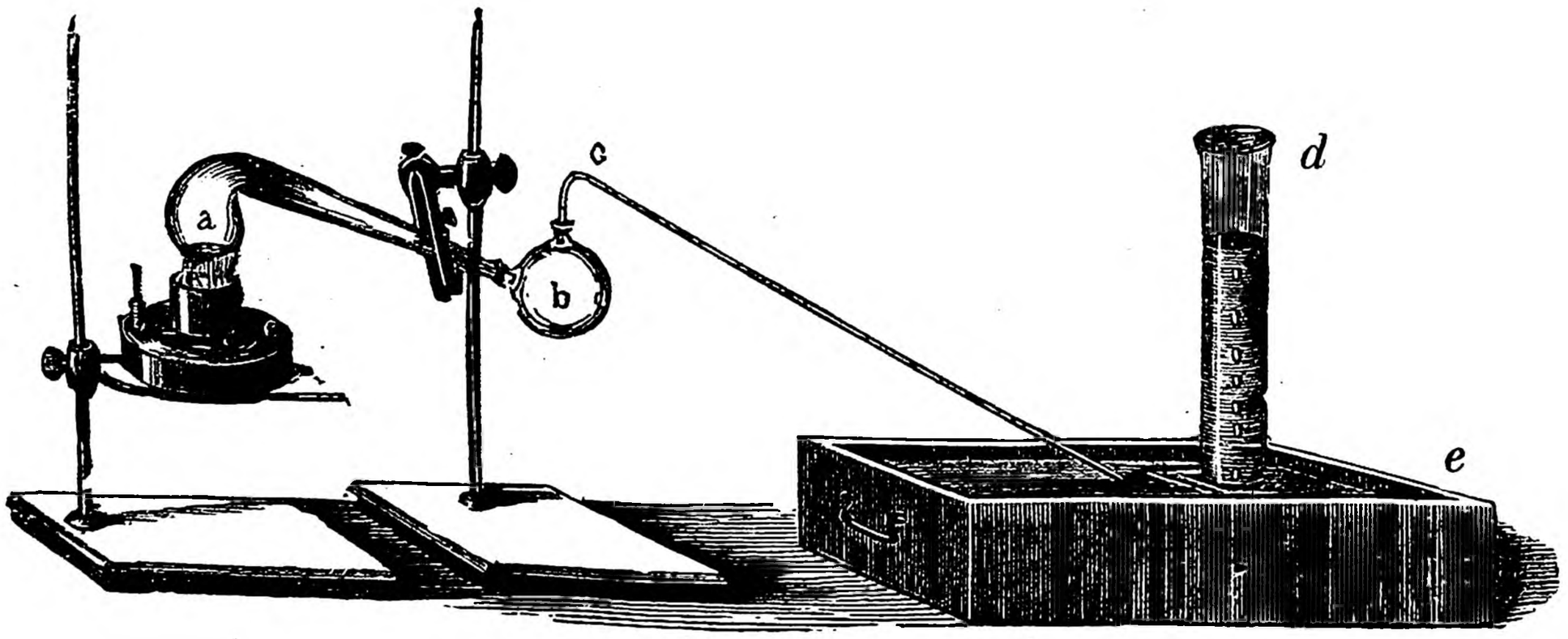
1. *Кислородъ.*

Oxygenium O=8; удѣльный вѣсъ =1,1056; 1 литръ (=1000 куб. сантиметрамъ) вѣситъ 1,43028 граммовъ; открытъ въ 1774 г. Пристлеемъ и Шэлемъ.

§ 26. Въ природѣ вездѣ много кислорода, но нигдѣ его не находятъ въ совершенно чистомъ или свободномъ состояніи, по-

тому что онъ всегда встрѣчается въ соединеніи съ другими тѣлами. Такъ напр. въ перекиси марганца (который часто встрѣчается въ природѣ и который состоитъ изъ марганца и кислорода $=MnO_2$) его содержится два пая, а потому этотъ минералъ часто употребляется для добыванія кислорода; для этого перекись марганца стоитъ только накалить до красна, и изъ него выдѣлится половина заключающагося въ немъ кислорода. Однако изъ другихъ соединеній, содержащихъ кислородъ, этотъ газъ добывается въ болѣе чистомъ видѣ и гораздо удобнѣе: Если въ маленькой ретортѣ *a* (рис. 1) станемъ нагрѣвать окись ртути ($=HgO$), то это соединеніе разложится на свои составныя части, причемъ ртуть соберется въ пріемникѣ (колбѣ) *b*, а кислородъ пройдетъ черезъ трубку *c* и проникнетъ въ цилиндръ *d*, который наполненъ водою, и открытымъ концемъ своимъ опрокинутъ въ сосудъ *e* съ водою. Каждый пузырекъ газа, проникающій въ цилиндръ *d*, вытѣсняетъ изъ него соотвѣтствующее количество воды, и это продолжается до тѣхъ поръ, пока весь цилиндръ не наполнится кислороднымъ газомъ. Подобные приборы вообще употребляются для добыванія газовъ.

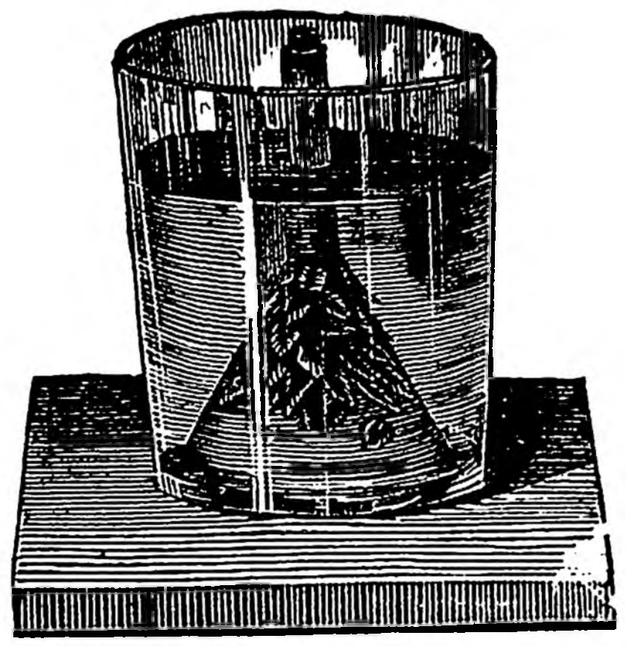
Рис. 1.



Теперь кислородъ большею частью добывается изъ хлорокислаго кали $=KOClO_5$, которое, какъ видно изъ его формулы, содержитъ въ себѣ шесть паевъ кислорода и которое отъ дѣйствія жара легко разлагается.

Всѣ зеленыя части растеній, подъ вліяніемъ солнечнаго свѣта, выдѣляютъ кислородъ. Если свѣжіе листья накрыть замкнутою стекляною воронкою, наполненною водою (рис. 2), и приборъ этотъ поставить на солнце, то на поверхности воды начнутъ показываться пузырьки: это кислородъ. Даже въ самыхъ мелкихъ растеніяхъ, которыя прежде принимались за наливочныхъ животныхъ, замѣчали отдѣленіе кислорода.

Рис. 2.

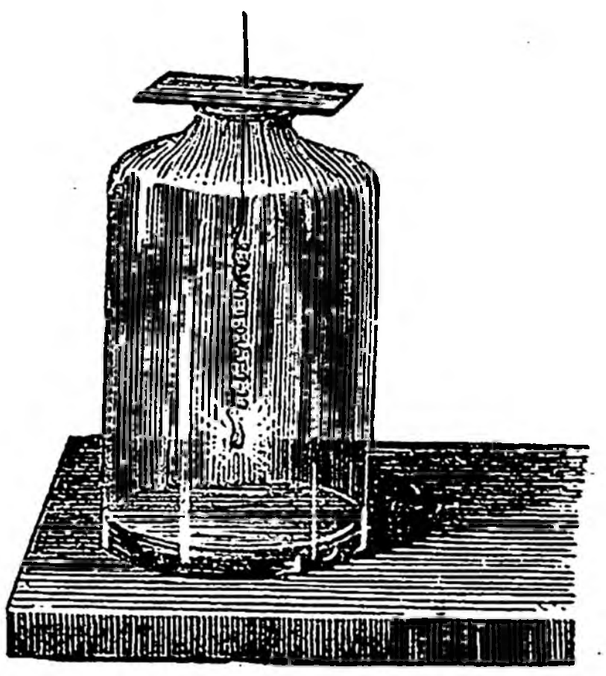


Кислородъ представляетъ газъ, который, подобно окружающему насъ воздуху, не имѣетъ ни запаха, ни цвѣта. Отъ послѣдняго онъ однакожъ легко отличается тѣмъ, что зажженныя тѣла въ немъ быстро сгараютъ. Если напр. погасшую, но еще тлѣющую лучинку опускаютъ въ цилиндръ, наполненный кислородомъ, то она тотчасъ же опять воспламеняется яркимъ пламенемъ и быстро сгараетъ. Фосфоръ горитъ въ кислородѣ ослѣпительно яркимъ блескомъ, а сѣра голубымъ пламенемъ. Осколки угля и тоненькія винтообразно свернутыя пластинки стали, когда одинъ конецъ ихъ накаливаютъ и затѣмъ погружаютъ въ сосудъ съ кислородомъ, сгараютъ совершенно, разбрасывая вокругъ себя яркія искры (рис. 3 и 4).

Рис. 3.



Рис. 4.



Эти явленія зависятъ отъ сильнаго сродства кислорода къ

приведеннымъ веществамъ, потому что самый процессъ горѣнія происходитъ отъ соединенія горящаго тѣла съ кислородомъ; и дѣйствительно, уголь, сгарая въ кислородѣ, образуетъ угольную кислоту, CO_2 (т. е. соединеніе углерода съ кислородомъ), сѣра—сѣрноватую кислоту, SO_2, фосфоръ—фосфорную кислоту, PO_5, а стальныя пластинки—окись желѣза, Fe_2O_3.

Кислородъ распространенъ въ природѣ въ весьма большомъ количествѣ: почти всѣ минералы содержатъ въ себѣ болѣе или менѣе этого газа; во всѣхъ растительныхъ и животныхъ веществахъ его находится отъ 30 до 50 процентовъ всей массы; въ составъ воды входитъ $^8/_9$ частей его по вѣсу, а въ воздухѣ его содержится $^1/_5$ по объему. Судя по такому распространенію его въ природѣ, можно приблизительно принять, что онъ составляетъ третью часть всего существующаго на земномъ шарѣ.

Изъ этого можно заключить, что всѣ находящіяся въ воздухѣ вещества подвержены вліянію кислорода, который, вслѣдствіе своего сродства къ большей части тѣлъ, стремится къ соединенію съ такими веществами, которыя или вовсе не содержатъ его, или по крайней мѣрѣ содержатъ его весьма немного. Оттого газъ этотъ бываетъ причиною многихъ химическихъ явленій, совершающихся въ природѣ. При особенно благопріятныхъ обстоятельствахъ химическое соединеніе кислорода съ другими тѣлами совершается съ такою силою, что при этомъ развивается очень много теплоты и затѣмъ также свѣтъ, т. е. происходитъ явленіе, извѣстное подъ названіемъ *горѣнія*. Въ большей же части случаевъ, соединенія съ кислородомъ совершаются медленно, постепенно и безъ образованія пламени; а хотя и при этомъ также развивается теплота, но такая незначительная, что явленіе это проходитъ незамѣченнымъ. Ржавчина, образующаяся на желѣзѣ, мѣдянка, появляющаяся на мѣди, броженіе, гніеніе, тлѣніе, вывѣтриваніе, дыханіе у людей и животныхъ—все это такія явленія, ближайшая причина которыхъ заключается въ кислородѣ, потому что всѣ они происходятъ вслѣдствіе новыхъ

соединеній этого газа, безъ котораго они не могли бы произойти; точно также ни дерево, ни другія горючія тѣла не могли бы горѣть въ воздухѣ, если бы въ немъ не содержалось извѣстное количество кислорода.

§ 27. Соединеніе какого либо тѣла съ кислородомъ называется *окисленіемъ* его, а соединенное съ кислородомъ тѣло—*окисью*. Такъ какъ тѣла соединяются съ кислородомъ въ разныхъ отношеніяхъ вѣса, то бываютъ и разныя степени окисленія, изъ которыхъ каждая имѣетъ свое особенное названіе.

Прежде полагали, будто всѣ тѣла кислыхъ свойствъ обязаны своимъ существованіемъ кислороду, и на основаніи этого мнѣнія онъ получилъ свое названіе, которое однакожъ утратило свое значеніе съ тѣхъ поръ, какъ нашли, что есть очень крѣпкія кислоты, въ которыхъ вовсе нѣтъ кислорода, и что газъ этотъ съ металлами образуетъ щелочи, имѣющія свойства, совершенно противоположныя кислотамъ.

Металлоиды, въ соединеніи съ кислородомъ, образуютъ преимущественно *кислоты*, а металлы—*щелочи*. Всякое же простое вещество, соединенное съ кислородомъ, называется *радикаломъ* или *началомъ*; такъ напр. сѣра называется радикаломъ сѣрной кислоты, SO_3.

Въ слѣдующей таблицѣ читатель легко можетъ обозрѣть общія свойства главныхъ соединеній кислорода:

I. Кислоты.

а. *Низшая степень окисленія.*

Названія.	Формулы.	Общія свойства.
Сѣрнистая кислота .	S_2O_2 или SO	Слабыя кислоты; соединенія ихъ съ другими тѣлами разлагаются отъ дѣйствія на нихъ кислотъ слѣдующей степени; онѣ притягиваютъ къ себѣ кислородъ воздуха и превращаются при этомъ въ кислоты слѣдующей степени окисленія.
Сѣрноватая кислота .	SO_2	
Азотистая кислота .	NO_3	
Хлористая кислота .	ClO_3	
Фосфористая кислота	PO_3	

b. *Средняя степень окисленія.*

Сѣрноватистая кислота. . .	S_2O_5	Крѣпкія кислоты, большею частью ѣдкія; измѣняются на воздухѣ; отъ дѣйствія жара онѣ разлагаются на кислородъ и слабыя кислоты.
Сѣрная кислота	SO_3	
Азотная кислота.	NO_5	
Хлорная кислота.	ClO_5	
Фосфорная кислота	PO_5	
Марганцовистая кислота . .	MnO_3	

c. *Высшая степень окисленія.*

Перекислая хлорная кислота	ClO_7	Слабѣе предыдущихъ кислстъ; отъ жара разлагаются на кислородъ и слабыя кислоты.
Марганцовая кислота . . .	Mn_2O_7	

II. Щелочи.

d. *Закиси и недокиси.*

Названія.	Формулы.	Общія свойства.
Недокись свинца. . .	Pb_2O	Слабыя щелочи; выдѣляются изъ своихъ соединеній при дѣйствіи на нихъ окисей; сильно поглощаютъ кислородъ воздуха и превращаются въ окиси.
Закись желѣза. . . .	FeO	
Закись марганца. . .	MnO	
Закись ртути . . .	Hg_2O	

e. *Окиси.*

Закись съ окисью желѣза	Fe_3O_4	Крѣпкія щелочи, большею частью ѣдкія; подъ вліяніемъ воздуха не переходятъ въ высшую степень окисленія. Окиси тяжелыхъ металловъ нерастворимы въ водѣ.
Окись желѣза	Fe_2O_3	
Окись марганца	Mn_2O_3	
Окись мѣди	CuO	
Окись свинца	PbO	
Окись ртути	HgO	
Окись калія (кали) . .	KO	
Окись натрія (натръ) .	NaO	

f. *Перекиси.*

Перекись марганца	MnO_2	Не имѣютъ ни щелочныхъ, ни кислыхъ свойствъ; отъ нагрѣванія разлагаются на кислородъ и окиси.
Перекись свинца	PbO_2	

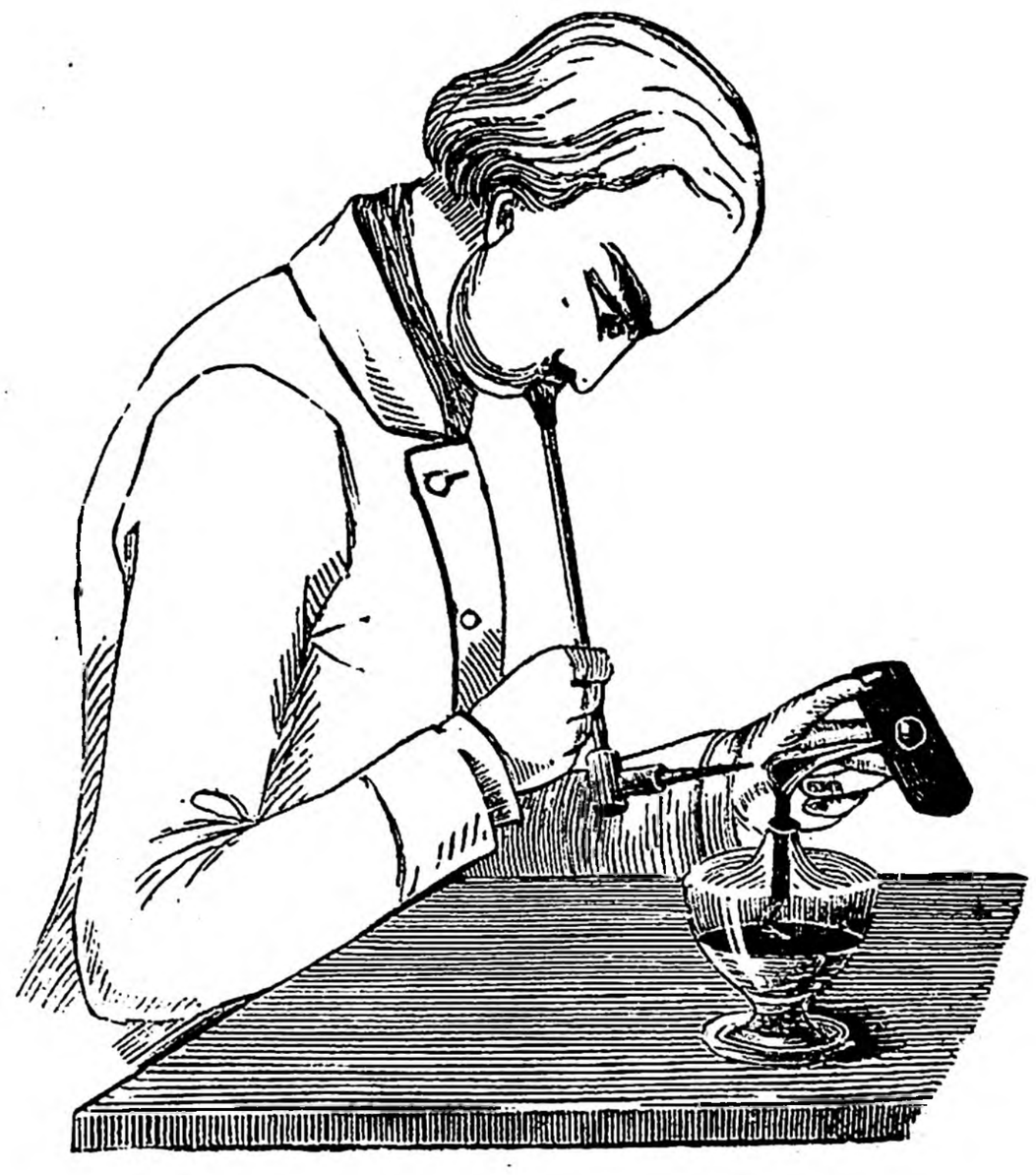
§ 28. Хотя отъ соединенія металлоидовъ съ кислородомъ преимущественно образуются кислоты, однакожъ нѣкоторыя нисшія степени соединенія не оказываются ни кислыми, ни щелочными, напр. вода, **HO**, окись азота, **NO**, окись углерода, **CO**, и др. Съ другой стороны мы находимъ, что между тѣмъ какъ большая часть металлическихъ окисей образуетъ щелочи, нѣкоторыя высшія степени окисленія ихъ обладаютъ всѣми свойствами кислотъ, напр. марганцовистая кислота, MnO_3, хромовая кислота, CrO_3, сюрьмянная кислота, SbO_5, и т. д.

Крѣпость кислотъ отнюдь не обусловливается количествомъ содержащагося въ нихъ кислорода; напр. сѣрная кислота гораздо крѣпче азотной, не смотря на то, что въ первой содержится только 3 пая кислорода, а въ послѣдней 5 паевъ.

§ 29. Кислородъ играетъ весьма важную роль при *дыханіи* и *горѣніи*.

Какъ человѣкъ, такъ и животныя дыханіемъ своимъ извлекаютъ изъ воздуха извѣстное количество кислорода, необходимаго для кровотворенія; оттого въ воздухѣ, не заключающемъ въ себѣ кислорода, и люди, и животныя задыхаются въ нѣсколько мгновеній.

Рис. 5.



Сгарающее тѣло также вбираетъ въ себя кислородъ воздуха, и потому въ такихъ случаяхъ, гдѣ нужно способствовать горѣнію, всегда стараются облегчить доступъ воздуха. Это достигается придуваніемъ воздуха, въ маломъ размѣрѣ, посредствомъ паяльной трубки

(рис. 5), а въ большомъ размѣрѣ посредствомъ раздувальныхъ мѣховъ и другихъ снарядовъ. Но какъ пламя, такъ и жаръ всего болѣе усиливается, когда въ него пускаютъ чистый кислородъ, что производится или мѣхами (рис. 6) или газометромъ (рис. 7), къ которымъ придѣлана трубочка съ острымъ концемъ, черезъ которую газъ пускается въ пламя горящаго тѣла, напр. виннаго спирта. Въ такомъ пламени плавятся даже самыя твердыя и трудно плавкія тѣла, напр. платиновая проволока; стальная проволока быстро сгараетъ въ немъ, разбрасывая вокругъ себя прекрасныя искры.

Рис. 6.

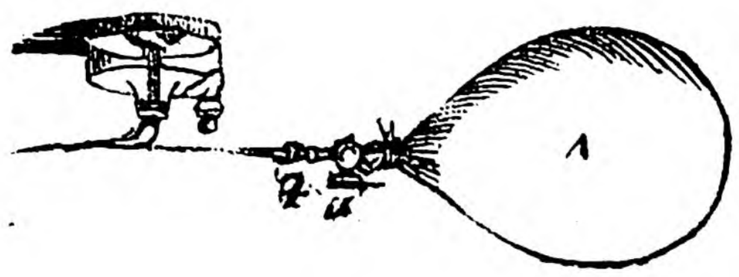
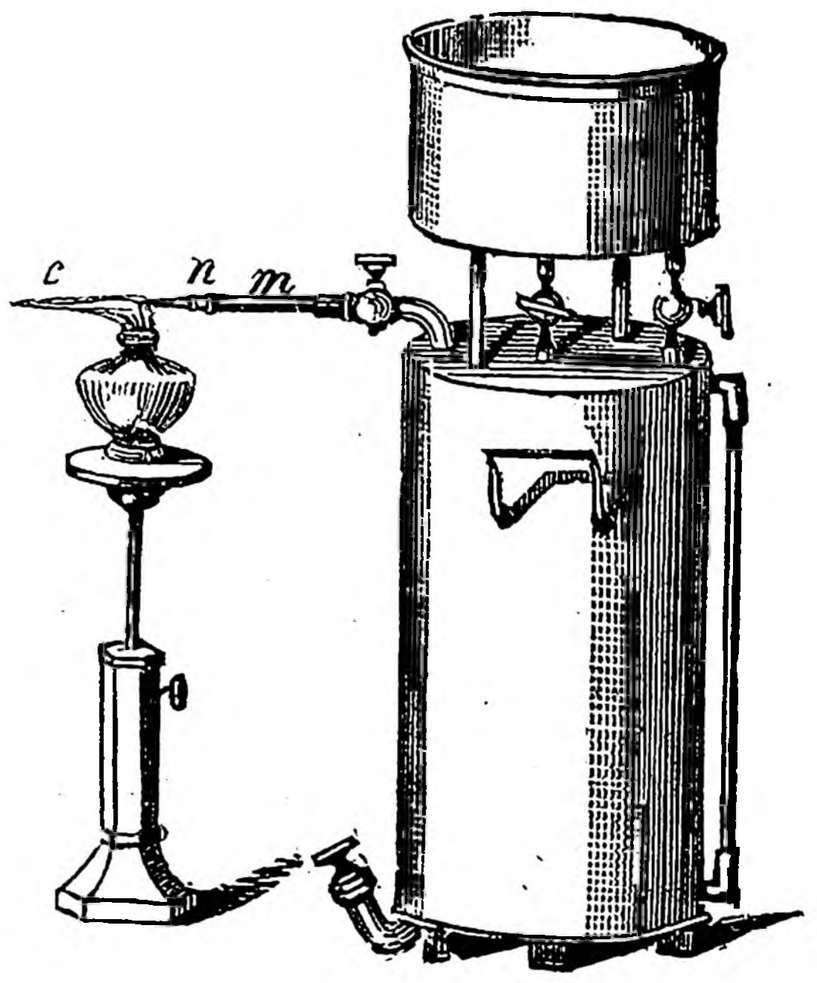


Рис. 7.



§ 30. *Озонъ*. Когда въ бутылку, наполненную кислородомъ, пропускаютъ въ теченіе нѣкотораго времени сильныя электрическія искры, то газъ этотъ получаетъ такой же запахъ, какой распространяется около электрической машины въ то время, когда она приводится въ движеніе. Кромѣ того кислородъ пріобрѣтаетъ еще другія свойства: онъ напр. сильнѣе окисляетъ металлы и даже серебро; черный сѣрнистый свинецъ, **PbS**, превращаетъ онъ въ сѣрнокислую окись свинца, а индиго и другія растительныя краски отъ него линяютъ. Но всего поразительнѣе дѣйствіе такого кислорода на смѣсь іодистаго потассія съ крахмаломъ, потому что намазанныя ею полоски бумаги отъ прикосновенія къ этому газу тотчасъ же окрашиваются въ темно-фіолетовый цвѣтъ. Всѣ эти дѣйствія приписываютъ особенному веществу, образующемуся будто бы въ кислородѣ, и которому

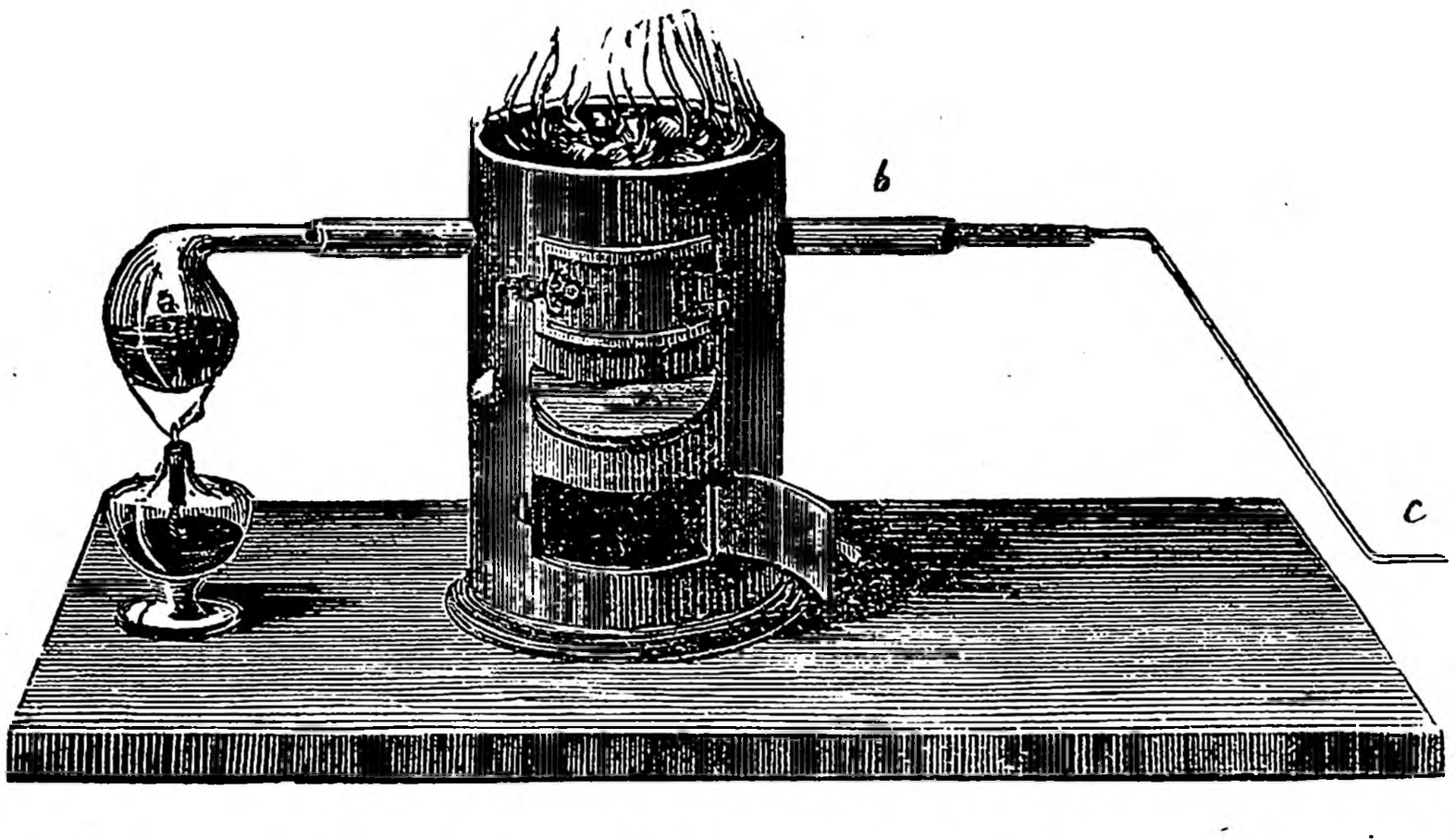
дали названіе *озона*. Это самое вещество образуется также, когда медленною струею проводятъ воздухъ надъ фосфоромъ. Однако при всѣхъ этихъ способахъ его получается всегда только очень незначительное количество, и потому настоящія свойства его еще неизвѣстны. Многіе полагаютъ, что озонъ есть тотъ же кислородъ, но только съ бо̀льшимъ сродствомъ.

2. *Водородъ.*

Hydrogenium; H=1; уд. вѣсъ 0,0692; 1 литръ вѣситъ 0,0896 грам.; открытъ въ 1766 г. Кавендишомъ. Названіе свое получилъ онъ оттого, что входитъ въ составъ воды.

§ 31. Хотя водородъ распространенъ въ природѣ въ значительномъ количествѣ, но нигдѣ не встрѣчаютъ его въ свободномъ состояніи. Большею частью онъ находится въ соединеніи съ кислородомъ, съ которымъ образуетъ воду, HO, заключающуюся, какъ извѣстно, во всѣхъ тѣлахъ. Водородъ добывается

Рис. 8.

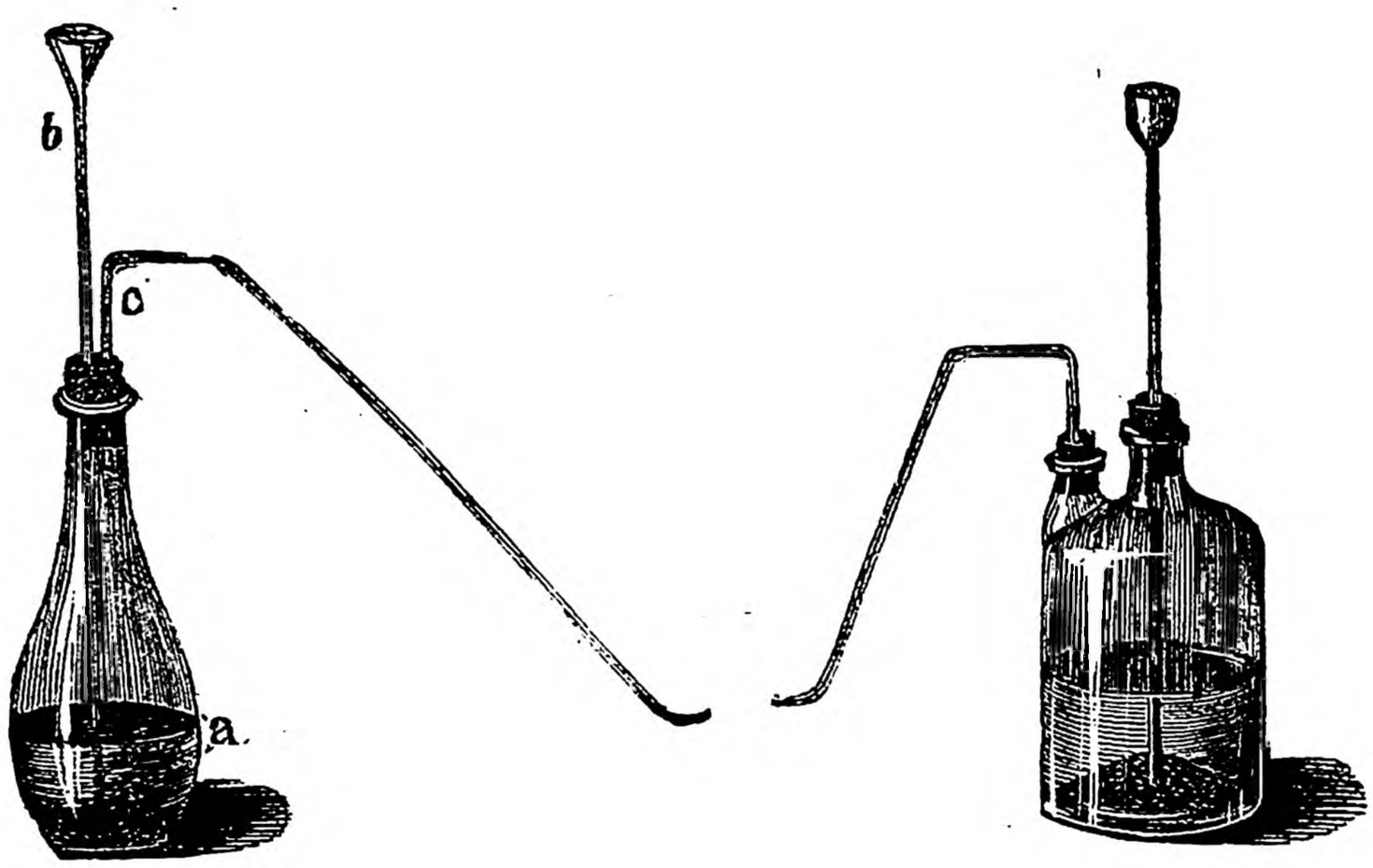


разложеніемъ воды слѣдующимъ образомъ: Въ реторту *a* (рис. 8) наливаютъ воду, и затѣмъ нагрѣваютъ ее; при этомъ развивающіеся пары проходятъ въ стеклянную трубку *b*, наполненную раскаленными желѣзными гвоздиками, которые соединяются съ кислородомъ водяныхъ паровъ и образуютъ окись желѣза

(Fe_2O_3), между тѣмъ какъ водородъ освобождается и выходитъ черезъ трубку *c*, гдѣ его собираютъ такимъ же образомъ какъ и кислородъ (см. § 26).

Болѣе удобный и слѣдовательно болѣе употребительный способъ добыванія водорода слѣдующій: Въ стклянку, устроенную

Рис. 9 Рис. 10.



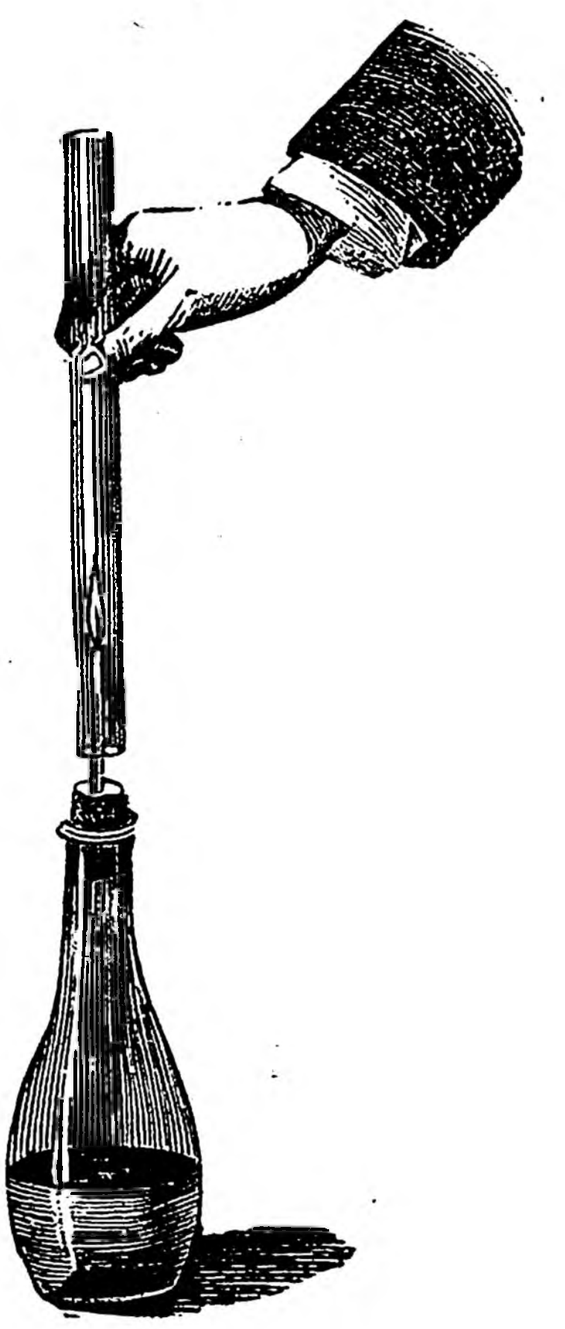
какъ показано на рисункѣ 9 или 10 кладутъ маленькіе куски цинка и затѣмъ наливаютъ воду, смѣшанную съ небольшимъ количествомъ сѣрной кислоты. Тогда въ этой смѣси произойдетъ химическое разложеніе: водородъ отдѣлится въ видѣ газа черезъ трубку *c*, а въ стклянкѣ *a* останется образовавшаяся сѣрнокислая окись цинка:

Матеріалъ.				*Продукты.*	
Вода.	Сѣрная кислота.	Цинкъ.		Водородъ.	Сѣрнокисл. окись цинка.
HO	SO_3	Z	=	H	SO_3ZO

Водородъ газъ безцвѣтный, не имѣющій никакого запаха; это самое легкое изъ всѣхъ простыхъ тѣлъ: онъ въ $14^1/_2$ разъ легче атмосфернаго воздуха, и потому наполненные имъ шары подымаются на воздухъ. По этому имъ сначала пользовались для наполненія воздушныхъ шаровъ, но теперь его замѣняютъ свѣтильнымъ газомъ, который гораздо дешевле водороднаго.

Водородъ, приходя въ прикосновеніе съ раскаленнымъ или горящимъ тѣломъ, воспламеняется и развиваетъ сильный жаръ, хотя самъ горитъ слабымъ свѣтомъ; при этомъ онъ соединяется съ кислородомъ воздуха и образуетъ воду. Если надъ пламенемъ водорода держать стеклянную трубочку (рис. 11), то въ ней происходитъ особенный, пронзительный звукъ, отчего ее и называютъ *химическою гармоникою*.

Рис. 11.



Въ промышленности водородъ не находитъ никакого примѣненія. Иногда только его употребляютъ для усиленія жара, потому что, если напр. на раскаленные уголья налить воды, то послѣдняя при этомъ разложится, кислородъ ея соединится съ углемъ, а освободившійся водородъ сгоритъ и тѣмъ самымъ усилитъ жаръ огня.

Если водородъ привести въ соприкосновеніе съ металлическими окисями, напр. съ окисью мѣди, CuO, то онъ соединится съ кислородомъ послѣдней и образуетъ воду, которая тутъ же обратится въ пары, такъ что изъ окиси мѣди останется только чистый металлъ. По этому водородъ часто употребляется химиками для отдѣленія кислорода изъ основаній (окисей металловъ) и для возстановленія металловъ въ ихъ чистомъ видѣ; этотъ процессъ называется *раскисленіемъ*, т. е. удаленіемъ кислорода.

§ 32. *Соединенія водорода.* Водородъ соединяется преимущественно съ металлоидами; съ металлами же онъ образуетъ весьма немногія соединенія. Но онъ содержится во всѣхъ растительныхъ (отъ 5 до 6 процентовъ) и животныхъ веществахъ.

Съ хлоромъ, бромомъ, іодомъ, фторомъ и нѣкоторыми другими тѣлами водородъ образуетъ кислыя соединенія, называемыя *водородными кислотами*. Но самое важное соединеніе его вода, а потому разсмотримъ ее нѣсколько подробнѣе:

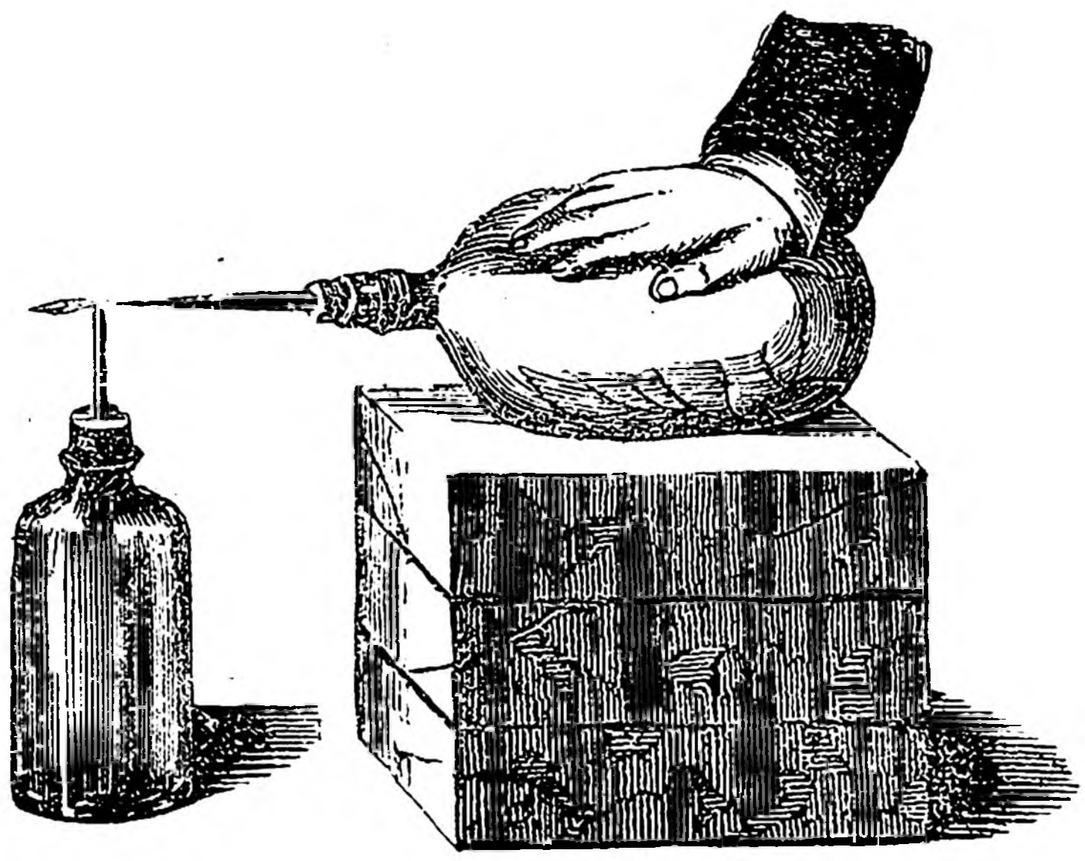
Вода.

Формула: H_2O=9; плотность=1.

Если мы одну часть по вѣсу водорода смѣшаемъ съ восемью частями кислорода или, что одно и тоже, двѣ части по объему перваго и одну часть послѣдняго, то между газами не произойдетъ соединенія. Но они тотчасъ же соединятся и образуютъ водяные пары, если мы къ смѣси ихъ прикоснемся какимъ нибудь раскаленнымъ тѣломъ. При этомъ всегда происходитъ сильный взрывъ, т. е. показывается пламя и раздается сильный трескъ, потому что водяные пары во время своего образованія чрезвычайно расширяются. Вслѣдствіе того смѣсь кислорода съ водородомъ называется *гремучимъ газомъ*, съ которымъ весьма опасно производить опыты въ большихъ размѣрахъ. При зажиганіи водорода можетъ произойти взрывъ даже отъ не очень значительной примѣси воздуха. По этому, когда хотятъ зажечь водородный газъ, вытекающій изъ трубки, всегда нужно предварительно выпустить нѣкоторое количество его, чтобы удалить заключающійся въ трубкѣ воздухъ. Однако посредствомъ особенныхъ приборовъ можно безопасно сожигать большія количества гремучаго газа и такимъ образомъ получать самую чистую воду. При сгараніи гремучаго газа развивается сильный жаръ, который по этому производитъ необыкновенное дѣйствіе. Для предупрежденія опасныхъ послѣдствій взрыва оба газа проводятъ изъ двухъ отдѣльныхъ сосудовъ въ одну трубку, которая устроена такъ, что оба газа смѣшиваются только у самаго устья ея, гдѣ они зажигаются и тотчасъ же сгараютъ. Въ такомъ пламени гремучаго газа плавятся платиновая проволока, трубочная

глина, кварцъ, известь и вообще всѣ трудно плавкія тѣла; а когда пламя обхватываетъ заостренный кусокъ мѣла, то послѣдній накаливается до бѣла и тогда отъ него распространяется ослѣпительно-яркій свѣтъ, подобный солнечному; свѣтъ этотъ, извѣстный подъ названіемъ *дрюмондова*, употребляется для искуственнаго освѣщенія солнечнаго микроскопа, туманныхъ картинъ и подаванія сигналовъ.

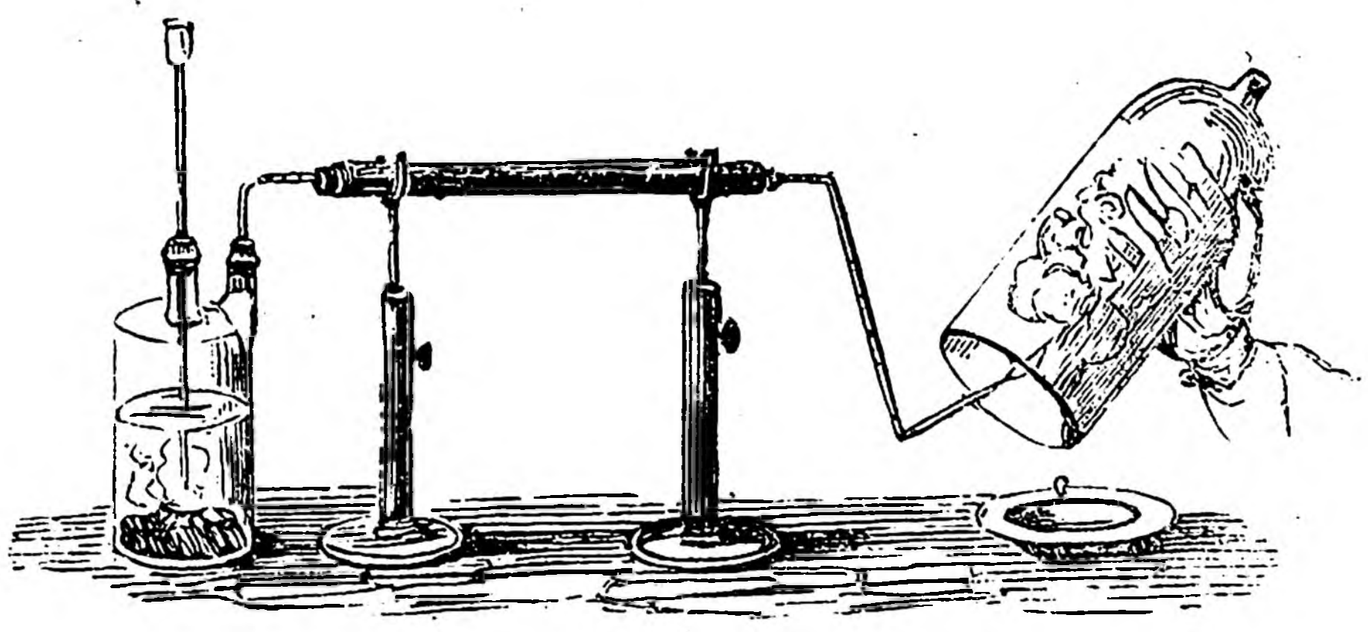
Рис. 12.



Въ 12-мъ рисункѣ указанъ очень простой способъ примѣненія гремучаго газа для опытовъ, а именно: въ пламя водорода, вытекающаго изъ стклянки, проводятъ кислородъ, заключающійся въ пузырѣ.

Въ томъ, что при сгараніи водорода дѣйствительно образуется вода, можно убѣдиться слѣдующимъ простымъ опытомъ. Изъ

Рис. 13.



стклянки (рис. 13) водородъ сперва проводятъ черезъ трубку, наполненную хлористымъ кальціемъ, который отнимаетъ у водорода всю влажность; затѣмъ у конца трубки зажигаютъ

вытекающій газъ и надъ пламенемъ держатъ стеклянный колпакъ; тогда образовавшіеся водяные пары начнутъ сгущаться и въ видѣ капель пристанутъ къ стѣнкамъ послѣдняго.

§ 33. *Свойства воды.* Хотя вода не имѣетъ ни кислыхъ, ни щелочныхъ свойствъ, но тѣмъ не менѣе она все-таки оказываетъ большое сродство ко многимъ химическимъ соединеніямъ, а въ особенности къ кислотамъ и щелочамъ. Соединенія послѣднихъ съ водою называются *гидратами*, и образованіе ихъ всегда сопровождается возвышеніемъ температуры, потому что вода при этомъ получаетъ большую плотность и слѣдовательно, согласно законамъ физики, должна освободить часть своего скрытаго теплорода (ср. физику § 155). Примѣромъ тому можетъ служить освобожденіе теплоты при смѣшеніи безводной сѣрной кислоты съ водою, или при гашеніи извести.

Кислоты гораздо чаще употребляются въ видѣ гидратовъ (напр. сѣрнокислый гидратъ, SO_3HO), чѣмъ въ безводномъ состояніи, и потому, когда говорится о кислотахъ безъ прилагательнаго «безводный», должно всегда разумѣть водныя ихъ соединенія. Подъ вліяніемъ теплоты вода не отдѣляется отъ кислотъ; ее можно отнять у нихъ только посредствомъ окисей металловъ.

Нѣкоторыя металлическія окиси, соединяясь съ водою, получаютъ совершенно другой цвѣтъ. Такъ напр. окись желѣза, Fe_2O_3, имѣетъ красный цвѣтъ, а въ видѣ гидрата, Fe_2O_3HO — желтый; у окиси мѣди, CuO, цвѣтъ черный, а у гидрата ея, $CuOHO$, синій. Отъ теплоты большая часть водныхъ окисей утрачиваетъ содержащуюся въ нихъ воду,—иныя уже при низкой температурѣ, а другія при очень высокой. Однако изъ гидратовъ окисей калія и натрія ($KOHO$ и $NaOHO$) вода не выдѣляется даже при самомъ сильномъ жарѣ.

Вода соединяется также съ солями, изъ частицъ которыхъ при этомъ образуются твердые кристаллы, вслѣдствіе чего она въ подобныхъ соединеніяхъ называется *кристаллизаціонною водою*. Изъ соединеній ея съ солями и металлическими окисями

видно, что она можетъ перейти въ твердое состояніе не только отъ дѣйствія холода, но и подъ вліяніемъ химическаго притяженія. Такимъ образомъ должно отличать *безводныя* соли отъ *водныхъ* или содержащихъ кристаллизаціонную воду. Напр. $NaOSO_3$ есть безводный сѣрнокислый натръ, а $NaOSO_3 + 10HO$—та же соль съ 10 паями воды. Однако большая часть солей подъ вліяніемъ сухаго воздуха или при температурѣ 100° Ц. утрачиваютъ свою кристаллизаціонную воду, потому что въ такомъ случаѣ водяныя частицы, соединенныя съ частицами соли, обращаются въ пары и улетучиваются; причемъ связь между частицами соли нарушается, и послѣдняя начинаетъ распадаться—это называется *распаденіемъ* или *выв'ѣтриваніемъ* кристалловъ.

§ 34. Вода обладаетъ замѣчательнымъ свойствомъ превращать многія твердыя тѣла въ жидкія, т. е., выражаясь языкомъ химиковъ, *растворять* ихъ. Но процессъ растворенія совершается не вслѣдствіе химическаго сродства, а только оттого, что вода, проникая между частицами растворимаго тѣла, нарушаетъ ихъ связь. Дѣйствительно, вещество, растворенное въ водѣ, нисколько не утрачиваетъ своихъ химическихъ свойствъ, потому что, когда его подвергаютъ нагрѣванію и тѣмъ самымъ удаляютъ изъ него воду, оно опять принимаетъ свой прежній видъ.

Когда къ раствору какого нибудь вещества прибавляютъ новое количество его и послѣднее уже болѣе не растворяется въ немъ, то онъ называется *насыщеннымъ растворомъ*. Впрочемъ, если повысить температуру насыщеннаго раствора, то въ немъ растворится еще нѣкоторое количество растворимаго вещества. Напротивъ того при пониженіи его температуры часть растворенаго вещества выдѣляется изъ него въ видѣ *кристалловъ*. Такимъ образомъ раствореніе можетъ служить средствомъ для кристаллизованія тѣлъ. Если растворенное вещество вдругъ переходитъ изъ жидкаго состоянія въ твердое, что бываетъ, напр. при быстромъ охлажденіи горячаго насыщеннаго раствора, то

оно осаждается не въ видѣ ясныхъ кристалловъ, а въ видѣ порошка. Тоже самое бываетъ когда къ жидкости прибавляютъ тѣло, которое съ растворенным веществомъ образуетъ *нерастворимое* соединеніе; если напр. къ водному раствору барита, BaO, прибавить сѣрной кислоты, то при этомъ образуется нерастворимый сѣрнокислый баритъ, $BaOSO_3$, который тотчасъ же опустится на дно сосуда въ видѣ бѣлаго осадка.

Благодаря тому, что одни вещества растворяются въ водѣ, а другія нѣтъ, мы всегда имѣемъ возможность отдѣлять одни тѣла отъ другихъ; кромѣ того степень растворимости нерѣдко служитъ важнымъ признакомъ для опредѣленія самаго тѣла.

Газы также растворяются въ водѣ или, какъ обыкновенно говорятъ, *поглощаются* водою, но только въ весьма различной степени. По этому обыкновенная вода всегда содержитъ въ себѣ извѣстное количество атмосфернаго воздуха, а слѣдовательно и нѣсколько углекислоты. При нагрѣваніи воды изъ нея улетучивается весь воздухъ; оттого охлажденная отварная вода не имѣетъ никакого вкуса, и рыба въ ней не можетъ жить.

§ 35. Способность воды растворять плотныя вещества есть главная причина, почему мы изъ источниковъ никогда не получаемъ такой воды, которая не содержала бы въ себѣ никакой посторонней примѣси. Всюду, гдѣ протекаетъ вода, въ нее проникаютъ частицы растворимыхъ веществъ почвы, и только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ земляные пласты состоятъ изъ трудно растворяющихся горныхъ породъ, ключевая вода бываетъ довольно чиста и потому называется *мягкою* водою; но тамъ, гдѣ она пролагаетъ себѣ дорогу черезъ известковыя горы, въ ней всегда содержится много извести, которая при кипяченіи выдѣляется изъ нея и осаждается на стѣнкахъ сосуда въ видѣ бѣлой коры; то же самое бываетъ и съ колодезною водою. Такая вода называется *жесткою*. Нерѣдко вода содержитъ въ себѣ еще примѣсь растворенныхъ органическихъ веществъ, а иногда даже мелкихъ живыхъ организмовъ, какъ растительныхъ, такъ и жи-

вотныхъ. Если ключевая вода выходитъ изъ значительной глубины, то она имѣетъ высокую температуру, а иные источники бываютъ горячи какъ кипятокъ. Теплые источники называются *теплицами*. Вода, встрѣчающая на пути своего теченія углекислоту, сѣроводородъ, соли и т. д., растворяетъ всѣ эти вещества и увлекаетъ извѣстное количество ихъ съ собою, вслѣдствіе чего она пріобрѣтаетъ особенныя свойства и тогда называется *минеральною*. Въ морской водѣ заключается такъ много растворенныхъ солей, что она совершенно негодна ни для кушанья, ни для питья.

Для очищенія воды отъ всѣхъ постороннихъ примѣсей, ее подвергаютъ *перегонкѣ* въ особенныхъ снарядахъ, описанныхъ въ физикѣ § 139. Если перегнанную воду будемъ нагрѣвать на платиновой пластинкѣ или на чистомъ стеклѣ, то она испарится и не оставитъ послѣ себя никакихъ слѣдовъ осадка. Послѣ перегнанной воды самою чистою считается дождевая вода, которая освобождена отъ всѣхъ примѣсей самою природою. По этому ее преимущественно употребляютъ въ нѣкоторыхъ промышленныхъ заведеніяхъ, гдѣ требуется чистая вода, особенно въ красильныхъ, прачечныхъ и т. д.

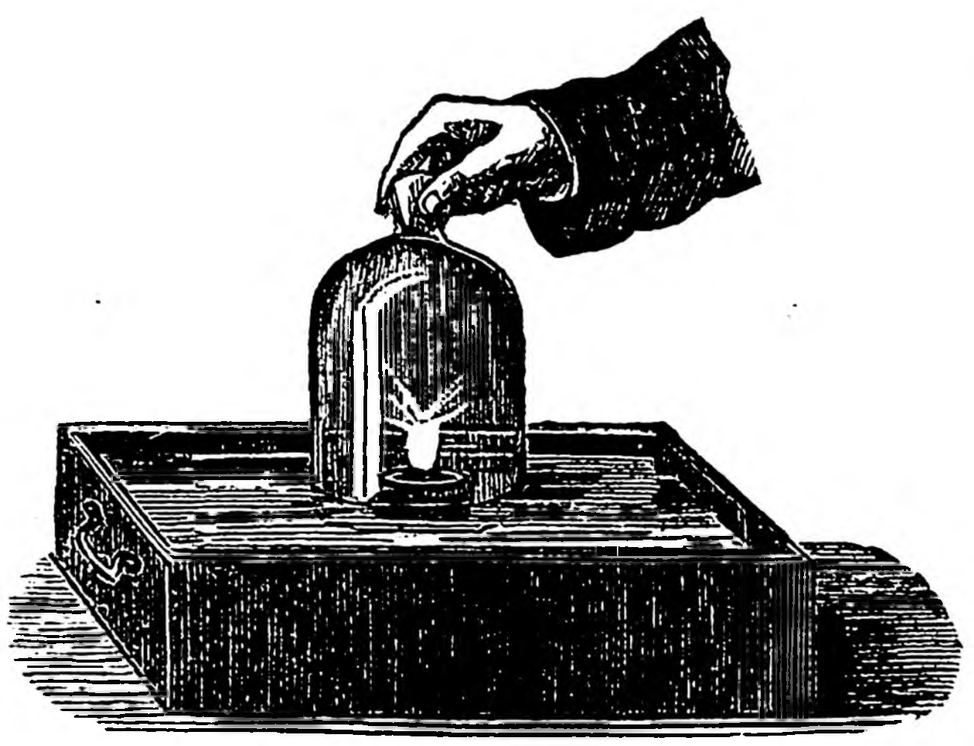
3. *Азотъ*.

Nitrogenium; N = 14; плотность = 0,976; 1 литръ вѣситъ 1,25 грам.; открытъ въ 1772 году.

§ 36. Пять частей по объему атмосфернаго воздуха содержатъ въ себѣ четыре части азота и одну часть кислорода. Слѣдовательно азотъ составляетъ четыре пятыхъ всей атмосферы. Въ плотныхъ же тѣлахъ земнаго шара содержится относительно очень мало азота; въ минералахъ его находятъ рѣдко, а въ растительныхъ веществахъ только небольшое количество; всего больше его содержится въ животныхъ тѣлахъ. Для добыванія азота въ небольшомъ количествѣ берутъ сосудъ съ водою и на

поверхность послѣдней кладутъ кусокъ пробки (рис. 14), на которую ставятъ фарфоровую чашечку съ кускомъ фосфора; затѣмъ фосфоръ зажигаютъ и весь плавающій снарядъ накрываютъ стекляннымъ колпакомъ, но такъ, чтобы онъ при этомъ нѣсколько погрузился въ воду и такимъ образомъ препятствовалъ удаленію заключающагося въ немъ воздуха. Тогда сгарающій фосфоръ, соединившись съ кислородомъ воздуха, образуетъ фосфорную кислоту, которая тотчасъ же поглотится водою, между тѣмъ какъ свободный азотъ останется подъ стекляннымъ колпакомъ въ количествѣ $^4/_5$ всего употребленнаго для опыта воздуха.

Рис. 14



Азотъ не имѣетъ ни цвѣта, ни запаха; безвредность этого газа доказывается уже тѣмъ, что мы ежеминутно вдыхаемъ его въ большомъ количествѣ вмѣстѣ съ кислородомъ. Хотя въ чистомъ азотѣ гаснетъ всякое горящее тѣло и умираетъ всякое животное, то это зависитъ не отъ вредности азота, а отъ недостатка кислорода, который необходимъ какъ для дыханія, такъ и для горѣнія.

§ 37. Воздухъ, какъ мы уже сказали, состоитъ изъ четырехъ частей азота и одной части кислорода. А такъ какъ это отношеніе никогда не измѣняется ни подъ вліяніемъ мѣстностей, ни отъ дѣйствія погоды, то плотность воздуха принята за единицу для опредѣленія удѣльнаго вѣса другихъ газовъ. Такимъ образомъ плотность воздуха=1; одинъ литръ его вѣситъ 1,29 грам. Однако въ воздухѣ находится также углекислота, въ отношеніи 4 частей на 10,000 ч. воздуха, и водяные пары, количество которыхъ измѣняется, смотря по температурѣ воздуха (ср. физику § 230). Другія же примѣси, какъ напр. испаренія людей, животныхъ, гніющихъ веществъ и т. п., исче-

заютъ въ громадномъ пространствѣ атмосферы и потому замѣтны только на мѣстѣ ихъ происхожденія, гдѣ присутствіе ихъ можно доказать химическими средствами.

§ 38. *Соединенія азота.* Этотъ газъ имѣетъ далеко не такое обширное сродство къ другимъ тѣламъ, какъ кислородъ. Однако его химическія соединенія очень важны, потому что азотная кислота, NO_5, т. е. соединеніе азота съ кислородомъ, имѣетъ большое примѣненіе въ химіи; амміакъ, NH_3, соединеніе азота съ водородомъ, служитъ крѣпкою щелочью, а ціанъ, NC_2, соединеніе азота съ углеродомъ, представляетъ вещество, которое относительно своихъ химическихъ свойствъ имѣетъ большое сходство со многими простыми тѣлами.

§ 39. Самыя важныя соединенія азота съ кислородомъ слѣдующія:

NO_5HO	=	водная азотная кислота.
NO_4	=	азотоватистая кислота.
NO_3	=	азотистая кислота.
NO_2	=	окись азота.

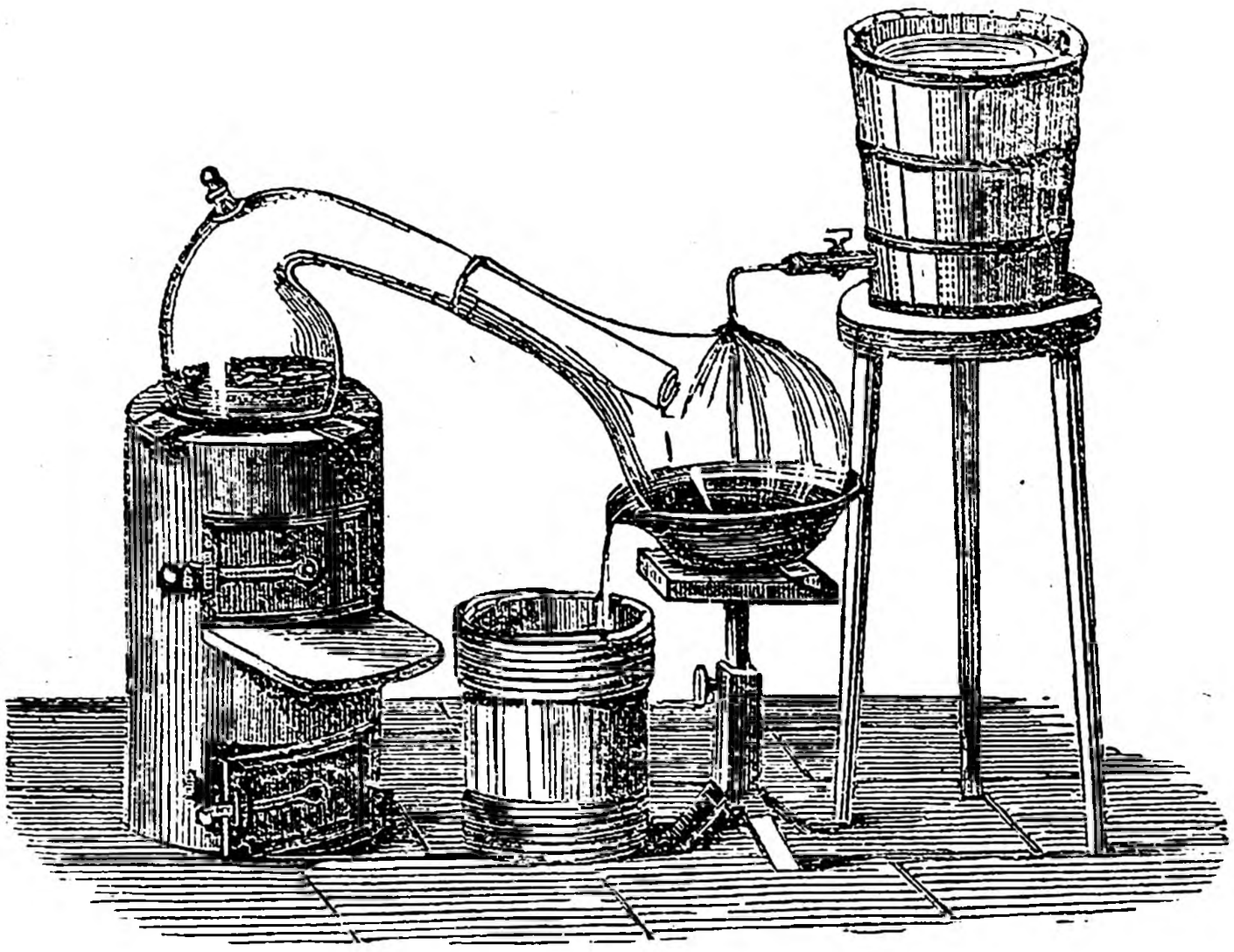
1. *Азотная кислота* встрѣчается въ природѣ въ соединеніи съ натромъ, съ которымъ она образуетъ минеральную соль, извѣстную подъ названіемъ чилійской селитры или азотнокислаго натра, $NaONO_5$. Для добыванія ея берутъ 1 пай селитры и 1 пай водной сѣрной кислоты и подвергаютъ эту смѣсь перегонкѣ; при этомъ изъ $NaONO_5 + SO_3HO$ получается сѣрнокислый натръ, SO_3Na_2O, который остается въ сосудѣ въ видѣ осадка, и водная азотная кислота, NO_5HO, переходящая въ пріемникъ.

Перегонка производится въ стеклянной ретортѣ, а пріемникъ безпрестанно охлаждаютъ струею холодной воды, для того, чтобы перегоняемые пары азотной кислоты сгущались и превращались въ жидкость, какъ это показано въ рисункѣ 15.

Азотная кислота есть безцвѣтная жидкость съ довольно ѣдкимъ кислымъ вкусомъ и особеннымъ, непріятнымъ запахомъ;

удѣльный вѣсъ ея равняется 1,42. На открытомъ воздухѣ изъ нея отдѣляется бѣлый дымъ, отчего ее называютъ также дымящеюся азотною кислотою. Она легко разлагается, а подъ вліяніемъ

Рис. 15.



солнечнаго свѣта принимаетъ желтый цвѣтъ, потому что часть ея разлагается на кислородъ и на бурую азотистую кислоту, NO_3. То же самое происходитъ при нагрѣваніи ея. Растительныя и животныя вещества азотная кислота сначала окрашиваетъ желтымъ цвѣтомъ, а потомъ разрушаетъ ихъ, а большая часть металловъ растворяется въ ней, причемъ она уступаетъ имъ часть своего кислорода и окисляетъ ихъ. По этому химики часто употребляютъ ее для окисленія другихъ веществъ, но это весьма опасная жидкость и требуетъ большой осторожности.

Въ торговлѣ находится желтая, водою разбавленная азотная кислота, извѣстная подъ названіемъ *крѣпкой водки*, удѣльный вѣсъ которой около 1,2 и которая продается по 21 гульдену (около 12 р. 60 к.) за центнеръ. — Азотная кислота часто употребляется въ медицинѣ, въ красильномъ искуствѣ и для растворенія металловъ.

Должно замѣтить, что азотная кислота образуется также отъ

сильныхъ электрическихъ искръ, пробѣгающихъ черезъ влажный воздухъ; оттого въ дождевой водѣ, выпадающей во время грозы, всегда содержится нѣсколько азотной кислоты. Наконецъ кислота эта происходитъ еще отъ медленнаго разложенія животныхъ веществъ, содержащихъ азотъ и смѣшанныхъ съ известью и золою.

2. *Азотистая кислота*, NO_3, есть бурокраснаго цвѣта газъ, отъ котораго распространяется удушливый запахъ. Она образуется изъ азотной кислоты, когда отъ послѣдней отнимаютъ часть кислорода, напр. нагрѣваніемъ ея вмѣстѣ съ крахмаломъ.

3. *Окись азота*, NO_2, также газообразное вещество, образуется при дѣйствіи азотной кислоты на металлы, напр. на мѣдные опилки. Газъ этотъ безцвѣтный, и фосфоръ горитъ въ немъ такимъ же яркимъ пламенемъ, какъ въ кислородѣ. Самое замѣчательное свойство этого газа заключается въ томъ, что когда его приводятъ въ прикосповеніе съ воздухомъ, онъ тотчасъ же выдѣляетъ изъ себя бурокрасные пары, потому что поглощаетъ изъ воздуха 2 пая кислорода и превращается въ азотоватистую кислоту, NO_4.

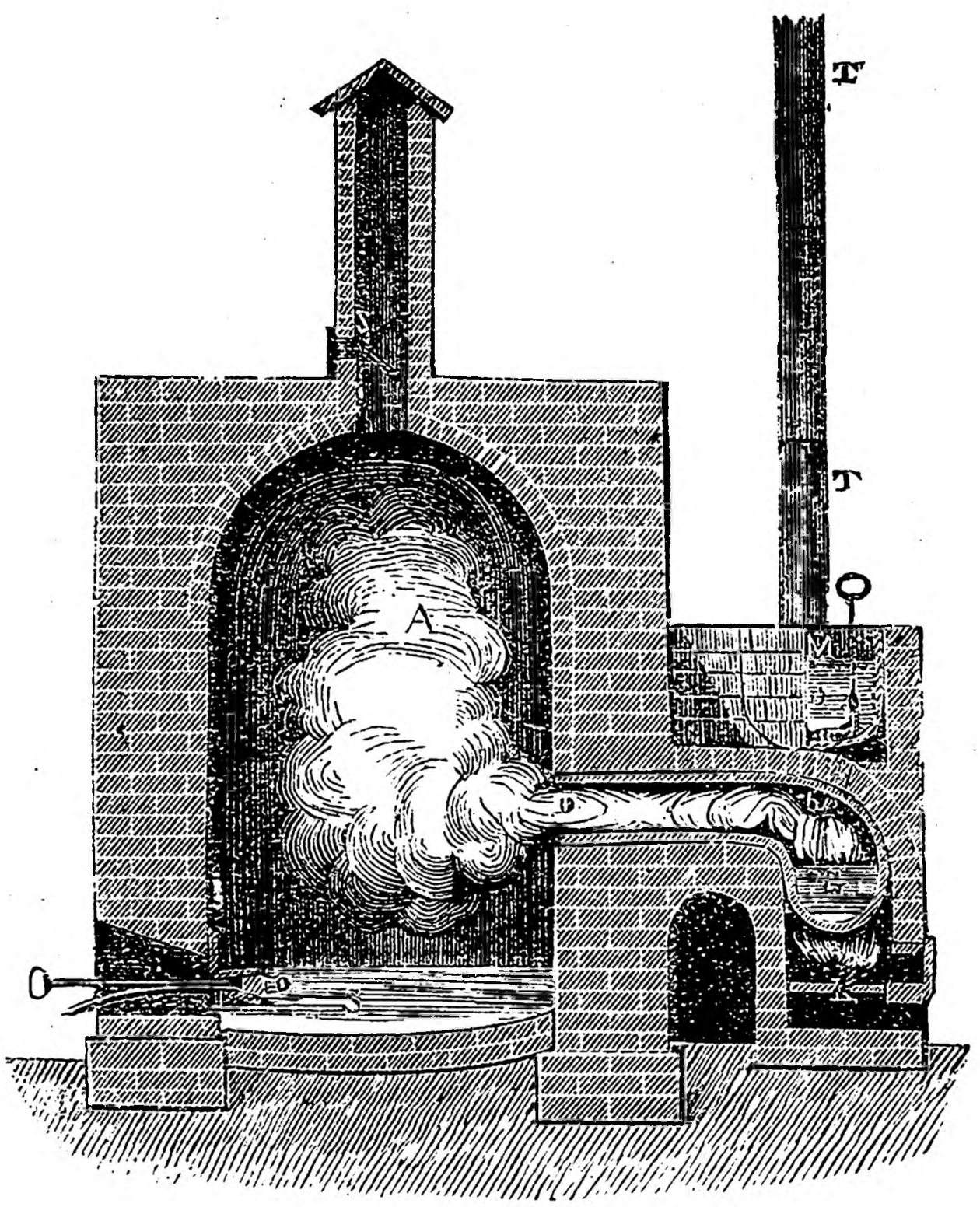
4. *Азотоватистая кислота*, NO_4. Эта кислота чрезвычайно легко разлагается; при смѣшеніи ея съ водою она распадается на азотную кислоту и окись азота: $3NO_4 + 2HO = 2(NO_5HO) + NO_2$. Приходя въ прикосновеніе съ окисляемыми тѣлами, она уступаетъ имъ часть своего кислорода и такимъ образомъ превращается въ окись азота, которая потомъ изъ воздуха можетъ поглотить новое количество кислорода, чтобы опять обратиться въ азотоватистую кислоту; такимъ образомъ, поперемѣнно принимая и уступая кислородъ, она служитъ весьма удобнымъ окисляющимъ средствомъ, которымъ химики часто пользуются для приготовленія сѣрной кислоты.

4. *Сѣра.*

Sulphur; S = 16; плотность = 2,0.

§ 40. Въ Сициліи и окрестностяхъ Неаполя находятся большія массы чистой, *самородной* сѣры, которая лежитъ между толстыми пластами извести и глинистаго мергеля. Но такъ какъ ее нельзя выкопать безъ того, чтобы вмѣстѣ съ нею не забрались также эти земляныя вещества, то необходимо очистить ее отъ всѣхъ посторонних примѣсей. Для этого сырую (не очищенную) сѣру растапливаютъ въ котлѣ *G* (рис. 16), вслѣд-

Рис. 16.



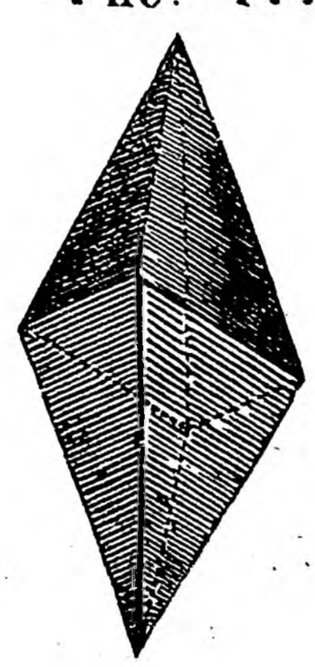
ствіе чего она превращается въ пары, которые черезъ каналъ *D* проходятъ въ большой пріемникъ *A*, называемый камерою, гдѣ они, постепенно охлаждаясь, падаютъ на дно въ видѣ мелкой желтой пыли, извѣстной подъ названіемъ *сѣрнаго цвѣта*. Од-

нако по истеченіи нѣкотораго времени все пространство камеры до того нагрѣвается прибывающими парами, что часть заключающагося въ ней сѣрнаго цвѣта начинаетъ растопляться; тогда эту жидкую массу выпускаютъ черезъ отверстіе *o* и проводятъ въ цилиндрическія формы, въ которыхъ ей даютъ остыть; приготовленная такимъ образомъ сѣра имѣетъ видъ палочекъ и потому называется *брусковою сѣрою*. Центнеръ брусковой сѣры стоитъ 7 гульденовъ (4 р. 20 к.), а центнеръ сѣрнаго цвѣта 8 гульденовъ (4 р. 80 к.).

Сѣру находятъ также во многихъ другихъ странахъ, но большею частью только въ соединеніи съ металлами, въ видѣ рудъ, какъ напр. сѣрнокислое желѣзо, FeS_2, сѣрнистая мѣдь, CuS, и т. д., или въ соединеніи съ кислородомъ и щелочью, т. е., въ видѣ соли, какъ напр. сѣрнокислая известь или гипсъ, $CaOSO_3$, который образуетъ иногда цѣлыя горы. Нѣкоторыя растительныя и животныя вещества также содержатъ сѣру, въ особенности всѣ бѣлковыя вещества и вообще такія, которыя при гніеніи распространяютъ запахъ тухлыхъ яицъ.

Всѣмъ извѣстны свойства сѣры и ея употребленіе какъ для снятія слѣпковъ медалей, монетъ и т. п., такъ и для приготовленія зажигательныхъ спичекъ и сѣрнаго цвѣта, который часто употребляется въ медицинѣ; кромѣ того большое количество ея идетъ также на каучуковыя фабрики, гдѣ она служитъ для примѣси. Сѣра плавится при 111° Ц., а кипѣть и превращаться въ красные пары начинаетъ только при 400° Ц.; въ водѣ она вовсе не растворяется; въ винномъ спиртѣ, эѳирѣ, желтыхъ и летучихъ маслахъ она растворяется только въ небольшомъ количествѣ; за то въ горячемъ льняномъ маслѣ, въ скипидарѣ и сѣроуглеродѣ растворяется весьма легко; изъ послѣдней жидкости ее можно выдѣлять въ видѣ красивыхъ прозрачныхъ ромбоидальныхъ осьмигранниковъ (рис. 17).

Рис. 17.



Когда ее трутъ шерстью, она пріобрѣтаетъ электрическія свойства.

§ 41. *Соединенія сѣры.* Съ кислородомъ сѣра образуетъ рядъ соединеній, изъ которыхъ мы опишемъ только самыя главныя, а именно:

Сѣрнистую кислоту = S_2O_2;
Сѣрноватую кислоту = SO_2;
Водную сѣрную кислоту = SO_3HO.

1. *Водная сѣрная кислота*, SO_3HO, которая извѣстна также подъ названіемъ *англійской*, служитъ предметомъ чрезвычайно обширной и распространенной фабрикаціи. Для этой цѣли сожигаютъ сѣру и развивающіеся при этомъ пары сѣрноватой кислоты, SO_2, проводятъ, вмѣстѣ съ водяными парами и воздухомъ, въ рядъ просторныхъ помѣщеній, стѣны которыхъ обиты свинцовыми пластинками и которыя оттого называются свинцовыми камерами. Въ первой камерѣ сѣрноватая кислота приходитъ въ соприкосновеніе съ азотною кислотою, которая проникаетъ туда тонкою струею и разливается по устроенной для нея въ камерѣ террасѣ. При этомъ азотная кислота разлагается и уступаетъ часть своего кислорода сѣрнистой кислотѣ, которая такимъ образомъ превращается въ сѣрную кислоту:

$$SO_2 + NO_5HO = SO_3HO + NO_4.$$

Азотоватистая кислота, NO_4, какъ мы уже видѣли (§ 39), при содѣйствіи водяныхъ паровъ разлагается на азотную кислоту, NO_5, и на окись азота NO_2, а послѣдняя тотчасъ же притягиваетъ къ себѣ кислородъ воздуха и превращается опять-таки въ NO_4. Такимъ образомъ, благодаря превосходному посредничеству окиси азота, доставляющей кислородъ, необходимый для приготовленія сѣрной кислоты, извѣстное количество азотной кислоты можетъ безконечное время служить для окисленія сѣры, такъ какъ послѣ ея разложенія, образовавшаяся NO_4 разлагается на NO_5 и NO_2 и затѣмъ вновь образуется изъ происшедшей окиси азота. Однако вслѣдствіе разныхъ обстоя-

тельствъ трата извѣстной части ея неизбѣжна, и потому необходимо безпрестанно возобновлять притокъ этой кислоты, потому что для превращенія въ сѣрную кислоту 100 фунтовъ сѣры всегда нужно брать по крайней мѣрѣ 10 фунтовъ азотной кислоты.

Сѣрная кислота, образующаяся въ свинцовыхъ камерахъ, накопляется на днѣ ихъ; но такъ какъ она разведена въ слишкомъ большомъ количествѣ воды, то ее подвергаютъ перегонкѣ въ платиновомъ снарядѣ, для удаленія водяныхъ паровъ, причемъ въ снарядѣ остается крѣпкая сѣрная кислота, плотность которой при обыкновенной температурѣ равняется 1,848 и которая кипитъ при 326° Ц. Хотя употребляемый для перегонки снарядъ стоитъ отъ 30 до 50 тысячъ гульденовъ, однако его всегда предпочитаютъ стекляннымъ ретортамъ, потому что онъ весьма проченъ.

Водная сѣрная кислота представляетъ безцвѣтную, но чрезвычайно ѣдкую жидкость, не имѣющая никакого запаха; она въ особенности отличается тѣмъ, что сильно притягиваетъ къ себѣ воду, и вслѣдствіе того растительныя и животныя вещества, приходя съ нею въ соприкосновеніе, чернѣютъ и обугливаются, потому что содержащаяся въ нихъ вода быстро поглощается сѣрною кислотою, и слѣдовательно отъ нихъ остается только углеродъ. Потому въ рукахъ неопытныхъ и неосторожныхъ эта кислота чрезвычайно опасная жидкость. Такъ какъ при смѣшеніи сѣрной кислоты съ водою развивается сильный жаръ, то въ воду ее нужно вливать постепенно, небольшими количествами. Никогда не слѣдуетъ, наоборотъ, подливать воды въ сѣрную кислоту, потому что иначе отъ развивающейся теплоты кислота начнетъ брызгать вокругъ себя, подобно тому, какъ это бываетъ, когда льютъ воду въ горячій жиръ.

Сѣрная кислота растворяетъ большую часть металловъ, къ окисямъ которыхъ она имѣетъ такое сильное сродство, что вытѣсняетъ почти всѣ другія кислоты изъ соединеній ихъ съ метал-

лическими окисями и потомъ сама занимаетъ ихъ мѣсто. По этому ее часто употребляютъ для добыванія большей части кислотъ, какъ напр. азотной, фосфорной, уксусной, хлороводородной и т. д. Сѣрная кислота находитъ такое громадное примѣненіе, что ее можно считать основаніемъ многихъ большихъ фабричныхъ произведеній. Этимъ легко объясняется, почему въ 1840 году, когда неаполитанское правительство вздумало ограничить вывозъ сѣры, Англія начала грозить Неаполю войною, опасаясь, чтобы черезъ это не произошло застоя въ ея промышленной дѣятельности. Изъ 1880000 центнеровъ сѣры, вывезенной изъ Сициліи въ 1852 году, въ одной Англіи было продано до 700000 центнеровъ. Объ обширномъ употребленіи сѣрной кислоты можно судить уже потому, что нѣкоторыя изъ самыхъ большихъ фабрикъ покупаютъ ежегодно до 100000 центнеровъ и приготовляютъ 300000 центнеровъ сѣрной кислоты. Цѣна на соду, соляную кислоту, хлоръ, зажигательныя спички, стеариновыя свѣчи, ситцы, бумагу и т. д. нерѣдко зависитъ оттого, въ какой цѣнѣ находится сѣра; такъ что по количеству употребляемой сѣры можно приблизительно судить о фабричной промышленности страны. Центнеръ сѣрной кислоты стоитъ 6 гульденовъ (3 р. 60 к.).

Дымящаяся сѣрная кислота есть смѣсь водной сѣрной кислоты съ безводною $=SO_3HO+SO_3$ и получается при перегонкѣ въ глиняной ретортѣ *зеленаго купороса*, $FeOSO_3$, предварительно подогрѣтаго на огнѣ. Она представляетъ буроватую, маслообразную жидкость, и оттого ее прежде называли *купоросным маслом*ъ. На воздухѣ эта кислота распространяетъ пары безводной сѣрной кислоты, а этимъ, какъ и способностью растворять индиго, она преимущественно отличается отъ водной сѣрной кислоты. При слабомъ нагрѣваніи дымящейся кислоты въ ретортѣ, изъ нея выдѣляются пары безводной сѣрной кислоты, SO_3, которые въ холодномъ пріемникѣ сгущаются и образуютъ длинныя, кристаллическія иглы. — Дымящаяся сѣрная

кислота называется также *саксонскою* или *нордгаузенскою*.

§ 42. *Сѣрноватая кислота*, SO_3. Когда сѣру сожигаютъ на воздухѣ, то она при этомъ горитъ синимъ пламенемъ и отдѣляетъ острые, удушливые и безцвѣтные пары, которые ничто иное какъ сѣрноватая кислота. Эти пары постепенно поглощаютъ изъ воздуха кислородъ и превращаются въ сѣрную кислоту. Если въ какой нибудь бочкѣ зажечь порядочное количество сѣры, то заключающійся въ ней воздухъ постепенно утратитъ весь свой кислородъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и способность превращать вино въ уксусъ. На этомъ основаніи винныя бочки нерѣдко окуриваютъ сѣрою для удаленія изъ него кислорода, чѣмъ кромѣ того предотвращается также образованіе плѣсени, отъ которой, какъ извѣстно, вина всегда сильно портятся. Сѣрноватая кислота употребляется и въ медицинѣ какъ средство противъ чесотки, а также для бѣленія соломы, шерсти и перьевъ. Въ химическихъ лабораторіяхъ сѣрноватую кислоту добываютъ изъ сѣрной, которую для этой цѣли нагрѣваютъ въ ретортѣ вмѣстѣ съ углемъ или сѣрою, отнимающими у нея одинъ пай кислорода.

Сѣрнистая кислота, S_2O_2, получается отъ кипяченія раствора сѣрнокислаго натра съ сѣрою, причемъ образуется *сѣрнистокислый натръ*: $NaOSO_2 + S = NaOS_2O_2$, соединеніе, отъ котораго однако кислоту отдѣлить нельзя, потому что иначе она тотчасъ же разложится.

§ 43. *Сѣроводородъ*, SH, есть безцвѣтный газъ, распространяющій весьма дурный запахъ; онъ образуется при обливаніи какого нибудь сѣрнистаго металла (напр. сѣрнистаго желѣза) разведенною сѣрною кислотою; а также при гніеніи растительныхъ и животныхъ веществъ, преимущественно въ отхожихъ мѣстахъ, и легко узнается по своему отвратительному запаху, напоминающему гнилыя яйца. Сѣроводородный газъ чрезвычайно ядовитъ, такъ что вдыхающій его въ чистомъ видѣ тотчасъ же умираетъ. Работники, которые имѣютъ неосторожность

входить въ отводные каналы, гдѣ сѣроводорода накопляется очень много, часто дѣлаются жертвою этого газа. Самымъ лучшимъ противоядіемъ въ подобныхъ случаяхъ служитъ смѣсь хлора съ воздухомъ, которую однакожъ нужно вдыхать медленно и осторожно.

Сѣроводородъ растворяется въ водѣ и сообщаетъ ей всѣ свои свойства, что мы между прочимъ замѣчаемъ также въ сѣрныхъ ключахъ, въ которыхъ присутствіе этого газа легко узнается по запаху воды.

Для химика въ особенности важно отношеніе сѣроводороднаго газа къ *тяжелымъ* металламъ и ихъ окисямъ, потому что когда онъ приходитъ въ прикосновеніе съ какою нибудь металлическою окисью (напр. съ окисью свинца, PbO), то сѣра тотчасъ же соединяется съ металломъ и образуетъ *нерастворимый* осадокъ, цвѣтъ котораго различенъ, смотря по металлу; кислородъ же металлическихъ окисей соединяется съ водородомъ и образуетъ воду. По этому въ химіи принято выражаться такъ: сѣроводородъ *осаждаетъ* металлы изъ ихъ растворовъ въ видѣ сѣрнистыхъ металловъ. Благодаря этому свойству, сѣроводородный газъ служитъ превосходнымъ средствомъ не только для открытія присутствія металловъ въ какой нибудь жидкости, но и для совершеннаго выдѣленія ихъ изъ нея.

Сѣроводородный газъ осаждаетъ изъ растворовъ свинецъ, мѣдь, висмутъ, ртуть, серебро, золото, платину, закись желѣза,* кобальтъ* и никель,* сообщая ихъ осадкамъ различный цвѣтъ, отъ *бурочернаго* до *чернаго;* изъ закиси олова онъ образуетъ осадокъ *бураго* цвѣта, изъ окиси олова и мышьяка—*желтый* осадокъ; изъ цинка* — бѣлый, изъ сюрьмы оранжевый, а изъ марганца*—осадокъ мяснаго цвѣта.

Металлы, обозначенные *, осаждаются сѣроводородомъ только изъ *щелочныхъ* растворовъ, а прочіе изъ *кислыхъ*.

Мы часто видимъ, что серебряныя ложки отъ нѣкоторыхъ съѣдобныхъ веществъ, особенно отъ рыбы и яицъ, дѣлаются

темными, или что стѣны, выкрашенныя свинцовою краскою, чернѣютъ во время очищенія отхожихъ мѣстъ: это происходитъ единственно отъ соединенія металла съ сѣрою. — Почернѣвшія серебряныя вещи легко чистятся поваренною солью.

5. *Хлоръ.*

Chlorum; Cl = 35,5; плотность = 2,44. Одинъ литръ хлорнаго газа вѣситъ 3,17 грам.

§ 44. Въ природѣ хлоръ никогда не встрѣчается въ свободномъ состояніи, но его часто находятъ въ соединеніи съ другими тѣлами, особенно съ натріемъ. Это послѣднее соединеніе самое распространенное, и оно всѣмъ извѣстно въ общежитіи подъ названіемъ *поваренной соли*, а химики называютъ его *хлористымъ натріемъ*, NaCl. Въ свободномъ состояніи, т. е. въ видѣ газа, хлоръ получается отъ нагрѣванія хлороводородной кислоты съ перекисью марганца:

$$MnO_2 + 2ClH = MnCl + 2HO + Cl.$$

Хлоръ значительно отличается отъ всѣхъ описанныхъ нами газовъ. Онъ имѣетъ блѣдный зеленоватожелтый цвѣтъ и удушливый запахъ. Вдыханіе его очень вредно, потому что онъ сильно поражаетъ легкія, и потому съ нимъ надо обращаться очень осторожно. Этотъ газъ растворяется въ водѣ и сообщаетъ ей всѣ свои свойства (*хлорная вода*).

§ 45. *Соединенія хлора.* Хлоръ выказываетъ чрезвычайно сильное сродство къ другимъ простымъ тѣламъ, и въ этомъ отношеніи превосходитъ даже кислородъ. Онъ соединяется со всѣми металлами, не исключая золота, и отличается въ особенности своимъ сильнымъ сродствомъ къ водороду. Онъ поглощаетъ его изъ всякаго соединенія, съ которымъ приходитъ въ соприкосновеніе, и образуетъ съ нимъ хлороводородъ, ClH. А такъ какъ всѣ растительныя и животныя вещества содержатъ водородъ, то они всѣ безъ исключенія разрушаются, когда ихъ кладутъ въ

хлорный газъ. Отъ непродолжительнаго дѣйствія на нихъ этого газа разрушается только поверхность ихъ. Однако это опасное свойство хлора имѣетъ также весьма полезное примѣненіе, потому что имъ пользуются для бѣленія тканей и для уничтоженія заразительныхъ газовъ, распространенныхъ въ воздухѣ: Такъ какъ большая часть красильныхъ веществъ растительнаго царства и всѣ вредные газы, образующіеся при гніеніи растительныхъ и животныхъ веществъ, содержатъ водородъ, то для достиженія упомянутыхъ цѣлей стоитъ только привести ихъ въ соприкосновеніе съ хлоромъ, который, соединяясь съ водородомъ, обусловливаетъ разрушеніе красильныхъ веществъ и удаленіе вредныхъ газовъ.

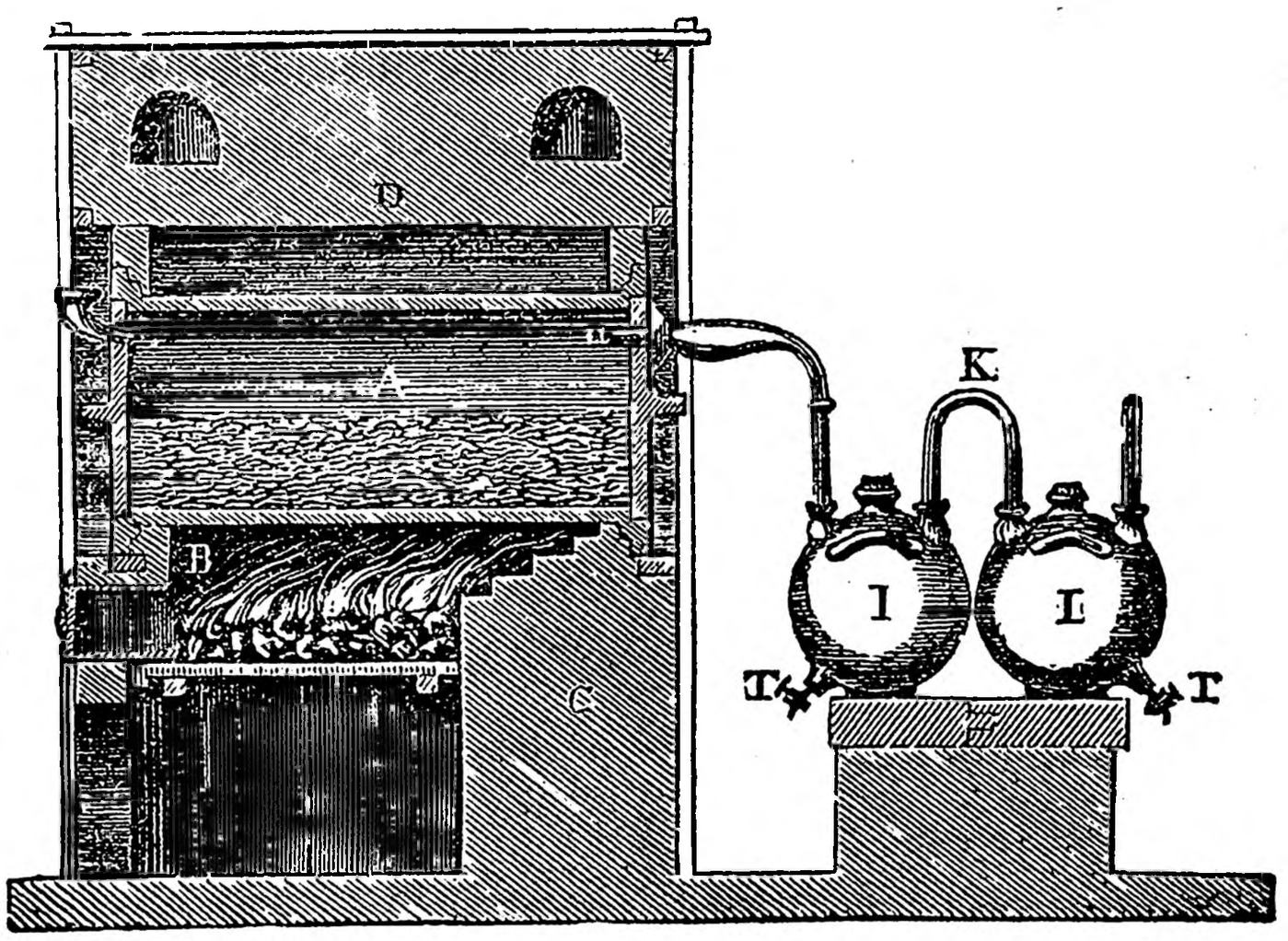
Хлоръ образуетъ съ кислородомъ рядъ соединеній, изъ которыхъ самая важная *хлорная кислота*, ClO_5, и *хлорова-тистая кислота*, ClO; но такъ какъ онѣ встрѣчаются только въ соединеніи со щелочами, то онѣ будутъ описаны ниже.

Когда смѣшиваютъ равныя части хлора и водорода, и смѣсь подвергаютъ непосредственному дѣйствію солнечнаго свѣта, то они тотчасъ же соединяются съ сильнымъ взрывомъ. Въ тѣни же или вечеромъ при искуственномъ освѣщеніи, эти газы можно безъ всякихъ опасеній смѣшивать въ одной бутылкѣ.

Если поваренную соль облить сѣрною кислотою и развивающимся изъ этой смѣси хлороводороднымъ газомъ, ClH, насытить воду, то получится *водная хлороводородная кислота*, которую обыкновенно называютъ *соляною кислотою*, потому что она приготовляется изъ соли. Это безцвѣтная жидкость, которая, хотя имѣетъ кислый запахъ и весьма кислый вкусъ, однако дѣйствуетъ не такъ разрушительно, какъ азотная или сѣрная кислоты. При приготовленіи соды изъ поваренной соли, она получается также въ большомъ количествѣ какъ побочный продуктъ, но только не въ чистомъ видѣ, а въ смѣси съ желѣзомъ, и потому бываетъ окрашена въ желтый цвѣтъ. Для полученія же ея въ чистомъ видѣ, поваренную соль нагрѣваютъ въ

чугунномъ цилиндрѣ *A* (рис. 18) вмѣстѣ съ сѣрною кислотою, а развивающійся при этомъ хлороводородный газъ проводятъ черезъ нѣсколько каменныхъ пріемниковъ, наполненныхъ до половины водою. При температурѣ $+16^{\circ}$ Р. одинъ объемъ воды поглощаетъ 470 объемовъ хлороводороднаго газа; насыщенная такимъ образомъ жидкость называется *дымящеюся соляною кислотою*, потому что изъ нея выдѣляются пары. Удѣльный вѣсъ ея 1,21; и она содержитъ 42 процента ClH. При 88° Р. соляная кислота кипитъ и перегоняется, и тогда въ ней остается только 20 процентовъ ClH, а плотность ея равняется 1,10.—

Рис. 18.



Употребленіе соляной кислоты весьма значительно и разнообразно, потому что ею пользуются какъ въ медицинѣ, такъ и во многихъ химическихъ производствахъ, а въ особенности для добыванія хлора. Центнеръ соляной кислоты стоитъ 3 гульдена (1 р. 80 к.).

Царская водка, употребляемая для растворенія золота, есть смѣсь одной части азотной кислоты съ четырьмя частями соляной кислоты. При нагрѣваніи ея она принимаетъ желтый цвѣтъ, потому что кислородъ азотной кислоты соединяется съ водородомъ соляной кислоты и образуетъ воду, а хлоръ и азотова-

тистая кислота остаются свободными. Благодаря этому химическому процессу, царская водка можетъ растворять золото и платину.

6. *Бромъ.*

Bromum. Br = 80; плотность = 2,97.

§ 46. Это замѣчательное вещество, открытое не далѣе какъ въ 1826 году, находится только въ незначительномъ количествѣ и притомъ никогда въ свободномъ состояніи, а всегда въ соединеніи съ натріемъ или магніемъ, особенно въ морской водѣ и нѣкоторыхъ соляныхъ источникахъ, преимущественно въ *крейцнахскихъ*, которые болѣе всѣхъ другихъ содержатъ въ себѣ бромистыхъ металловъ.

Въ свободномъ состояніи бромъ представляетъ тяжелую жидкость темнокоричневаго цвѣта и непріятнаго запаха, весьма похожаго на запахъ хлора; при —7° Ц. она застываетъ въ сѣрую слоистую массу. Бромъ ядовитъ и не имѣетъ никакого примѣненія въ промышленности, но соляным источникамъ онъ, по увѣреніямъ врачей, сообщаетъ цѣлебное дѣйствіе. Фунтъ брома стоитъ 5 гульденовъ (3 р.).

7. *Іодъ.*

Jodum: J = 127; плотность = 4,95. Открытъ въ 1812 г.

§ 47. Іодъ также принадлежитъ къ тѣламъ, рѣдко встрѣчаемымъ въ природѣ, однако его находятъ чаще брома. Онъ соединенъ съ натріемъ и магніемъ въ морской водѣ и почти во всѣхъ растительныхъ и животныхъ тѣлахъ, находящихся въ морѣ. Нѣкоторые ключи также содержатъ такія іодистыя соединенія.

Іодъ есть твердое тѣло, сѣрочернаго цвѣта съ кристаллическимъ блескомъ, и похожъ на графитъ (сажа); онъ имѣетъ осо-

бенный, непріятный запахъ, напоминающій хлоръ, и окрашиваетъ кожу и растительныя вещества въ *бурый* цвѣтъ. Отъ теплоты онъ превращается въ прекрасные *фіолетовые* пары, которые при охлажденіи опять сгущаются и принимаютъ видъ черныхъ блестящихъ пластинокъ. Іодъ имѣетъ также ту особенность, что окрашиваетъ крахмалъ въ темнофіолетовый цвѣтъ. Благодаря этому свойству, посредствомъ крахмала легко открыть въ какой нибудь жидкости присутствіе іода, и наоборотъ съ помощью послѣдняго присутствіе крахмала. Фунтъ іода стоитъ 9 гульденовъ (5 р. 40 к.).

Іодъ, какъ въ свободномъ состояніи, такъ и въ соединеніи съ металлами, ядовитъ; но тѣмъ не менѣе онъ служитъ важнымъ лекарствомъ, особенно противъ опуханія желѣзъ, зоба и золотухи. Тресковый жиръ, селедка и обугленная губка также содержатъ въ себѣ іодъ, но въ очень маломъ количествѣ, и потому, хотя и употребляются какъ врачебныя средства, но безъ особеннаго успѣха.

Для добыванія іода берутъ іодистый натрій съ перекисью марганца и сѣрною кислотою, и всю эту смѣсь подвергаютъ перегонкѣ. Какъ относительно своихъ свойствъ, такъ и относительно химическихъ соединеній іодъ, точно также какъ и бромъ, имѣетъ большое сходство съ хлоромъ, такъ что эти три тѣла образуютъ группу сходныхъ между собою веществъ.

Изъ соединеній іода въ особенности важно іодистое серебро, по чувствительности своей къ дѣйствію свѣта. Если іодъ растворить въ винномъ спиртѣ и растворъ этотъ смѣшать съ водянымъ амміакомъ, то образуется черный осадокъ, состоящій изъ іода и азота. По высушеніи этотъ іодистый азотъ, при малѣйшемъ прикосновеніи къ нему, мгновенно разлагается съ сильнымъ взрывомъ. По этому желающіе дѣлать этотъ опытъ должны производить его въ маломъ размѣрѣ и съ большою осторожностью.

8. *Фторъ.*

Fluorum: Fl=19.

§ 48. Во многихъ мѣстахъ находятъ небольшія количества минерала, состоящаго изъ соединенія фтора съ кальціемъ, CaFl, и извѣстнаго подъ названіемъ *плавиковаго шпата* или *плавика*. Фторъ, въ свободномъ состояніи, есть тѣло газообразное, добываніе и изслѣдованіе котораго сопряжены съ большими затрудненіями, потому что, по причинѣ сильнаго сродства своего ко многимъ веществамъ, онъ быстро соединяется съ составными частями сосудовъ, даже стеклянныхъ и платиновыхъ.

Фтороводородная кислота, FlH, получается въ видѣ острыхъ паровъ съ кислымъ запахомъ, при легкомъ нагрѣваніи плавика вмѣстѣ съ сѣрною кислотою. Пары эти, приведенные въ прикосновеніе со стекломъ, разлагаютъ содержащуюся въ немъ кремневую кислоту, SiO_3, образуя фтористый кремній, $SiFl_2$, и воду. На этомъ основывается частое примѣненіе фтороводородной кислоты для *вытравливанія* стекла, на которыхъ хотятъ дѣлать разныя начертанія. Для этого берутъ стеклянную пластинку, покрытую тонкимъ слоемъ воска или лака, держатъ ее нѣкоторое время надъ горящею свѣчею, а именно до тѣхъ поръ, пока она не почернѣетъ, и затѣмъ рисуютъ на ней иголкою, проникая ею сквозь слой лака или воска до самаго стекла, которое такимъ образомъ обнажается во всѣхъ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ сдѣланы черты рисунка. Затѣмъ этою пластинкою, обращенною рисункомъ внизъ, покрываютъ отверстіе широкаго свинцоваго сосуда, въ которомъ слегка нагрѣваютъ порошокъ плавика съ сѣрною кислотою, причемъ фтороводородная кислота отдѣляетъ пары, которые разъѣдаютъ стекло во всѣхъ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ оно было обнажено иголкою. По истеченіи 10 или 20 минутъ стеклянную пластинку снимаютъ со свинцоваго сосуда и, разогрѣвъ ее, стираютъ находящійся на ней

слой воска или лака, и тогда на стеклѣ представится весь рисунокъ, выведенный иголкою. Пары этой кислоты до того ѣдки, что разъѣдаютъ даже руки, а потому съ ними должно обращаться очень осторожно.

9. *Фосфоръ.*

Phosphorus: P=31; плотность=1,826.

§ 49. Хотя фосфоръ сильно распространенъ въ природѣ, и фосфорнокислыя соли встрѣчаются почти во всякой почвѣ, но тѣмъ не менѣе его всегда находятъ только въ небольшомъ количествѣ. Изъ почвы многія фосфорныя соли переходятъ въ растенія, а такъ какъ послѣднія служатъ пищею для животныхъ, то фосфоръ вводится и въ ихъ организмъ. И дѣйствительно, мы его находимъ въ мозгу, въ нервахъ, яйцахъ и въ мясѣ, а преимущественно въ костяхъ, въ которыхъ фосфорнокислая известь является главною составною частью и изъ которыхъ добывается почти весь фосфоръ, вступающій въ продажу. Въ скелетѣ взрослаго человѣка содержится отъ 5 до 7 фунтовъ фосфорнокислой извести, PO_5CaO, изъ которыхъ отъ 1 до $1^1/_3$ фунта приходится на долю чистаго фосфора.

Чтобы добыть фосфоръ изъ костей, всегда надо предварительно приготовить фосфорную кислоту, для полученія которой берутъ до бѣла накаленныя кости (костяную золу) и обливаютъ ихъ сѣрною кислотою; причемъ послѣдняя соединяется съ известью и образуетъ нерастворимую сѣрнокислую известь, $CaOSO_3$, а фосфорная кислота освобождается. Полученную такимъ образомъ фосфорную кислоту сгущаютъ (концентрируютъ) выпариваніемъ, и смѣшавъ ее съ угольнымъ порошкомъ, подвергаютъ перегонкѣ въ глиняной ретортѣ; тогда уголь соединится съ кислородомъ, а фосфоръ перейдетъ въ пріемникъ, наполненный водою, въ которомъ онъ охладится и приметъ твердый видъ.

Въ самомъ чистомъ видѣ фосфоръ представляетъ тѣло без-

цвѣтное, прозрачное и притомъ такое мягкое, что его можно рѣзать ножемъ. Однако, отъ дѣйствія свѣта онъ очень скоро желтѣетъ и краснѣетъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ перестаетъ быть прозрачнымъ; на открытомъ воздухѣ онъ отдѣляетъ пары, запахъ которыхъ нѣсколько отзывается чеснокомъ и которые въ темнотѣ свѣтятся. Это происходитъ оттого, что онъ окисляется кислородомъ воздуха, а отдѣляющіеся изъ него пары ничто иное какѣ фосфористая кислота, PO_3. При температурѣ 44° Ц. фосфоръ растопляется, а при 290° Ц. кипитъ и перегоняется; на воздухѣ онъ воспламеняется уже при 70° Ц. и горитъ яркимъ пламенемъ, превращаясь при этомъ въ *фосфорную кислоту*, PO_5. По причинѣ своей сильной горючести фосфоръ очень опасное вещество, которое легко можетъ воспламениться даже отъ теплоты руки, особенно если его при этомъ подвергаютъ тренію. По этому его всегда надо держать въ сосудахъ, наполненныхъ водою, а при опытахъ надъ нимъ быть крайне осторожнымъ.

Если фосфоръ положить въ сосудъ, наполненный водороднымъ газомъ, и постепенно нагрѣвать его до 240° Ц., то въ немъ произойдетъ весьма замѣчательная перемѣна, а именно онъ превратится въ краснобурое тѣло—такъ называемый *безформенный фосфоръ*, который подъ вліяніемъ воздуха не измѣняется и который воспламеняется только при температурѣ 200° Ц., а если его потомъ нагрѣть до 260° Ц. и при этомъ не допускать къ нему воздухъ, то онъ опять приметъ свойства обыкновеннаго фосфора. Изъ этого видно, что поразительная разница между обоими видами фосфора происходитъ не отъ различія въ химическомъ ихъ составѣ, а отъ различія въ совокупленіи ихъ частицъ.

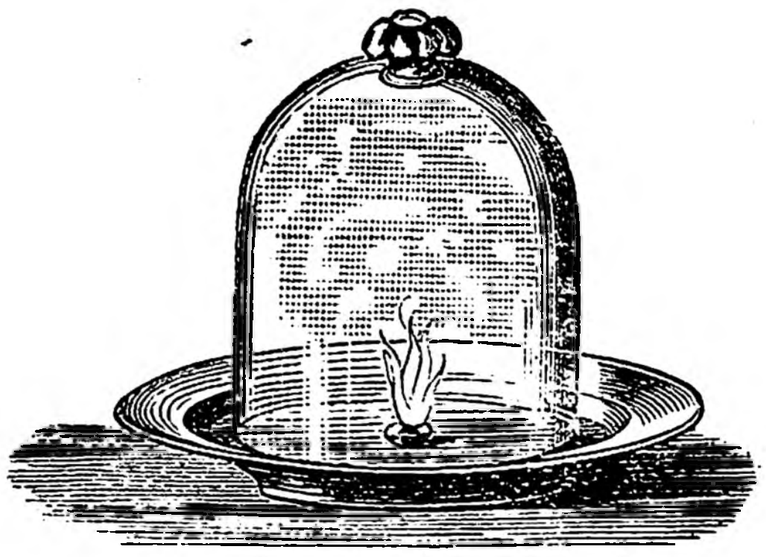
Фосфоръ растворяется только въ эѳирѣ, жирахъ и маслахъ, и растворы эти служатъ въ медицинѣ для наружнаго употребленія. Фосфоръ, принятый внутрь, даже въ незначительныхъ пріемахъ, дѣйствуетъ какъ сильный ядъ. Тѣсто, приготовляемое

изъ одной части фосфора съ восмью частями муки и кипяченной воды, употребляютъ для истребленія мышей.

Фосфоръ, благодаря своей горючести, служитъ, какъ всѣмъ извѣстно, для приготовленія зажигательныхъ спичекъ, съ распространеніемъ которыхъ усиливается конечно и добываніе фосфора. Спички обыкновенно приготовляются слѣдующимъ образомъ: изъ 4 ч. камеди и 4 ч. воды дѣлаютъ слизь, которую разогрѣваютъ, затѣмъ прибавляютъ къ ней $1^3/_4$ ч. фосфора, 2 ч. селитры и 2 ч. сурика и всю эту массу тщательно смѣшиваютъ, послѣ чего въ ней обмакиваютъ сѣрныя спички.

Фосфоръ случайно открытъ въ 1669 г. человѣкомъ, который пытался найти средство дѣлать золото. Сначала онъ, по рѣдкости своей, былъ дороже золота, теперь же продается уже по 1 р. 50 к. за фунтъ, потому что на иныхъ фабрикахъ его добываютъ даже до 100 фунтовъ въ день.

§ 50. *Соединенія фосфора.* Рис. 19.

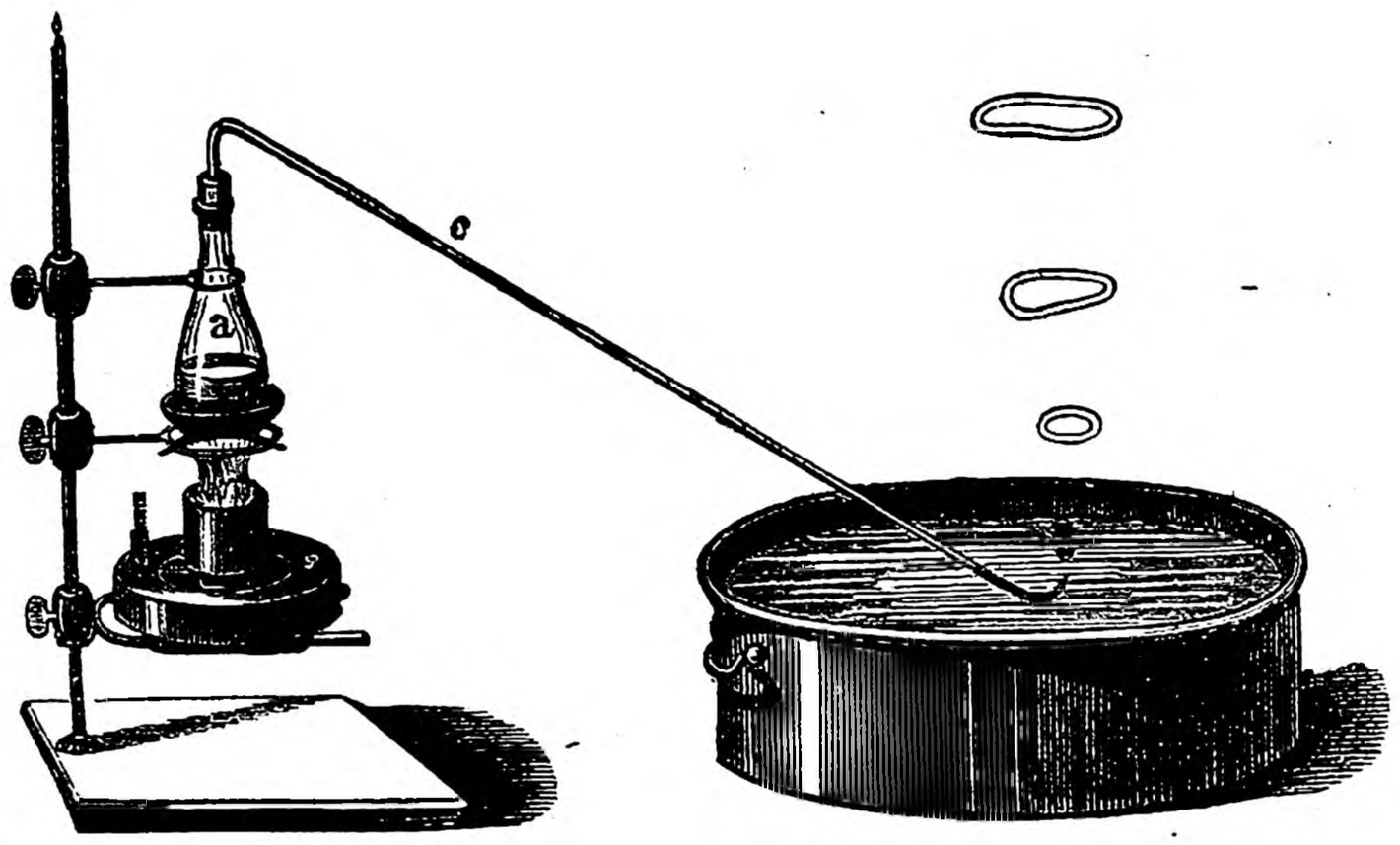


Безводная фосфорная кислота, PO_5, получается въ видѣ бѣлаго снѣга, когда подъ стекляннымъ колоколомъ (рис. 19) сожигаютъ кусокъ фосфора, а *водная фосфорная кислота*, PO_5HO, имѣющая видъ стеклянной массы, — когда фосфоръ окисляютъ азотною кислотою, причемъ избытокъ воды удаляютъ выпариваніемъ всей массы въ платиновомъ сосудѣ. Фосфорная кислота можетъ соединиться также съ 2 или 3 паями воды и образовать $PO_5 2HO$ и $PO_5 3HO$. Первые два гидрата фосфорной кислоты образуютъ съ окисью серебра бѣлыя нерастворимыя соли; серебряная соль третьяго гидрата имѣетъ желтый цвѣтъ.

Фосфористая кислота, PO_3, образуется при медленномъ окисленіи фосфора въ влажномъ воздухѣ, а *фосфороватая кислота*, PO, происходитъ вмѣстѣ съ *фосфороводородным*ъ

газомъ, PH_3, когда немного фосфора нагрѣваютъ въ стклянкѣ *a* (рис. 20) вмѣстѣ съ растворомъ кали. Удаляющійся черезъ трубку *c* фосфороводородный газъ имѣетъ отвратительный запахъ, отзывающійся гнилою рыбою, но обладаетъ замѣчательнымъ свойствомъ воспламеняться самъ собою и сгарать бѣлыми кольцами, какъ только приходитъ въ прикосновеніе съ воздухомъ.

Рис. 20.



10. *Мышьякъ.*

Arsenicum; As=75; плотность=5,5.

§ 51. Мышьякъ по многимъ свойствамъ очень похожъ на металлы, такъ что его можно считать переходомъ отъ металлоидовъ къ металламъ. Иные даже причисляютъ его къ металламъ; и дѣйствительно, мышьякъ имѣетъ сѣрый цвѣтъ съ металлическимъ блескомъ, да и удѣльный вѣсъ его довольно значителенъ.

Мышьякъ находится въ природѣ отчасти въ самородномъ состояніи, отчасти въ соединеніи съ сѣрою или металлами—съ желѣзомъ, мѣдью, никелемъ и кобальтомъ; а такъ какъ онъ летучъ, то его легко отдѣлить отъ этихъ веществъ возгонкою въ снарядахъ, описанныхъ въ физикѣ (§ 139). Самородный

мышьякъ не находитъ большаго употребленія. Мышьяковые пары сильно пахнутъ чеснокомъ.

Соединенія мышьяка. Мышьяковистая кислота, AsO_3, получается отъ нагрѣванія мышьяка въ открытомъ сосудѣ; развивающіеся при этомъ бѣлые пары сгущаются и превращаются въ тонкій порошокъ, получившій названіе *мышьяковаго цвѣта* или *бѣлаго мышьяка*. Эта кислота не имѣетъ ни запаха, ни вкуса, но чрезвычайно ядовита. Въ водѣ она растворяется только въ небольшомъ количествѣ. Отравленіе бѣлымъ мышьякомъ обыкновенно влечетъ за собою рвоту и сильную рѣзь въ животѣ, которыя сопровождаются страшными судорогами и оканчиваются смертью. Какъ противоядіе въ первыя минуты отравленія употребляютъ магнезію, MgO, и преимущественно водную окись желѣза, Fe_2O_3HO, которая съ мышьяковистою кислотою образуетъ нерастворимое соединеніе, не имѣющее ядовитаго дѣйствія.

Рис. 21.



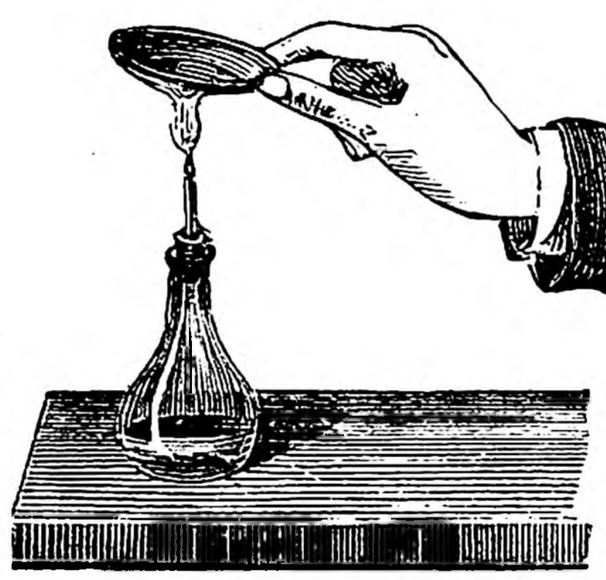
При судебныхъ изслѣдованіяхъ иногда чрезвычайно важно доказать, произведено ли отравленіе мышьякомъ или нѣтъ; а эта цѣль достигается при тщательномъ изслѣдованіи кишекъ или веществъ, извергаемыхъ рвотою, въ которыхъ нерѣдко удается найти маленькія частички бѣлаго мышьяка, потому что по значительной тяжести своей онъ легко гдѣ нибудь осаждается. Малѣйшая порошинка его достаточна для открытія присутствія мышьяка въ тѣлѣ. Для этого ее кладутъ въ стеклянную трубочку (рис. 21) вмѣстѣ съ кускомъ раскаленнаго угля и затѣмъ нагрѣваютъ верхушку трубочки, и если подвергаемая изслѣдованію частичка дѣйствительно бѣлый мышьякъ, то кислородъ его тотчасъ соединится съ раскаленнымъ углемъ, а метал-

лическій мышьякъ пристанетъ къ стѣнкамъ трубочки въ видѣ чернаго кольца съ металлическимъ блескомъ.

Бѣлый мышьякъ употребляется во многихъ отрасляхъ промышленности, какъ напр. на стеклянныхъ заводахъ, а также для приготовленія извѣстныхъ красокъ, для истребленія вредныхъ животныхъ и пр.

Мышьяководородный газъ, AsH_3, приготовляется изъ бѣлаго мышьяка, который для этого, вмѣстѣ съ цинкомъ и сѣрною кислотою, нагрѣваютъ въ снарядѣ, употребляемомъ для отдѣленія газа. Онъ безцвѣтенъ, чрезвычайно ядовитъ и горитъ бѣлымъ пламенемъ. Если надъ послѣднимъ держать бѣлую фарфоровую чашку (рис. 22), то на ней образуются черноватыя блестящія пятна металлическаго мышьяка. Этимъ способомъ можно открыть присутствіе даже самыхъ малыхъ количествъ мышьяка. *Сюрьмяноводородный* газъ, SbH_3, добывается точно такимъ же образомъ и разлагается при подобныхъ же условіяхъ, съ тѣмъ только различіемъ, что мышьяковыя пятна, въ растворѣ хлористой извести растворяются, а сюрьмяныя нѣтъ.

Рис. 22.



Сѣрнистый мышьякъ. Мышьякъ соединяется съ сѣрою въ двухъ пропорціяхъ. Первое соединеніе—*желтый* сѣрнистый мышьякъ, AsS_3, извѣстное подъ названіемъ *аврипигмента* или *оперимента*, находится въ природѣ въ видѣ минерала и употребляется иногда какъ красивая желтая краска. Второе соединеніе, —*красный* сѣрнистый мышьякъ, AsS_2, или такъ называемый *реальгаръ*, получается при сплавленіи сѣры съ мышьякомъ; но его встрѣчаютъ также въ природѣ. Онъ употребляется въ красильномъ искуствѣ и какъ примѣсь для бѣлыхъ бенгальскихъ огней. Послѣдніе приготовляются слѣдующимъ образомъ: берутъ 24 части по вѣсу селитры, 2 части сѣры, 7 ча-

стей реальгара, и высушивъ все это какъ слѣдуетъ, смѣшиваютъ вмѣстѣ и потомъ зажигаютъ.

11. *Углеродъ.*

Carbonum: C = 6.

§ 52. Это вещество представляется намъ обыкновенно въ весьма непривлекательномъ видѣ, но тѣмъ не менѣе оно во многихъ отношеніяхъ заслуживаетъ особеннаго вниманія. Съ одной стороны углеродъ замѣчателенъ по разнообразію видовъ, въ какомъ можетъ являться, и по различнымъ свойствамъ, которыя онъ при этомъ пріобрѣтаетъ; а съ другой по своему вліянію на организмы растительнаго и животнаго царства. Послѣ кислорода углеродъ играетъ самую важную роль въ хозяйствѣ дѣятельной природы.

Углеродъ еще болѣе, чѣмъ безформенный фосфоръ, можетъ служить доказательствомъ того, что масса каждаго тѣла состоитъ изъ множества маленькихъ частицъ или атомовъ, которые держатся вмѣстѣ благодаря своей силѣ сцѣпленія, и что свойства тѣла зависятъ не только отъ особенностей этихъ частицъ, но также отъ различнаго *расположенія* или способа взаимнаго *сочетанія* ихъ. И дѣйствительно всѣ виды углерода имѣютъ одинъ и тотъ же составъ, а между тѣмъ отличаются другъ отъ друга наружными признаками. Но не смотря на громадную разницу, которую мы находимъ между кристаллизованнымъ, растительнымъ, животнымъ и минеральнымъ угольями, всѣ они соотвѣтствуютъ другъ другу въ томъ отношеніи, что они тверды, не имѣютъ ни запаха, ни вкуса, и не плавятся ни въ какой другой жидкости, кромѣ расплавленнаго чугуна.

§ 53. *Кристаллизованный* углеродъ, называемый *алмазомъ*, уже съ давнихъ временъ обращаетъ на себя вниманіе всѣхъ народовъ, даже необразованныхъ, своею твердостью, прозрачностью, необыкновеннымъ блескомъ и способностью пре-

ломлять лучи свѣта. Благодаря этимъ способностямъ, а также рѣдкости своей, онъ занимаетъ первое мѣсто между драгоцѣнными камнями. Алмазъ плотнѣе всякаго другаго вида угля, потому что удѣльный вѣсъ его равняется 3,52, а твердостью своею онъ превосходитъ всѣ тѣла; оттого на немъ нельзя чертить никакимъ веществомъ. Но такъ какъ онъ при всемъ томъ хрупокъ, то его не трудно раздробить.

Алмазъ находится въ наносной почвѣ, происходящей отъ разрушенія древнихъ горныхъ породъ, остатки которыхъ нанесены были водою въ долины и равнины, особенно въ Остъ-Индіи (Голькондѣ), южной Америкѣ (въ Перу, Бразиліи), а также на Уралѣ (въ Сибири). Отысканіе алмазовъ, производимое невольниками, сопряжено съ такими затрудненіями, что у насъ, при наемномъ трудѣ, оно стоило бы гораздо дороже самаго алмаза.

Найденные въ розсыпяхъ алмазы получаютъ свое настоящее достоинство только по отшлифованіи ихъ, а такъ какъ этотъ камень чрезвычайно твердъ, то его нельзя обработывать никакимъ другимъ веществомъ, кромѣ алмаза же, который для этого толчется въ мелкій порошокъ. Отшлифованные алмазы представляютъ правильныя, ровныя поверхности или *грани*, и изъ нихъ большіе называются *солитерами*, а маленькіе *бриллліантами*. Ихъ или оправляютъ въ серебро, или насаживаютъ на черную подкладку, такъ называемую фольгу.

Условія, при которыхъ уголь кристаллизуется и образуетъ алмазъ, намъ неизвѣстны, и потому до сихъ поръ никому еще не удалось сдѣлать его искуственно.

Не раньше какъ въ 1694 г. убѣдились, что алмазъ и уголь, которые такъ рѣзко отличаются другъ отъ друга въ отношеніи къ ихъ наружнымъ признакамъ, представляютъ тѣла совершенно однородныя, т. е. состоятъ изъ одного и того же вещества—изъ углерода. Къ этому убѣжденію пришли совершенно случайно, вслѣдствіе опыта, произведеннаго надъ алмазомъ съ цѣлью сплавить въ одну массу нѣсколько маленькихъ алмазовъ. При тща-

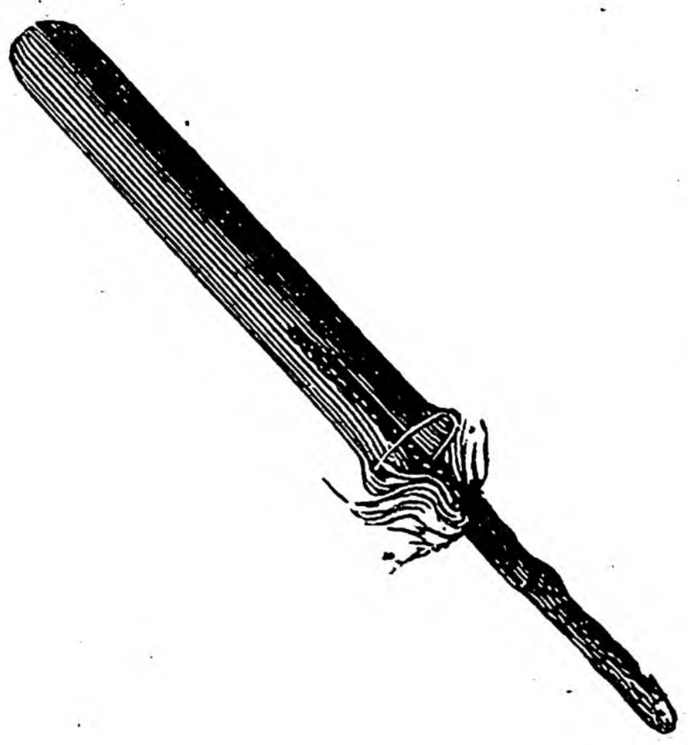
тельномъ изслѣдованіи оказалось, что они *сгорѣли*, т. е. соединились съ кислородомъ воздуха и образовали угольную кислоту (CO_2), которая получается также при сожиганіи обыкновеннаго угля. Раскаленный алмазъ, положенный въ кислородъ, сгараетъ совершенно, въ пространствѣ же, въ которомъ нѣтъ кислорода (напр. въ безвоздушномъ), онъ не измѣняется даже отъ самаго сильнаго жара.

Этотъ драгоцѣнный камень употребляется не только какъ предметъ роскоши, но и для рѣзанія стекла, чѣмъ онъ обязанъ своей необыкновенной твердости.

Ни въ одномъ изъ другихъ видовъ угля нѣтъ такъ мало посторонней примѣси, какъ въ алмазѣ, и потому его можно считать самымъ чистымъ углеродомъ.

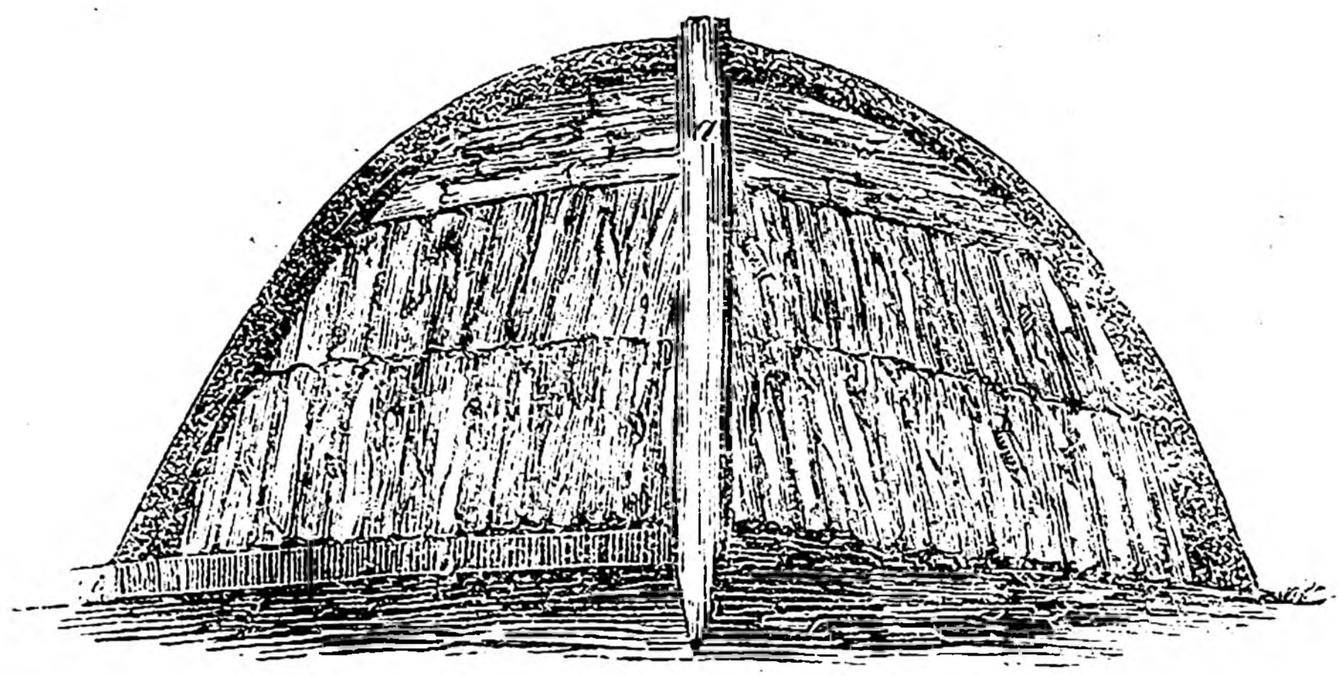
§ 54. *Растительный* или *древесный* уголь добывается изъ дерева. Всѣ растительныя вещества, безъ исключенія, содержатъ въ себѣ углеродъ, водородъ и кислородъ, и потому когда какое нибудь растительное вещество нагрѣваютъ въ такомъ пространствѣ, къ которому воздухъ не имѣетъ доступа, кислородъ и водородъ выдѣляются изъ него и образуютъ воду, а углеродъ остается въ видѣ обыкновеннаго угля. Если напр. горящую лучинку постепенно всовывать въ стеклянную трубочку (рис. 23), то она внѣ трубочки будетъ горѣть пламенемъ, а внутри ея обуглится. Подобнымъ же образомъ добывается древесный уголь, въ большихъ размѣрахъ, изъ тяжелаго дерева, какъ напр, бука, куски котораго для этой цѣли складываются наподобіе костра (рис. 24) и покрываются снаружи дерномъ или землею, для предотвращенія доступа воздуха; затѣмъ внутри разразводятъ огонь, и хотя при этомъ пламя обхватываетъ весь

Рис. 23.



костеръ, однако изъ продуктовъ горѣнія удаляются преимущественно кислородъ и водородъ дерева, между тѣмъ какъ углеродъ его большею частью не сгараетъ. Впрочемъ значительная часть его также пожирается пламенемъ, и притомъ тѣмъ больше, чѣмъ чище выжигаютъ газообразныя вещества дерева. Для предотвращенія этой потери въ новѣйшее время начали обугливать дерево менѣе совершенно, и такимъ образомъ получается такъ называемый *бурый уголь*.

Рис. 24.



Можно приблизительно принять, что въ 100 частяхъ по вѣсу высушеннаго на воздухѣ дерева содержится 20 ч. воды (заключающейся въ скважинахъ его), 40 ч. водорода и кислорода и 40 ч. углерода. Но даже при самомъ тщательномъ и бережливомъ обугливаніи дерева, угля никогда не получается больше 25 ч. или даже 20 частей.

Въ древесномъ углѣ чрезвычайно много скважинъ и потому онъ очень легокъ: удѣльный вѣсъ угля буковаго дерева=0,187, и кубическій футъ его вѣситъ отъ 8 до 9 фунтовъ. Однакожъ угольный порошокъ тяжелѣе воды и потому онъ тонетъ въ ней. Уголь обладаетъ способностью вбирать водяные пары и воздухъ въ свои скважины и сгущать ихъ, вслѣдствіе чего въ немъ иногда развивается такая теплота, что онъ воспламеняется самъ собою. Въ ста фунтахъ угля, среднимъ числомъ, содержится 12 процентовъ воды, 85 процентовъ углерода и 3 процента золы. Если гнилую воду, содержащую въ себѣ сѣроводородъ и

амміакъ, взболтать съ порошкомъ свѣжаго раскаленнаго древеснаго угля, то послѣдній поглотитъ оба дурные газа, и тогда вода сдѣлается годною для питья. О способности угля поглощать газы ср. Физику § 32. Красильныя вещества также вбираются въ скважины древеснаго угля, однако не такъ сильно, какъ въ животный уголь.—Древесный уголь дурной проводникъ теплоты, электричество же онъ въ обыкновенномъ состояніи проводитъ дурно, а въ раскаленномъ, напротивъ того, очень хорошо.

Древесный уголь употребляется во многихъ техническихъ производствахъ, а преимущественно для топки. Кромѣ того онъ очень важенъ какъ *раскисляющее* средство, т. е. для отнятія кислорода отъ окисей, потому что онъ соединяется съ этимъ газомъ и образуетъ углекислоту. Почти всѣ металлы, и особенно желѣзо, добываются черезъ накаливаніе ихъ окисей вмѣстѣ съ углемъ. Уголь играетъ также важную роль въ приготовленіи пороха.

На воздухѣ, при обыкновенной температурѣ, уголь измѣняется чрезвычайно мало, а въ водѣ и въ землѣ онъ почти вовсе не измѣняется. Этимъ свойствомъ пользуются для доставленія дереву большей прочности; такъ напр. обугливаютъ концы свай, которыя нужно зарыть въ землю, равно и внутреннія поверхности бочекъ, въ которыхъ сохраняютъ прѣсную воду для употребленія ея во время морскихъ путешествій.

Сажа и *ламповая копоть* представляютъ древесный уголь въ самомъ мелкомъ видѣ; изъ первой приготовляются простые, а изъ послѣдней лучшіе сорты красокъ (тушей). Сажа добывается изъ смолы, смолистаго дерева и т. п., которыя для этого сожигаютъ въ такомъ мѣстѣ, гдѣ воздухъ не имѣетъ свободнаго доступа, причемъ образующійся дымъ собираютъ въ особенные пріемники, въ которыхъ онъ осаждается въ видѣ сажи. Франкфуртская типографская черная краска приготовляется изъ угля, полученнаго обугливаніемъ винныхъ дрожжей и смѣшаннаго съ солями кали.

Всѣ виды растительнаго угля состоятъ не изъ чистаго углерода, потому что они по сгараніи оставляютъ золу. Одна только хорошо выжженная ламповая копоть есть почти чисто химическій углеродъ.

§ 55. *Животнымъ углемъ* мы называемъ черную массу, получаемую при обугливаніи животныхъ веществъ. Отъ растительнаго угля онъ отличается какъ своимъ наружнымъ видомъ, такъ и химическими свойствами. Не считая жира, который во всѣхъ отношеніяхъ уподобляется растительнымъ жирамъ, мы подъ животными веществами преимущественно разумѣемъ мышцы, кожу, волосы, рогъ, хрящъ, студень костей и кровь. Въ высушенномъ, безводномъ состояніи всѣ эти животныя вещества состоятъ приблизительно изъ

55 частей по вѣсу углерода,
22 » » » кислорода,
7 » » » водорода,
16 » » » азота,

100 частей по вѣсу животныхъ веществъ.

Кромѣ того животныя вещества содержатъ также сѣру и соли. При сильномъ нагрѣваніи они вздуваются, плавятся, затѣмъ спекаются и образуютъ плотный уголь, который нѣсколько похожъ на окалину и имѣетъ большею частью металлическій блескъ, но который состоитъ не изъ чистаго углерода, потому что въ немъ содержатся фосфорокислыя и сѣрнокислыя соли, а въ особенности значительное количество азота, такъ что его даже можно назвать *азотистымъ углемъ*. Благодаря этой примѣси, онъ употребляется для приготовленія берлинской лазури (ср. ціанъ § 65).

§ 56. *Костяной уголь* получается при обугливаніи, т. е. при несовершенномъ пережиганіи костей. Эти послѣднія состоятъ изъ двухъ разнородныхъ массъ, изъ которыхъ одна, мягкая, называется *костяною студенью* или *костянымъ клеемъ*,

хрящемъ, а другая твердая, состоящая изъ несгараемой *фосфорнокислой извести*. Если кость накалить при свободномъ доступѣ воздуха, то клей ея совершенно сгоритъ, и останется только бѣлая твердая известковая масса — жженая кость. Если же ее положить въ соляную кислоту, то фосфорнокислая известь растворится въ ней, между тѣмъ какъ костяной клей останется нерастворенным. Когда этотъ отдѣленный клей станемъ обугливать, то получимъ такой же азотный уголь, какой мы описали въ § 55. При прямомъ обугливаніи кости, не подверженной предварительно дѣйствію соляной кислоты, известковыя части, лежащія между частицами клея, не даютъ послѣднему сливаться и спекаться въ одну массу, и потому получается черная обожженная кость, состоящая изъ мелкораздробленнаго животнаго угля, смѣшаннаго съ фосфорнокислою известью.

Костяной уголь отличается особенною способностью поглощать изъ растворовъ красильныя вещества. Если напр. въ красное вино или красныя чернила положить нѣсколько ложекъ костянаго угля и эту смѣсь взболтать и затѣмъ процѣдить, то стечетъ свѣтлая жидкость, потому что уголь поглотитъ ихъ красильныя вещества. Этимъ свойствомъ его съ большою выгодою пользуются на сахарныхъ заводахъ, гдѣ къ бурому сахарному соку прибавляютъ костяной уголь, вслѣдствіе чего онъ принимаетъ тотъ бѣлый цвѣтъ, который необходимъ для хорошаго сахара. Вообще посредствомъ животнаго угля многіе химическіе препараты очищаются отъ примѣси красильныхъ веществъ.

Костяной уголь часто употребляется для приданія веществу черной краски, а въ особенности для приготовленія *ваксы*, для которой обыкновенно берутъ 2 части костянаго угля съ $^1/_2$ ч. сѣрной кислоты и смѣшиваютъ съ 2 ч. сиропа и небольшимъ количествомъ воды.

§ 57. *Графитъ* принадлежитъ къ минераламъ и иногда состоитъ изъ чистаго углерода, но большею частью содержитъ

еще примѣсь желѣза; онъ образуется также искуственно при плавленіи желѣза съ большимъ количествомъ угля въ доменныхъ печахъ. Графитъ имѣетъ сѣроваточерный цвѣтъ и металлическій блескъ; на бумагѣ имъ можно писать, и потому онъ употребляется для карандашей.

Антрацитъ также минеральный уголь, но онъ не такъ чистъ и болѣе похожъ на каменный уголь и при сгараніи его остается земляная зола.

Каменный уголь, *бурый уголь* и *торфъ* составляютъ особые виды угля, образовавшіеся при самопроизвольномъ разложеніи растеній.

§ 58. *Соединенія углерода.* Съ кислородомъ уголь образуетъ нѣсколько различныхъ соединеній:

1) *Углекислота*, CO_2, есть газъ, который не имѣетъ ни цвѣта, ни запаха, и который всегда примѣшанъ къ атмосферному воздуху, но въ весьма небольшомъ количествѣ, такъ что на каждыя 5000 частей по объему воздуха приходится только 2 части углекислоты. Кромѣ того газъ этотъ встрѣчается во многихъ минералахъ, въ соединеніи съ металлическими окисями и особенно съ известью; послѣднее соединеніе въ иныхъ мѣстахъ образуетъ значительныя горы.

Углекислота постоянно развивается при горѣніи и гніеніи углеродистыхъ веществъ, а также при всякомъ броженіи и при дыханіи. Судя по этому, количество ея въ воздухѣ должно бы было безпрестанно увеличиваться; но такъ какъ растенія всегда вбираютъ въ себя этотъ газъ изъ атмосферы, то убыль его въ послѣдней постоянно уравновѣшиваетъ прибыль, такъ что въ воздухѣ всегда находимъ почти одно и тоже количество углекислоты.

Для добыванія углекислоты обыкновенно берутъ углекислую известь, $CaOCO_2$, напр. мѣлъ, которую обливаютъ одною изъ самыхъ крѣпкихъ кислотъ, большею частью соляною; при этомъ угольная кислота съ шипѣніемъ выдѣляется въ видѣ пузырей.

Шипѣніе служитъ характеристическимъ признакомъ углекислыхъ соединеній, потому что оно всегда происходитъ при обливаніи послѣднихъ какою нибудь крѣпкою кислотою.

Горящее тѣло, положенное въ сосудъ съ углекислымъ газомъ тотчасъ же гаснетъ, Какъ люди, такъ и животныя, вдыхающе чистую угольную кислоту, внезапно задыхаются и умираютъ. Плотность ея равняется 1,5, одинъ литръ углекислаго газа вѣситъ 1,967; слѣдовательно онъ тяжелѣе воздуха, и потому сперва тонетъ въ немъ, а потомъ постепенно смѣшивается съ нимъ, подобно тому какъ напр. сиропъ, вылитый въ стаканъ воды, сначала опускается на дно его, но затѣмъ постепенно расходится въ водѣ. По этому въ погребахъ, гдѣ большія количества пива подвергаются броженію, и гдѣ слѣдовательно образуется много угольной кислоты, нижній слой атмосферы постоянно состоитъ почти изъ одного углекислаго газа, отчего нерѣдко случается, что тѣ, которые по обязанности должны нагибаться и при этомъ вдыхаютъ удушливую кислоту, дѣлаются жертвою своего ремесла. Для предупрежденія подобныхъ несчастій, погреба стараются устраивать такимъ образомъ, чтобы они могли хорошо провѣтриваться, или же берутъ жженую известь и, смѣшавъ ее съ водою, выливаютъ на полъ погреба: эта известковая жидкость быстро поглощаетъ весь углекислый газъ. Амміакъ (нашатырный спиртъ) служитъ самымъ лучшимъ противоядіемъ для тѣхъ, которые уже подверглись дѣйствію этой удушливой кислоты.

Изъ болѣе глубокихъ слоевъ земли, въ мѣстахъ, гдѣ безпрестанно разлагаются углекислыя соли, углекислый газъ выходитъ струями, подобно тому какъ вода изъ минеральныхъ ключей. Когда въ вулканическихъ странахъ вырываютъ ды-ры до значительной глубины, то газъ этотъ стремится наружу съ шумомъ. Въ глубинѣ колодезей и въ рудникахъ нерѣдко также накопляется его въ большомъ количествѣ, и потому входящіе въ нихъ дѣлаются жертвою этого удушливаго газа.

Близъ Неаполя есть такъ называемая *собачья пещера*, въ которой выходящая изъ земли углекислота образуетъ слой въ нѣсколько футовъ вышины; попадающія въ нее собаки околѣваютъ, но люди могутъ стоять въ ней безъ особенной опасности

Вода поглощаетъ углекислоту и получаетъ оттого пріятный, освѣжающій кисловатый вкусъ. Всякая вода, находящаяся на открытомъ воздухѣ, содержитъ въ себѣ нѣсколько углекислоты, потому что въ ней всегда заключается извѣстное количество воздуха, который, какъ мы видѣли выше, содержитъ въ себѣ этотъ газъ; кромѣ того онъ въ ней образуется также вслѣдствіе гніенія растительныхъ и животныхъ веществъ. Подземная вода также содержитъ въ себѣ углекислоту въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ послѣдняя образуется отъ разложенія горныхъ породъ, и тогда называется *естественною углекислою минеральною водою*, напр. сельтерская и многія другія. Углекислота заключается также во многихъ жидкостяхъ, образовавшихся подъ вліяніемъ броженія, напр. въ свѣжемъ винѣ, пивѣ и шампанскомъ. При температурѣ 12^0 Р. вода поглощаетъ равный объемъ углекислоты; однако при усиленномъ давленіи она вбираетъ въ себя даже большее количество. На этомъ основывается устройство различныхъ снарядовъ, употребляемыхъ для приготовленія искуственныхъ углекислыхъ водъ или напитковъ. Изъ нихъ болѣе распространенъ *газовый кувшинъ* Либига (рис. 25), внутреннее устройство котораго представлено на рисункѣ 26. Онъ состоитъ изъ двухъ отдѣленій; въ верхнее *C* (рис. 26) вливаютъ напр. одинъ метръ той жидкости, которую желаютъ насытить углекислымъ газомъ. Затѣмъ кувшинъ опрокидываютъ на бокъ, открываютъ его нижнее отдѣленіе *B* и вводятъ въ него черезъ отверстіе *b* 14 граммовъ кристалловъ виннокаменной кислоты и 16 граммовъ двууглекислаго натра съ небольшимъ количествомъ воды. Послѣ этого тотчасъ же закрываютъ отверстіе, и кувшину даютъ опять отвѣсное положеніе; тогда углекислота, образующаяся отъ разложенія двууглекислаго натра, проникаетъ

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стр.		Стр.
Отъ издателя	5	Гремучій газъ	42
Введеніе	7	Дрюмондова свѣтъ	43
Химическое соединеніе	10	Азотъ	47
Простыя тѣла	11	Азотная кислота	49
Таблица простыхъ тѣлъ	13	Азотистая кислота	51
Химическое сродство	14	Окись азота	—
О химическихъ паяхъ или эквивалентахъ	17	Азотоватистая кислота	—
Законъ кратныхъ соединеній	22	Сѣра	52
О различныхъ видахъ соединеній	23	Сѣрная кислота	54
Общія свойства химическихъ соединеній	25	Дымящаяся сѣрная кислота	56
Кислоты, щелочи или основанія и соли	—	Сѣрноватая кислота	57
Неорганическая и органическая химія	28	Сѣрнистая кислота	—
Кристаллическая и кристаллизованная формы	30	Сѣроводородъ	—
Безформенныя, аморфныя или некристаллическія тѣла	—	Хлоръ	59
Металлоиды или неметаллическія тѣла	31	Царская водка	61
Кислородъ	—	Бромъ	62
Окисленіе, окись	35	Іодъ	—
Радикалъ или начало	—	Фторъ	64
Таблица кислородныхъ соединеній	35—36	Фтороводородная кислота	—
Озонъ	38	Фосфоръ	65
Водородъ	39	Фосфорная кислота	67
Химическая гармоника	41	Фосфористая кислота	—
Вода	42	Мышьякъ	68
		Мышьяковистая кислота, мышьяковый цвѣтъ или бѣлый мышьякъ	69
		Мышьяководородный газъ	70
		Сѣрнистый мышьякъ, оперментъ, реальгаръ	—
		Углеродъ	71
		Углекислота	78

Рисунковъ: отъ 1 по 24.

ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА. — *Редакторъ М. Ханъ.*

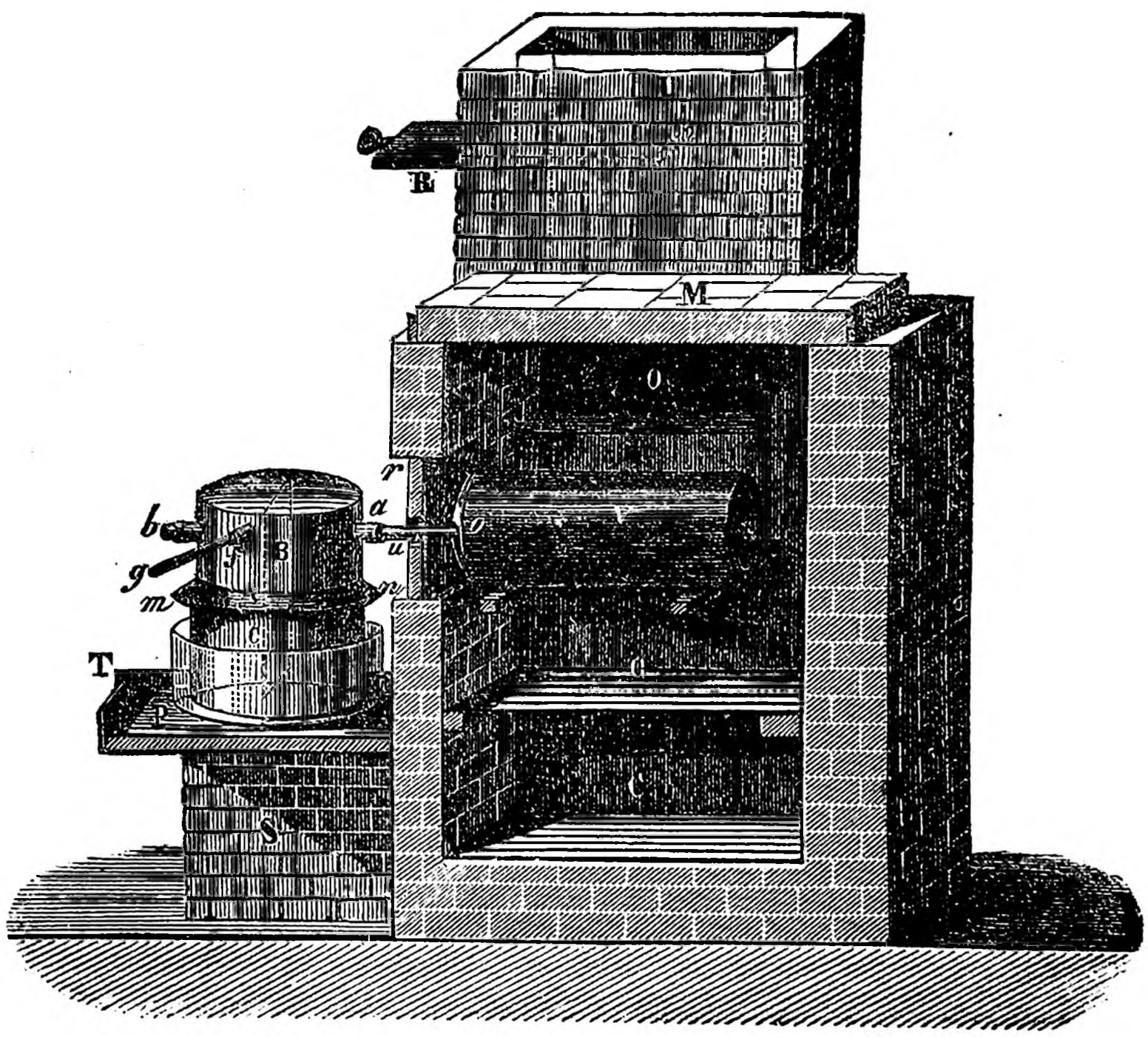
Дозволено Цензурою. С.-Петербургъ, 20 мая 1865 года.

САМООБРАЗОВАНІЕ,

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ, УЧЕНО-ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЖУРНАЛЪ
ДЛЯ ЛЮДЕЙ ВСЯКАГО ВОЗРАСТА,

ИЗДАВАЕМЫЙ М. ХАНОМЪ.

ГОДЪ ТРЕТІЙ.



КНИГА ПРИРОДЫ.

№ 6 за Іюнь 1865 г.

въ верхнее отдѣленіе черезъ маленькія отверстія *a*, сдѣланныя въ перегородкѣ *A* и, вслѣдствіе давленія своего на жидкость, смѣшивается съ нею и протѣсняетъ ее въ трубку, въ верхнемъ концѣ которой находится клапанъ. Затѣмъ послѣдній открываютъ, придавивъ нѣсколько маленькій поршень (рис. 25), и жидкость, насыщенная углекислотою, вытекаетъ въ подставленный стаканъ.

Рис. 25.



Рис. 26.



Кувшина никогда не слѣдуетъ совершенно наполнять жидкостью, а всегда нужно оставлять въ немъ нѣсколько воздушнаго пространства, потому что въ противномъ случаѣ онъ не въ состояніи будетъ выдержать сильнаго напора углекислаго газа и, конечно, лопнетъ.

Если углекислоту сильно сжимаютъ въ устроенныхъ для того снарядахъ, то она превращается въ жидкость, которая однакожъ, по прекращеніи производимаго на нее давленія, быстро начинаетъ испаряться и при этомъ, по законамъ физики (ср. Физику § 155), поглощаетъ такое количество теплоты, что тем-

пература иногда понижается до—80° и даже—90° Р.; а подъ вліяніемъ такого холода замерзаетъ и часть самой кислоты. Такимъ образомъ опытъ, произведенный надъ углекислотою, убѣдительно доказываетъ справедливость физическаго закона, что состояніе тѣла значительно обусловливается температурою.

2) *Окись углерода*, CO, образуется при сгараніи угля въ такомъ сосудѣ, гдѣ воздухъ не имѣетъ достаточнаго доступа. Она горитъ всегда красивымъ синимъ пламенемъ (какъ это можно видѣть на каждой горящей свѣчкѣ, а также на горящихъ угольяхъ, и образуетъ при этомъ углекислоту. Газъ этотъ такъ ядовитъ), что если воздухъ содержитъ въ себѣ хотя даже нѣсколько процентовъ окиси углерода, то животное очень скоро умираетъ въ немъ; у человѣка онъ производитъ головную боль и оглушеніе; отъ него же преимущественно зависятъ припадки задушенія, которые дѣлаются у человѣка каждый разъ, когда уголья догораютъ въ замкнутой комнатѣ.

§ 59. *Соединеніе углерода съ водородомъ.* Съ водородомъ углеродъ образуетъ цѣлый рядъ твердыхъ, жидкихъ и газообразныхъ соединеній, изъ которыхъ первыя относятся къ органической химіи. Газообразныхъ соединеній только два, а именно:

1. Простой углеводородный газъ, C_2H_4.
2. Двойной углеводородный газъ, C_4H_4.

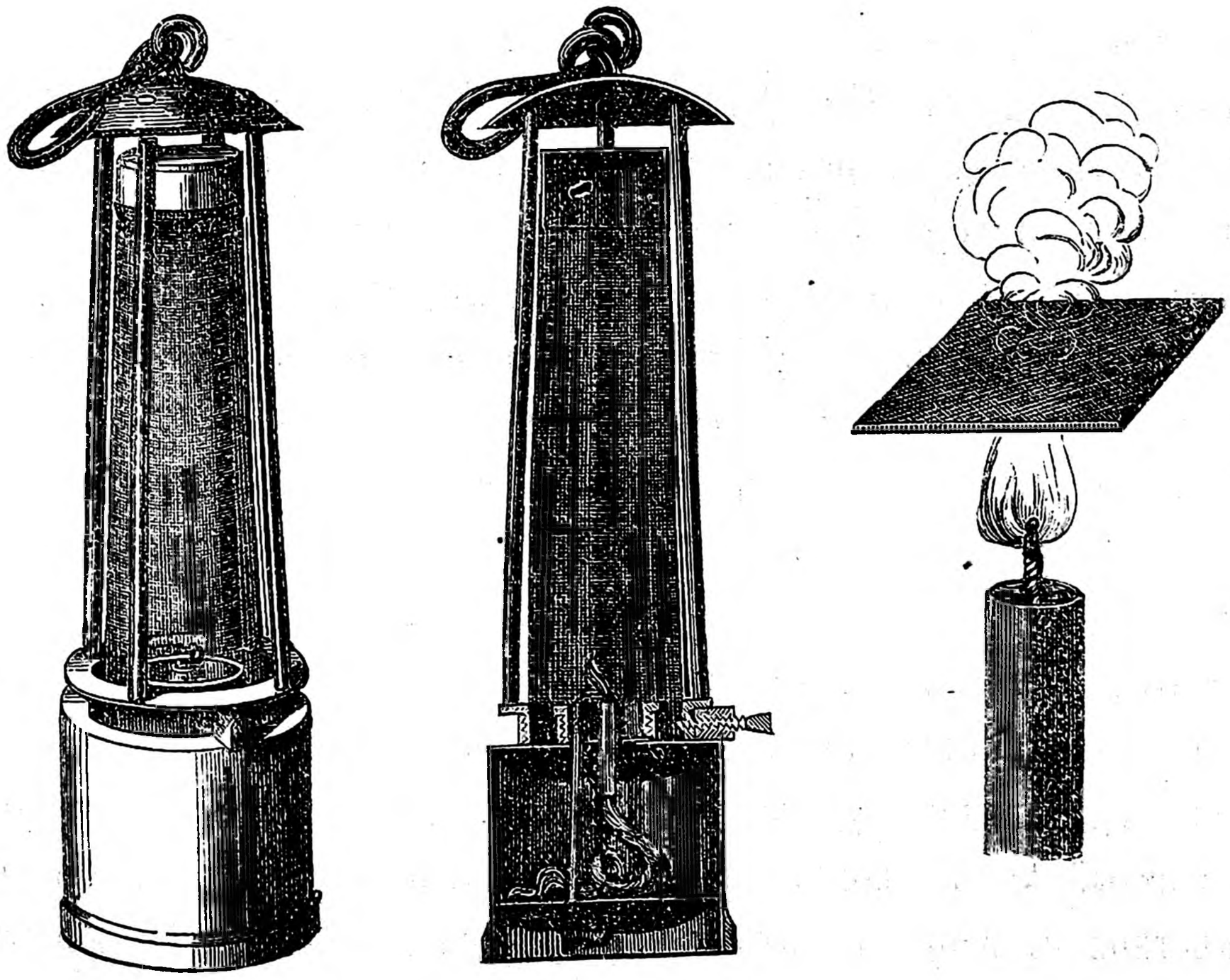
Оба они добываются разложеніемъ органическихъ соединеній, въ особенности растительныхъ веществъ.

Простой углеводородный газъ, C_2H_4, происходитъ отъ разложенія остатковъ растительныхъ веществъ въ стоячихъ водахъ или въ болотахъ, почему его и называютъ также *болотнымъ газомъ*. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ онъ, подобно ключевой водѣ, выходитъ изъ земли непрерывною струею, такъ что если его зажечь на мѣстѣ происхожденія, то онъ будетъ горѣть вѣчно, какъ это можно видѣть на такъ называемомъ священномъ огнѣ въ окрестностяхъ Баку.

Этотъ газъ не имѣетъ ни цвѣта, ни запаха и горитъ туск-

лымъ пламенемъ. Плотность его равняется 0,559, почему его называютъ также *легкимъ углеводороднымъ газомъ*. Если его смѣшать съ воздухомъ и затѣмъ зажечь, то при этомъ произойдетъ такой же взрывъ, какъ при зажиганіи гремучаго газа (см. § 32). Въ нѣкоторыхъ каменноугольныхъ копяхъ этотъ газъ часто развивается въ значительномъ количествѣ и при соединеніи съ воздухомъ бываетъ причиною сильныхъ взрывовъ, если кто нибудь изъ работниковъ случайно воспламенитъ его, приближаясь къ нему съ горящею свѣчкою. Множество бѣдныхъ рудокоповъ погибло уже по милости этого страшнаго газа, который потому справедливо прозвали *воздушнымъ ударомъ*. Для предотвращенія несчастныхъ случаевъ придумали такъ называемую *предохранительную лампу* (рис. 27 и 28), ко-

Рис. 27. Рис. 28. Рис. 29.



торая отличается отъ обыкновенной масляной лампы только тѣмъ, что она окружена желѣзною сѣткою. Если такую лампу

поставить въ упомянутую газовую смѣсь, то эта послѣдняя, правда, также проникнетъ въ лампу черезъ отверстія сѣтки и даже воспламенится тамъ; однако подъ вліяніемъ металлической сѣтки она будетъ постепенно охлаждаться и наконецъ совсѣмъ погаснетъ внутри сѣтки, не выходя наружу, такъ что воспламененіе внѣшняго газа не послѣдуетъ. Въ способности проволочной сѣтки охлаждать пламя легко убѣдиться, если держать ее надъ горящей свѣчею, потому что тогда увидимъ, что сквозь сѣтки будутъ проходить только газы и пары (какъ это показано на рисункѣ 29), а самое пламя свѣчки не проникнетъ въ нее.

Въ газѣ, употребляемомъ для освѣщенія, заключается значительная часть газа, образующагося въ копяхъ.

Двойной углеводородный газъ, C_4H_4, добывается разложеніемъ виннаго спирта ($C_4H_6O_2$), который для этого предварительно смѣшиваютъ съ 6 частями сѣрной кислоты и затѣмъ нагрѣваютъ. Онъ образуется также при разложеніи органическихъ веществъ, находящихся подъ вліяніемъ жара. Этотъ газъ безцвѣтенъ и горитъ яркимъ пламенемъ. Его называютъ еще *тяжелымъ углеводороднымъ газомъ*, потому что плотность его равняется 0,978, а также и *маслотворнымъ газомъ*, потому что въ соединеніи съ хлоромъ онъ образуетъ маслообразную жидкость. Когда его подвергаютъ калильному жару, онъ разлагается на уголь, простой углеводородный газъ и водородъ.

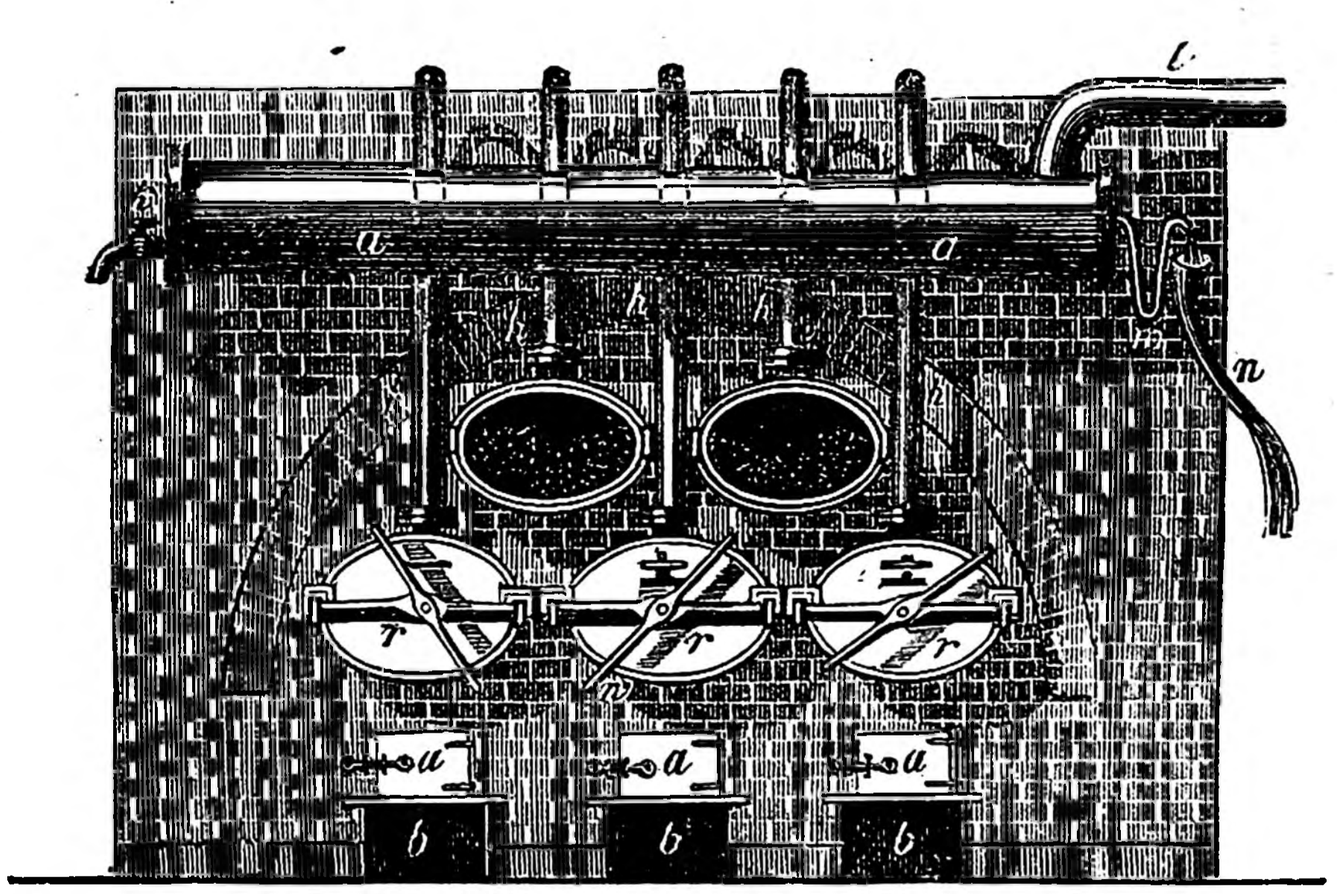
§ 60. *Приготовленіе свѣтильнаго газа*. Газъ, употребляемый для освѣщенія, состоитъ вообще изъ смѣси описанныхъ нами двухъ видовъ углеводородныхъ газовъ, которые образуются каждый разъ, когда органическія вещества нагрѣваютъ до извѣстной степени. По этому всѣ органическія вещества могутъ служить матеріаломъ для добыванія свѣтильнаго газа. Въ настоящее время для этой цѣли обыкновенно употребляютъ толь-

ко *каменный уголь* и *дерево*. Рѣдко находятъ выгоднымъ приготовлять его изъ смолъ и жира.

§ 61. *Каменноугольный газъ*, употребляемый въ Англіи съ 1798 года для освѣщенія, добывается изъ каменнаго угля, который вообще состоитъ изъ 70 до 80 процентовъ углеводорода, 5 до 8 процентовъ кислорода и 5 процентовъ водорода. Кромѣ того въ немъ содержится по небольшому количеству азота и двусѣрнистаго желѣза, FeS_2, которые также разлагаются, образуя амміакъ, NH_3, и сѣроводородъ, SH.

Газъ этотъ добывается слѣдующимъ образомъ: глиняныя цилиндрическія реторты (поперечный разрѣзъ которыхъ представленъ на рисункѣ 30), наполняютъ сухимъ каменнымъ углемъ и затѣмъ ставятъ въ печь, гдѣ ихъ подвергаютъ калильному

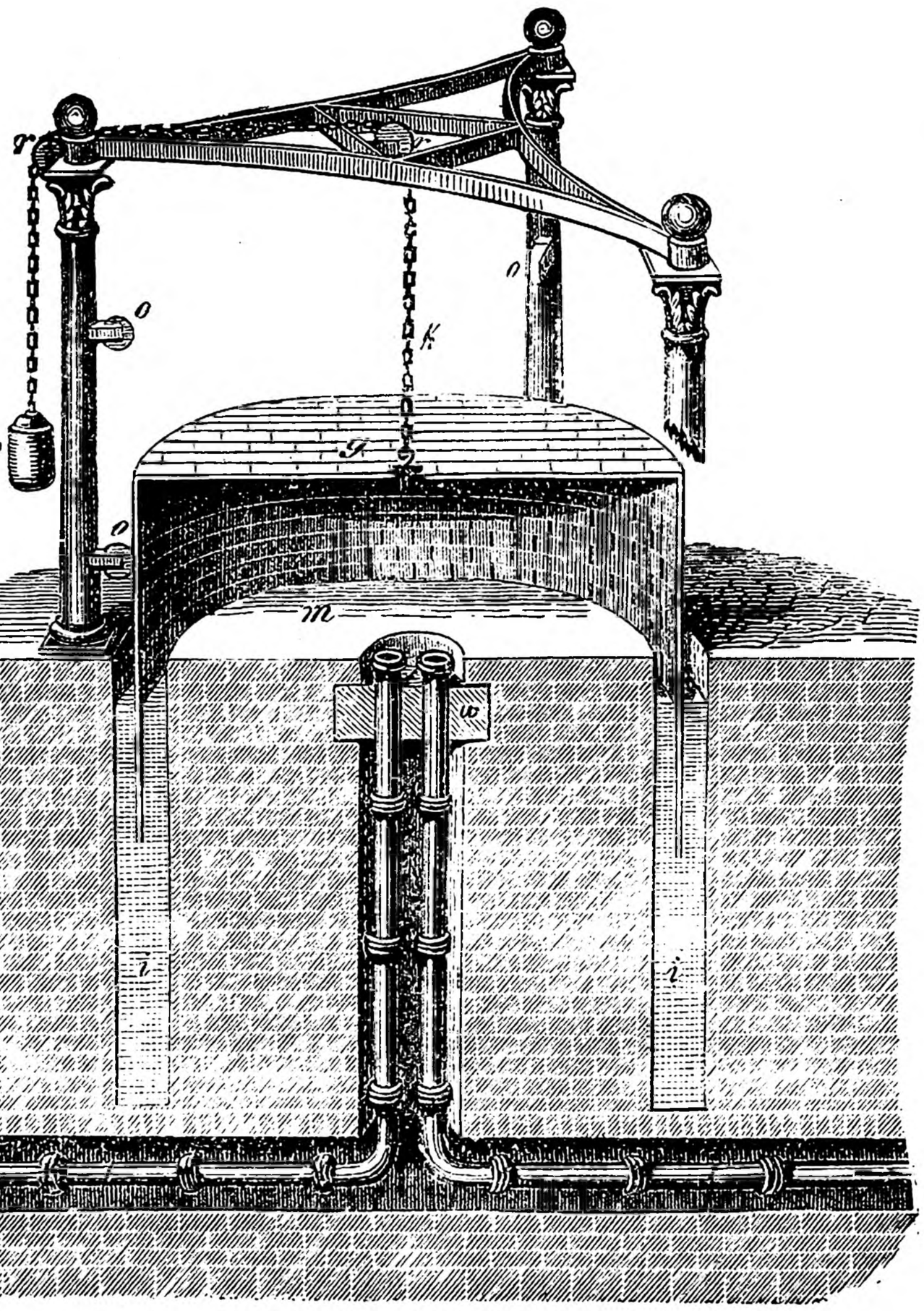
Рис. 30.



жару. При этомъ развивается газъ, который однакожъ всегда бываетъ смѣшанъ съ парами, дегтемъ, сѣроводородомъ, амміакомъ и углекислотою, и который слѣдовательно необходимо очистить отъ этой примѣси; для чего его проводятъ въ горизонтально расположенный цилиндръ *aa*, гдѣ отлагается деготь, который отъ времени до времени выпускается черезъ кранъ *k*; въ этомъ же цилиндрѣ сгущается и вода, содержащая амміакъ.

Каменноугольный же газъ проводятъ черезъ нѣсколько пріемниковъ, въ которыхъ на моховой подстилкѣ положена влажная известь, привлекающая къ себѣ изъ газа сѣроводородъ и углекислоту. Затѣмъ свѣтильный газъ проводятъ черезъ сѣрную кислоту для окончательнаго очищенія его отъ оставшейся еще въ немъ примѣси амміачнаго газа. Послѣ всѣхъ этихъ операцій онъ уже годенъ для освѣщенія, и потому собирается въ *газометръ* (рис. 31), представляющій большой жестяной сосудъ,

Рис. 31.



висящій въ резервуарѣ, наполненномъ водою. Сбоку виситъ тяжесть p, посредствомъ которой этотъ сосудъ можно поднимать и опускать. Газъ, проникая въ газометръ черезъ трубу t', постепенно подымаетъ его и это продолжается до тѣхъ поръ, пока

онъ не наполнится имъ, послѣ чего кранъ закрывается. Когда нужно проводить газъ въ разныя мѣста его назначенія, то открываютъ кранъ трубы *t*, а на газометръ кладутъ тяжесть для постепеннаго погруженія его въ воду. Подобные газометры обыкновенно бываютъ громадной величины.

§ 62. Каменноугольный газъ есть смѣсь обоихъ видовъ углеводородныхъ газовъ съ окисью углерода и водородомъ въ различныхъ количествахъ, смотря по свойству угля и способу приготовленія.

Въ ретортахъ, послѣ добыванія каменноугольнаго газа, остается сѣрочерный, скважистый уголь, извѣстный подъ названіемъ *кокса*, и который употребляется какъ топливо.

Свѣтильный газъ безцвѣтенъ, но онъ имѣетъ особенный запахъ, происходящій отъ паровъ примѣшанныхъ къ нему летучихъ маслъ, которыя усиливаютъ свѣтъ газа. Хорошій газъ не долженъ ни мутить известковой воды, ни чернить раствора свинца, ни окрашивать красной лакмусовой настойки въ синій цвѣтъ, иначе онъ не чистъ и содержитъ въ себѣ углекислоту, сѣроводородъ и амміакъ, которые дѣлаютъ его негоднымъ для освѣщенія. Сила свѣта его опредѣляется фотометромъ. Опыты показали, что обыкновенное газовое пламя замѣняетъ отъ 10 до 12 свѣчей. Свѣтильный газъ, если только онъ не содержитъ въ себѣ углекислоты, бываетъ тѣмъ лучше, чѣмъ онъ тяжелѣе, потому что тогда онъ заключаетъ въ себѣ больше двойнаго углекислаго газа, отъ котораго всего болѣе усиливается свѣтъ. Такъ какъ плотность его среднимъ числомъ вдвое меньше плотности воздуха, то его часто употребляютъ для наполненія воздушныхъ шаровъ, и даже предпочитаютъ его водороду, который, правда, легче его, но за то гораздо дороже.

При добываніи каменноугольнаго газа подъ конецъ отдѣляются разные газы, которые обладаютъ меньшею свѣтильною способностью, но за то могутъ развивать большой жаръ, отчего ихъ собираютъ не для освѣщенія, а для топлива.

§ 63. *Древесный газъ*, который былъ введенъ сперва въ Мюнхенѣ въ 1851 году, а затѣмъ и во многихъ германскихъ городахъ, добывается нагрѣваніемъ дерева, причемъ главное дѣло состоитъ въ томъ, чтобы по мѣрѣ возможности превращать образующійся деготь въ газъ; а для этого нагрѣваніе надо производить всегда въ такой ретортѣ, объемъ которой былъ бы въ три раза больше объема употребляемаго дерева.

Древесный газъ имѣетъ передъ каменноугольнымъ то преимущество, что его не нужно очищать отъ сѣроводорода и амміака; но съ другой стороны изъ него довольно трудно выдѣлять углекислоту, которой въ немъ содержится значительное количество. Побочные продукты, получаемые при добываніи древеснаго газа, суть: древесный деготь, древесный уксусъ и древесный уголь.

Обыкновенно газовымъ пламенемъ сгараетъ въ часъ отъ 4 до 5 кубическихъ футовъ газа. 1000 кубическихъ футовъ каменноугольнаго газа стоятъ въ Берлинѣ 3 гульдена, а въ Майнцѣ 5 гульденовъ; 1000 кубическихъ футовъ древеснаго газа стоятъ въ Мюнхенѣ и Дармштадтѣ 6 гульденовъ. Изъ одного фунта каменнаго угля добывается отъ $4^1/_2$ до 5 кубическихъ футовъ свѣтильнаго газа; изъ одного фунта дерева — $4^1/_2$ кубическихъ футовъ; изъ одного фунта масла—отъ 22 до 25 кубическихъ футовъ; а изъ одного фунта смолы—13 кубическихъ футовъ свѣтильнаго газа.

§ 64. *Пламя*. Газообразныя тѣла всегда горятъ пламенемъ; а жидкія и твердыя тѣла только въ такомъ случаѣ, если они подъ вліяніемъ жара предварительно превратились въ паръ или разложились на газообразныя вещества; по этому большая часть тѣлъ, напр. водородъ, свѣтильный газъ, винный спиртъ, масло, сѣра, фосфоръ, дерево и даже нѣкоторые металлы, какъ напр. калій и цинкъ, сгараютъ пламенемъ. Напротивъ того, уголь и желѣзо сгараютъ всегда безъ пламени.

Яркій свѣтъ распространяютъ только твердыя раскаленныя тѣла; поэтому пламена, въ которыхъ нѣтъ раскаленныхъ твер-

дыхъ веществъ, горятъ всегда очень тускло, какъ это бываетъ напр. съ пламенами водорода, простаго углеводорода и виннаго спирта. Двойной углеводородный газъ, напротивъ того, горитъ очень ярко, потому что во время сгаранія онъ разлагается на простой углеводородъ и уголь, а послѣдній, мелко раздробленный въ пламени, накаливается до бѣла и потому способствуетъ къ распространенію яркаго свѣта. При сгараніи фосфора также распространяется ослѣпительный свѣтъ, потому что при этомъ образуется твердая бѣлая фосфорная кислота. Подобный же процессъ совершается при сгараніи мышьяка и цинка. Когда въ слабо свѣтящееся пламя водорода и гремучаго газа кладутъ спирально свернутую платиновую проволоку или кусочекъ извести, то оно начинаетъ горѣть яркимъ свѣтомъ.

Рис. 32.



Если станемъ разсматривать обыкновенное пламя напр. свѣчки (рис. 32), то увидимъ въ немъ три различные слоя: самая внутренняя часть *aa'* представляется тусклою, не святящеюся; она происходитъ отъ газовъ и паровъ, образующихся вслѣдствіе разложенія горючаго матеріала; слѣдующій за нею слой пламени распростаняетъ яркій свѣтъ, потому что здѣсь горѣніе совершается при выдѣленіи углерода въ раскаленномъ состояніи; наконецъ наружный край пламени *bcd* не такъ ярокъ, потому что здѣсь совершается окончательное сгараніе при непосредственномъ доступѣ кислорода воздуха, отчего и эта часть пламени самая горячая. Всего лучше можно разсмотрѣть эти три слоя пламени, если держать надъ ними проволочную рѣшетку (см. р. 29, стр. 83), потому что тогда пламя представляется въ видѣ цвѣточной чашечки.

При недостаточномъ доступѣ воздуха сгараетъ не весь углеродъ, потому что часть его отдѣляется въ видѣ *сажи* или *копоти*. Слѣдовательно лампы (напр. Арганда), въ которыхъ воздухъ имѣетъ доступъ какъ снаружи, такъ и снутри, даютъ

самый яркій свѣтъ. Пламя свѣтильнаго газа также выдѣляетъ копоть и потому ему нарочно всегда даютъ широкую форму, чтобы копоть улетучивалась въ воздухѣ: когда его хотятъ употребить для стряпни, его предварительно смѣшиваютъ съ воздухомъ съ помощью особыхъ снарядовъ.

Углеродистый азотъ, ціанъ или синеродъ, C_2N=Cy.

§ 65. Уголь соединяется съ азотомъ только при извѣстныхъ условіяхъ, и всего скорѣе при накаливаніи угля, содержащаго въ себѣ азотъ (§ 55), съ какимъ нибудь металломъ; тогда углеродъ соединяется съ азотомъ, а образовавшійся ціанъ вступаетъ въ соединеніе съ металломъ.

Ціанъ получается при нагрѣваніи ціанистой ртути, HgCy, въ видѣ безцвѣтнаго газа, имѣющаго острый запахъ; если его зажигаютъ, то онъ горитъ красивымъ пламенемъ краснаго цвѣта, похожаго на персиковый. Относительно своихъ соединеній газъ этотъ имѣетъ большое сходство съ хлоромъ, бромомъ и іодомъ, такъ что иные химики описываютъ его вмѣстѣ съ этими тѣлами и, вмѣсто C_2N, обозначаютъ его простымъ знакомъ Cy. Названіе ціанъ (что означаетъ синеродъ) дано ему потому, что онъ въ соединеніи съ желѣзомъ образуетъ такъ называемую *берлинскую лазурь* или *синьку*.

Съ водородомъ ціанъ образуетъ *ціановодородную* или *синильную кислоту*, CyH, которая добывается при перегонкѣ ціанистой ртути съ соляною кислотою: HgCy+ClH=CyH+ClHg.—Синильная кислота газъ безцвѣтный, имѣющій особенный запахъ горькаго миндаля; она легко растворяется въ водѣ и сообщаетъ ей всѣ свои свойства.

Синильная кислота одинъ изъ страшнѣйшихъ ядовъ, особенно въ чистомъ безводномъ состояніи. Однакожъ, разведенная въ водѣ она употребляется въ медицинѣ какъ лекарство, особенно

противъ раздраженія нервовъ. Зерна нѣкоторыхъ плодовъ, а въ особенности горькій миндаль и лавровишневые листья, которые содержатъ въ себѣ незначительныя количества синильной кислоты, также употребляются въ медицинѣ, равно и для приправы разныхъ печеній и для приготовленія вишневки.

Сѣроуглеродъ, CS_2.

Удѣльный вѣсъ 1,294; точка кипѣнія 48° Ц.

§ 66. *Добываніе.* Въ глиняной или желѣзной трубѣ накаливаютъ древесный уголь, затѣмъ въ нее черезъ отверстіе вводятъ сѣру, пары которой, приходя въ прикосновеніе съ раскаленнымъ углемъ, соединяются съ нимъ и обращаются въ летучее тѣло, которое проводятъ въ холодильникъ, гдѣ оно сгущается и образуетъ совершенно прозрачную жидкость—*сѣроуглеродъ*. Это чрезвычайно летучая жидкость, имѣющая весьма сильный непріятный запахъ и сильно преломляющая свѣтъ, такъ что въ заключающемъ ее сосудѣ можно видѣть оттѣнки прекрасныхъ цвѣтовъ (ср. Физику § 181). Если на часовое стекло налить нѣсколько капель воды и затѣмъ, прибавивъ нѣсколько сѣроуглерода, дуновеніемъ рта способствовать скорому испаренію жидкости, то вода застынетъ въ нѣсколько секундъ. Сѣроводородъ легко растворяетъ сѣру, кавчукъ, смолы, масла и жиры и употребляется для волканизированія кавчука (1) и для выдѣленія жировъ.—Фунтъ сѣроуглерода стоитъ 24 крейцера (24 копѣйки).

---

(1) Кавчукъ, смѣшанный съ сѣрою, называется волканизированнымъ.

12. *Кремній.*

Silicium: Si=21,3.

§ 67. Въ свободномъ состояніи, кремній нигдѣ не встрѣчается въ природѣ, но въ соединеніи съ кислородомъ, въ видѣ *кремневой кислоты*, SiO_3, онъ входитъ въ составъ большей части минераловъ, такъ что, послѣ кислорода, кремній можетъ считаться главною составною частью земной коры.

Въ чистомъ видѣ (т. е. отдѣленный отъ кислорода) кремній представляетъ блестящіе, сѣрочерные, листоватые кристаллы, или сѣробурый порошокъ, который не летучъ и при нагрѣваніи съ кислородомъ опять превращается въ бѣлую кремневую кислоту.

Соединенія кремнія. Кремневая кислота, SiO_3, встрѣчается въ разныхъ степеняхъ чистоты:

Горный хрусталь, который въ особенности часто находятъ въ пещерахъ горы ст. Готгарда, представляетъ чистую, кристаллизованную кремневую кислоту. *Бѣлый кварцъ* и *рейнскій кремень* едва содержатъ въ себѣ какую нибудь постороннюю примѣсь; а обыкновенный кремень, агатъ, карнеолъ, яшма, песокъ и песчаникъ представляютъ смѣсь кремневой кислоты съ различными посторонними веществами. Но всѣ эти виды камней отличаются своею твердостью, потому что всѣ они, ударяясь о сталь, издаютъ искры. Сама по себѣ кремневая кислота растопляется только въ самомъ сильномъ огнѣ; съ металлическими окисями она, подъ вліяніемъ калильнаго жара, образуетъ нѣсколько соединеній, которыя чрезвычайно важны для технической промышленности, такъ какъ къ нимъ принадлежатъ между прочимъ и стекло, фарфоръ и глиняныя издѣлія.

Если кремневую кислоту накаливать съ ѣдкою щелочью, напр. натромъ или кали, то она съ ними образуетъ соединенія, лег-

ко растворяющіяся въ водѣ, изъ которой, по прибавленіи къ ней какой нибудь сильной кислоты, выдѣляется слабая кремневая кислота въ видѣ студенистой массы; если эту послѣднюю высушить, то она образуетъ легкій бѣлый порошокъ. Этотъ видъ кремневой кислоты *растворимъ* въ водѣ, но когда ее нагрѣваютъ, она утрачиваетъ эту способность.

Въ этомъ растворенномъ видѣ кремневая кислота находится въ большей части ключей и потому переходитъ въ растенія, для которыхъ она, по видимому, столь же необходима, какъ соль для человѣка. Нѣкоторыя изъ нихъ, особенно злаки, содержатъ въ себѣ очень много кремневой кислоты, которую находятъ въ золѣ оставшейся послѣ ихъ сгаранія. Способность нѣкоторыхъ злаковъ (напр. carex) рѣзать зависитъ отъ отложенія въ ихъ клѣтчаткахъ мелкихъ твердыхъ кусковъ кремневой кислоты. Раковины нѣкоторыхъ слизняковъ и полиповъ также состоятъ преимущественно изъ кремневой кислоты.

Кремневая кислота не имѣетъ кислаго вкуса и выказываетъ весьма незначительное сродство къ другимъ тѣламъ, отчего ее и называютъ также *кремнеземомъ*.

Фтороводородная кислота растворяетъ всѣ виды кремневой кислоты.

Съ водородомъ кремній образуетъ газообразное соединеніе, которое на воздухѣ воспламеняется само собою.

13. *Боръ*.

Borum: B.=11.

§ 68. Боръ принадлежитъ къ болѣе рѣдкимъ тѣламъ; его находятъ преимущественно въ нѣкоторыхъ вулканическихъ озерахъ, но не въ свободномъ состояніи, а всегда въ соединеніи съ кислородомъ въ видѣ *борной кислоты*, BO_3. Изъ этой кислоты боръ добывается какъ въ видѣ твердыхъ кристалловъ

(весьма похожихъ на алмазъ), такъ и въ видѣ графитоподобныхъ пластинокъ и шоколаднаго порошка, такъ что по наружному виду углеродъ, кремній и боръ очень похожи другъ на друга.

Борная кислота выдѣляется изъ воды вулканическихъ странъ въ видѣ бѣлаго порошка; а по очищеніи своемъ представляетъ безцвѣтныя кристаллическія пластинки, которыя, растворяясь въ винномъ спиртѣ, сообщаютъ ему способность горѣть прекраснымъ *зеленымъ* пламенемъ, и оттого его употребляютъ для разноцвѣтнаго освѣщенія. Борная кислота, сплавленная съ солями, вытѣсняетъ всѣ другія кислоты изъ ихъ соединеній, хотя она слабѣе ихъ, потому что она не улетучивается; при этомъ она съ металлическими окисями образуетъ стекловидныя соединенія.

2. Металлы.

§ 69. Всѣ металлы, за исключеніемъ ртути, представляютъ твердыя тѣла, которыя однакожъ подъ вліяніемъ высокой температуры плавятся, а при очень высокой температурѣ даже превращаются въ пары. Они лучше всѣхъ другихъ тѣлъ проводятъ электричество и теплоту, а на чистой гладкой поверхности ихъ свѣтъ отражается всегда яркимъ блескомъ, который называется *металлическимъ*. Большая часть металловъ имѣютъ значительную плотность, но вмѣстѣ съ тѣмъ обладаютъ тягучестью и ковкостью, такъ какъ частицы ихъ крѣпко держатся вмѣстѣ, и потому ихъ также не трудно вытягивать въ проволоку.

Къ кислороду металлы имѣютъ большею частью сильное сродство, и въ природѣ они обыкновенно встрѣчаются въ соединеніи съ этимъ газомъ. Металлическія окиси, въ противоположность окисямъ металлоидовъ, образуютъ преимущественно соединенія, имѣющія *щелочныя* свойства, и только немногія высшія соединенія металловъ съ кислородомъ имѣютъ харак-

теръ кислотъ и потому называются *металлическими кислотами*. Но эти послѣднія относительно химическаго сродства, всегда слабѣе крѣпкихъ кислотъ сѣры, азота, фосфора и соляной кислоты.— Большая часть металлическихъ окисей не растворяется въ водѣ.

Химическое сродство металловъ къ кислороду въ особенности выказывается въ отношеніи ихъ къ водѣ; потому что нѣкоторые изъ нихъ отнимаютъ у нея кислородъ уже при обыкновенной температурѣ, другіе при температурѣ кипѣнія воды, а иные только при калильномъ жарѣ, между тѣмъ, какъ другая группа металловъ ни при какихъ обстоятельствахъ не отнимаетъ у воды кислорода. Разныя степени окисленія металловъ уже указаны нами въ § 27. Отъ соединенія металлическихъ окисей или щелочей съ кислотами происходятъ *соли*.

Въ химіи различаютъ три вида солей: а) *среднія соли*, въ которыхъ на одинъ пай щелочи приходится одинъ пай кислоты; b) *кислыя соли*, въ которыхъ число паевъ кислоты превышаетъ число паевъ щелочи; и с) *щелочныя соли*, въ которыхъ число паевъ щелочи превышаетъ число паевъ кислоты; напримѣръ:

$KOSO_3$ = среднее сѣрнокислое кали.
$KO2SO_3$ = кислое сѣрнокислое кали.
$HgONO_5$ = средняя азотнокислая окись ртути.
$2HgONO_5$ = щелочная азотнокислая окись ртути.
$3HgONO_5$ = тройная щелочная азотнокислая окись ртути.

При этомъ дѣленіи солей дѣйствіе ихъ на красильныя растительныя вещества не принимается въ соображеніе, потому что оно не можетъ служить отличительнымъ признакомъ, такъ какъ напр. углекислое кали ($KOCO_2$) оказываетъ на нихъ щелочное, а сѣрнокислый глиноземъ (Al_2O3SO_3) — кислое дѣйствіе, хотя по принятому нами правилу обѣ эти соли считаются средними.

Двойными солями называются соединенія двухъ солей, образовавшихся изъ одной и той же кислоты, какъ это мы ви-

димъ напр. въ *квасцахъ*, состоящихъ изъ двухъ солей — изъ сѣрнокислаго кали и сѣрнокислаго глинозема:

$$KOSO_3 + Al_2O_3 3SO_3.$$

Такъ какъ каждая кислота можетъ образовать соль съ любою щелочью, то весьма естественно, что число солей должно быть очень велико, и что свойства ихъ обусловливаются или содержащеюся въ нихъ кислотою, или щелочью. Такъ напр. азотнокислыя и хлорокислыя соли имѣютъ вообще окисляющее свойство и могутъ даже производить взрывы; соли натра имѣютъ соленой вкусъ, соли кали — соленогорькій, соли магнезіи—горькій, а соли глинозема сладковатый вкусъ.

Окиси металловъ, приходя въ прикосновеніе съ какою нибудь *водородною* кислотою, напр. съ соляною, ClH, немедленно разлагаются и образуютъ воду и хлористый металлъ: $ClH + KO = HO + KCl$.

Къ хлору металлы имѣютъ большое сродство и образуютъ съ нимъ *среднія* соединенія, имѣющія такіе же наружные признаки, какъ и соли. Они большею частью растворимы въ водѣ и встрѣчаются въ природѣ относительно рѣдко. Такое же отношеніе къ металламъ имѣютъ *іодъ*, *бромъ*, *фторъ* и *ціанъ* (см. § 65), которые, благодаря своей способности образовать съ металлами соли, называются *галогенами* или *солеродами*, а самыя соли ихъ—*галлоидами*, для отличія отъ солей, которыя образуются отъ соединенія металловъ съ кислотами. Для примѣра приведемъ нѣкоторыя соли изъ хлористаго металла:

Hg_2Cl = хлороватая ртуть.
$HgCl$ = хлористая ртуть.
$FeCl$ = хлористое желѣзо.
Fe_2Cl_3 = двутреххлористое желѣзо.

Въ природѣ, послѣ кислорода, металлы всего чаще встрѣчаются въ соединеніи съ *сѣрою*. Естественныя соединенія сѣры съ металлами обыкновенно имѣютъ желтоватый цвѣтъ съ металлическимъ блескомъ, между тѣмъ какъ искуственнымъ обра-

зомъ приготовленныя соединенія большею частью представляютъ порошокъ различныхъ цвѣтовъ (см. § 43). Иные сѣрные металлы имѣютъ сильныя *щелочныя* свойства, а въ высшихъ соединеніяхъ обнаруживаются свойства кислотъ, такъ какъ они съ нисшими соединеніями образуютъ *сѣрныя соли*.

Сѣрные металлы имѣютъ большое сродство къ кислороду; многіе изъ нихъ поглощаютъ его изъ воздуха или изъ воды и превращаются въ сѣрнокислыя окиси металловъ, между тѣмъ какъ другіе для этого необходимо нагрѣвать.—Если обливаютъ сѣрный металлъ какою нибудь кислотою, то происходятъ *сѣроводородъ* и соль окиси.

Сплавленные металлы называются *лигатурою*, которая всегда имѣетъ среднія свойства своихъ составныхъ частей. Ртуть растворяетъ всѣ металлы, за исключеніемъ желѣза, и образуетъ съ ними такъ называемую *амальгаму* или *сортутку*.

§ 70. *Раздѣленіе металловъ*. Въ слѣдующей таблицѣ металлы распредѣлены по ихъ свойствамъ:

А. **Легкіе металлы**.

Плотность менѣе 3. Никогда не встрѣчаются въ природѣ въ свободномъ состояніи; соли ихъ, за немногими исключеніями, всѣ безцвѣтны, не ядовиты и составляютъ существенную часть питательныхъ веществъ животныхъ и растеній; въ чистомъ, металлическомъ состояніи они употребляются рѣдко.

Свойства ихъ окисей.	*сѣрныхъ соединеній.*
Крѣпкія щелочи; имѣютъ большое сродство къ водѣ и образуютъ съ нею гидраты; уступаютъ свой кислородъ углю только при калильномъ жарѣ.	Крѣпкія щелочи; окисляются на воздухѣ и образуютъ сѣрнокислыя соли окисей; въ соединеніи съ кислотою онѣ развиваютъ сѣроводородъ.

a. *Щелочные металлы.*

(Калій и натрій.)

Разлагаютъ воду при обыкновенной температурѣ.

Очень ѣдки; самыя крѣпкія щелочи, потому что вытѣсняютъ всѣ другія окиси изъ ихъ соединеній съ кислотами; легко растворяются въ водѣ; не выдѣляютъ содержащейся въ нихъ воды даже при самомъ сильномъ жарѣ; сильно поглощаютъ изъ воздуха углекислоту.

Ѣдки; крѣпкія щелочи; легко растворяются въ водѣ; растворяютъ много сѣры, которую они, по прибавленіи къ нимъ кислоты, выдѣляютъ, въ видѣ бѣлаго порошка, такъ называемаго *сѣрнаго молока*; ихъ также называютъ *сѣрною печенію*.

b. *Металлы щелочныхъ земель.*

(Кальцій, барій, стронцій и магній.)

Разлагаютъ воду при обыкновенной температурѣ.

Ѣдки; крѣпкія щелочи; растворяются въ водѣ; теряютъ воду при незначительной температурѣ; сильно притягиваютъ угольную кислоту. Окись магнія ѣдкая, но слабая щелочь.

Ѣдки; крѣпкія щелочи; растворяютъ сѣру; въ водѣ иныя растворяются, другія не растворяются.

c. *Металлы земель.*

(Глиній, берилій и цирконій.)

Разлагаютъ воду при температурѣ выше 100° Ц.

Не ѣдки; слабыя щелочи, нерастворяющіяся въ водѣ.

Нерастворимы въ водѣ.

B. **Тяжелые металлы.**

Удѣльный вѣсъ болѣе 6. Употребляются преимущественно въ

металлическомъ состояніи; соли ихъ большею частью ядовиты и яркаго цвѣта.

Свойства ихъ

окисей.

Болѣе слабыя щелочи, чѣмъ предыдущія, отчасти кислоты; въ водѣ нерастворимы; содержащуюся въ нихъ воду они теряютъ уже при незначительной температурѣ.

сѣрныхъ соединеній.

Среднія соединенія; въ водѣ нерастворимы; однакожъ сюрьма и нѣкоторые болѣе рѣдкіе металлы образуютъ съ сѣрою соединенія, которыя имѣютъ свойства кислотъ.

a. *Неблагородные металлы.*

(Желѣзо, марганецъ, хромъ, кобальтъ, никель, цинкъ, олово, свинецъ, висмутъ, сюрьма и мѣдь.)

Находятся въ природѣ большею частью въ соединеніи съ кислородомъ и нерѣдко также въ соединеніи съ сѣрою и мышьякомъ, рѣдко въ самородномъ состояніи; на воздухѣ они легко окисляются; разлагаютъ воду при краснокалильномъ жарѣ.

Всѣ, за немногими исключеніями, растворимы въ крѣпкихъ кислотахъ; когда ихъ раскаливаютъ съ углемъ въ краснокалильномъ жару, то они освобождаютъ свой кислородъ; большая часть изъ нихъ не плавится; нелетучи.

Естественныя соединенія большею частью имѣютъ сходство съ желтою мѣдью и называются *колчеданами* и *обманками*; искуственныя имѣютъ различные цвѣта, указанные нами въ § 43; когда ихъ нагрѣваютъ на воздухѣ, они превращаются частью въ окиси, частью въ сѣрнокислыя соли.

b. *Благородные металлы.*

(Ртуть, серебро, золото и платина.)

Находятся въ природѣ большею частью въ самородномъ состояніи; не измѣняются на воздухѣ; воды не разлагаютъ.

Имѣютъ болѣе свойства кислотъ, чѣмъ щелочей; отъ накаливанія разлагаются на кислородъ и металлъ.

Послѣ накаливанія отъ нихъ остается всегда чистый металлъ, за исключеніемъ сѣрнистой ртути.

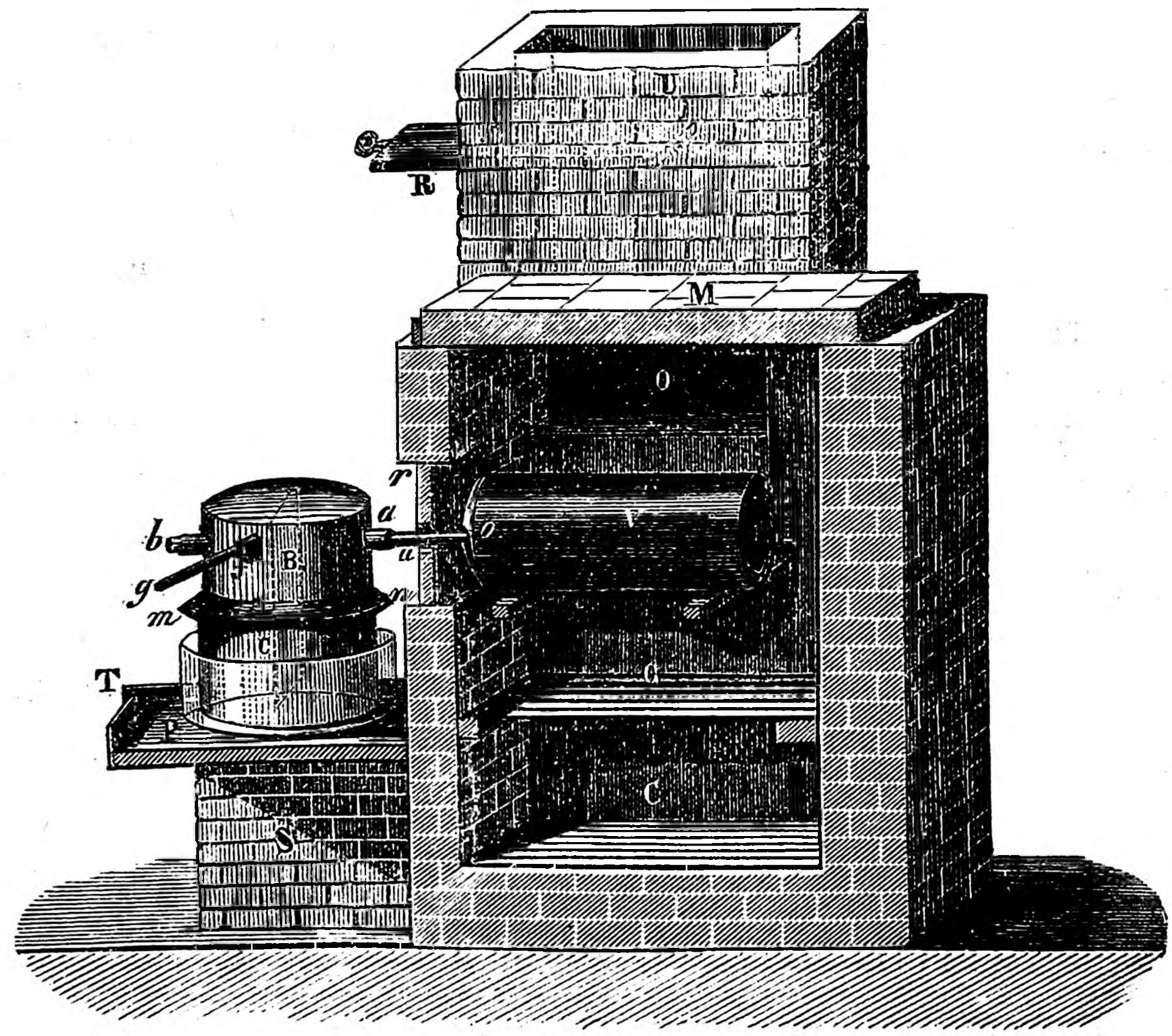
a. Легкіе металлы.

14. *Калій* или *Потассій*.

Kalium: K=39. Удѣльный вѣсъ=0,8; открытъ въ 1807 году.

§ 71. Когда смѣсь углекислаго кали ($KOCO_2$) и угольнаго порошка подвергаютъ калильному жару въ желѣзной ретортѣ *V* (рис. 33), то уголь отнимаетъ у *KO* кислородъ, а калій въ видѣ зеленоватыхъ паровъ переходитъ въ мѣдный пріемникъ *A*, до половины наполненный горнымъ масломъ; здѣсь онъ, сгущаясь, при-

Рис. 33.



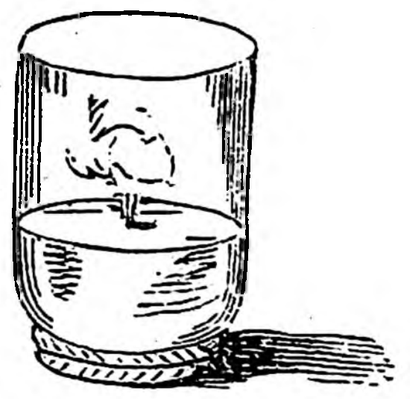
нимаетъ видъ твердыхъ шариковъ виличиною съ горошину. Для болѣе быстраго охлажденія паровъ пріемникъ покрываютъ проволочною корзинкою, наполненною льдомъ. Хотя снаряды, необходимые для добыванія калія, вовсе не такъ дороги, однако

затрудненія, съ которыми сопрягалось приготовленіе этого металла, были причиною тому, что прежде онъ продавался по весьма высокой цѣнѣ; теперь же, благодаря большимъ фабрикамъ, онъ, какъ и натрій, сталъ довольно дешевъ.

Калій имѣетъ серебристый блескъ и до того мягокъ, что его можно мять въ рукахъ и рѣзать ножемъ. Всего замѣчательнѣе его сильное сродство къ кислороду: приходя въ прикосновеніе съ воздухомъ, онъ тотчасъ же поглощаетъ изъ него кислородъ и вслѣдствіе того покрывается сѣрымъ слоемъ окиси калія. Вообще онъ быстро отнимаетъ кислородъ у всѣхъ тѣлъ, съ которыми приходитъ въ прикосновеніе, а потому въ металлическомъ или чистомъ видѣ его можно сохранять не иначе, какъ держа его въ горномъ маслѣ, которое не содержитъ въ себѣ кислорода, а состоитъ изъ углерода и водорода, **CH**.

Очень любопытно наблюдать за дѣйствіемъ калія на воду: если кусочекъ калія бросить на воду, **HO**, налитую въ глубокій сосудъ (рис. 34), то онъ соединится съ кислородомъ воды при развитіи такой сильной теплоты, что освободившійся водородъ воспламенится, а испаряющійся въ то же время калій сообщитъ пламени красивый блѣднофіолетовый цвѣтъ. При этомъ пылающій металлъ съ шипѣніемъ движется на поверхности воды до тѣхъ поръ, пока не сгоритъ совершенно и не превратится весь въ окись калія, которая немедленно растворяется въ водѣ.

Рис. 34.



Въ технической промышленности чистый калій не находитъ себѣ никакого примѣненія, но химики пользуются сильнымъ сродствомъ этого металла къ кислороду и употребляютъ его для раскисленія многихъ окисловъ, напр. борной кислоты, кремневой кислоты, окиси магнія и пр. Одинъ лотъ (3 золотника) калія стоитъ $2^5/_6$ гульдена (1 р. 70 к.).

§ 72. *Соединенія калія.*—Углекислое кали, $KOCO_2$, служащее для добыванія всѣхъ другихъ соединеній калія, полу-

чается изъ древесной золы, которую для этого обливаютъ горячею водою, причемъ стекающую бурую жидкость выпариваютъ до суха, а остатокъ накаливаютъ. Получаемая такимъ способомъ сѣроватобѣлая масса называется *поташемъ* и содержитъ въ себѣ около 40 процентовъ другихъ солей, по удаленіи которыхъ остается чистое, совершенно бѣлое углекислое кали, имѣющее *слабый* щелочный вкусъ и окрашивающій красную лакмусовую бумажку въ синій цвѣтъ, потому что углекислота вовсе не такъ крѣпка, чтобы она могла уничтожать щелочныя свойства окиси калія. На воздухѣ эта соль сильно вбираетъ въ себя воду, такъ что наконецъ совершенно расплывается.

Изъ золы разныхъ растеній добывается далеко неодинаковое количество поташа: изъ 1000 фунтовъ сосноваго дерева его получается всего 0,45 Ф., а изъ такого же количества буковаго дерева—1,45 Ф.; изъ дубовой коры—4 Ф.; изъ соломы—5 Ф.; изъ коры буковаго дерева—6 Ф.; изъ бобовыхъ листьевъ—20 Ф.; изъ крапивы—25 Ф.; изъ волчеца—35 Ф.; изъ полыни—73 Ф. Добываніе поташа производится въ лѣсистыхъ областяхъ Германіи и Россіи, а въ особенности въ огромныхъ лѣсахъ Америки.

Поташъ употребляется для добыванія всѣхъ другихъ соединеній калія, а въ особенности для приготовленія квасцовъ, мыла и стекла. Центнеръ поташа стоитъ 15 гульденовъ.

§ 73. *Окись калія*, **KO**, или просто *кали*, какъ его обыкновенно называютъ, получается въ соединеніи съ водою, т. е. какъ *гидратъ кали* (водная окись калія), **KOHO**, если въ водный растворъ углекислаго кали до тѣхъ поръ прибавляютъ гашенной извести, пока послѣдняя не поглотитъ всю углекислоту,—что узнается слѣдующимъ образомъ: небольшую часть раствора процѣживаютъ, затѣмъ прибавляютъ къ нему нѣсколько соляной кислоты, и если жидкость при этомъ не зашипитъ, то это значитъ, что въ ней болѣе нѣтъ углекислоты. Затѣмъ, давъ жидкости нѣсколько отстояться, ее выпариваютъ до суха и наконецъ раскаливаютъ, причемъ водное кали получается въ видѣ

бѣлой твердой массы, извѣстной подъ названіемъ *ѣдкаго камня* или *ѣдкаго кали*.

Растворъ кали, называемый *ѣдкою щелочью*, оказывается въ высшей степени щелочнымъ (ср. § 20) и ѣдкимъ. Онъ разлагаетъ, или лучше сказать, разъѣдаетъ всѣ растительныя и животныя вещества, особенно жиры, а потому съ нимъ надо быть очень осторожнымъ; а такъ какъ онъ дѣйствуетъ разрушительно даже на всѣ кремнистые сосуды, то какъ приготовленіе его, такъ и обработываніе имъ другихъ веществъ должны быть предпринимаемы не иначе, какъ въ желѣзныхъ или серебряныхъ сосудахъ.

Водная окись калія въ твердомъ видѣ употребляется въ медицинѣ, подъ названіемъ ѣдкаго камня (lapis causticus), для прижиганія, а растворъ ея для *приготовленія мыла*. На воздухѣ кали поглощаетъ углекислоту и, постепенно превращаясь такимъ образомъ въ углекислое кали, въ тоже время утрачиваетъ свои ѣдкія свойства.

§ 74. *Азотнокислое кали*, $KONO_5$, извѣстное въ общежитіи подъ названіемъ *селитры*, есть одно изъ самыхъ важныхъ соединеній кали. Мы его получаемъ подъ названіемъ *индійской селитры*, изъ Остъ-Индіи и Египта, гдѣ она вывѣтривается изъ почвы, или разложеніемъ чилійской селитры (состоящей изъ азотнокислаго натра, $NaONO_5$, и привозимой изъ Америки) поташемъ. Въ Европѣ селитру добывали также тѣмъ же способомъ, какимъ добывалась азотная кислота. Въ § 39 мы уже видѣли, что азотъ соединяется съ кислородомъ только при особенныхъ обстоятельствахъ, а это обыкновенно бываетъ, когда животныя азотистыя вещества приводятся въ соприкосновеніе съ окисями металловъ; причемъ образуется азотная кислота, которая соединяется съ окисью металла. Такимъ образомъ соль эта всего чаще образуется въ хлѣвахъ, близъ навозныхъ кучъ или вообще въ такихъ мѣстахъ, гдѣ животныя вещества подвергаются гніенію; по этому на стѣнахъ хлѣвовъ или конюшень нерѣдко образуется слой мелкихъ кристалловъ

селитры, имѣющихъ горьковатый прохладительный вкусъ. Согласно тому для добыванія селитры смѣшиваютъ животныя вещества, навозъ, съ влажною землею, содержащею кали и известь. Изъ этой массы образовавшуюся селитрянную соль выщелачиваютъ горячею водою и очищаютъ частымъ кристаллизованіемъ, такъ что она наконецъ получается въ видѣ красивыхъ шестисторонныхъ столбиковъ.

Селитра имѣетъ прохладительный соленой вкусъ и употребляется какъ въ медицинѣ, такъ и для приготовленія азотной кислоты; кромѣ того она служитъ также превосходнымъ средствомъ для удобренія земли. Въ жару она растапливается и если съ нею приходятъ въ ирикосновеніе горючія вещества, то послѣднія, подъ вліяніемъ кислорода селитры, сгараютъ сильнымъ пламенемъ. На этомъ основывается употребленіе этой соли для приготовленія пороха.—Центнеръ селитры стоитъ 28 гульденовъ.

Порохъ приготовляется слѣлующимъ образомъ: берутъ 75 частей селитры, 12 частей сѣры и 13 частей угля, растираютъ все это въ мелкій порошокъ и затѣмъ превращаютъ въ тѣсто, которое потомъ протираютъ въ рѣшетѣ, для того, чтобы оно выходило изъ его отверстій маленькими зернышками; паконецъ эти послѣднія полируютъ, вращая ихъ въ бочкѣ вмѣстѣ съ угольнымъ порошкомъ. Объяснить себѣ дѣйствіе пороха очень легко: во время своего воспламененія онъ превращается въ газы, которые отъ развивающагося при этомъ сильнаго жара чрезвычайно расширяются и, благодаря своей необыкновенной упругости, преодолѣваютъ самыя сильныя препятствія и производятъ разрушительныя дѣйствія. При сгараніи пороха происходятъ преимущественно: азотъ, углекислота и сѣрнистый калій, какъ это показываетъ слѣдующая формула:

$$KONO_5 + S + C_3 = N + 3CO_2 + KS.$$

§ 75. *Хлорокислое кали*, $KOClO_5$, образуется въ видѣ красивыхъ блестящихъ пластинокъ, когда хлорный газъ проводятъ въ насыщенный растворъ кали. Эта соль очень опасное

вещество, потому что въ соединеніи съ горючими веществами она воспламеняется и сгараетъ гораздо быстрѣе, чѣмъ селитра. Она входитъ въ составъ массы, изъ которой дѣлаются зажигательныя спички, а кромѣ того ее употребляютъ для фейерверковъ и для добыванія кислорода.

Въ соединеніи съ *кремневою кислотою* кали встрѣчаютъ во многихъ минералахъ, особенно въ *полевомъ шпатѣ*, $KOSiO_3 + Al_2O_3 3SiO_3$, который кромѣ того содержитъ также кремнекислый глиноземъ. Благодаря постоянному вывѣтриванію полеваго шпата, кали находится въ большей части горныхъ породъ, и служитъ главнымъ питательнымъ веществомъ растеній, изъ золы которыхъ его обыкновенно добываютъ.

Искуственнымъ образомъ кремнекислое кали получается накаливаніемъ 3 частей песку съ 2 частями поташа, и если эту расплавленную массу растворить въ водѣ, то изъ нея образуется такъ называемое *водяное стекло*, которое употребляется для смазыванія легковоспламенимыхъ веществъ съ цѣлью предохранить ихъ отъ дѣйствія огня.

Когда кали сплавляютъ съ большимъ количествомъ кремневой кислоты, то получаютъ стекло, о которомъ мы будемъ говорить ниже въ статьѣ о натріи.

§ 76. Изъ сѣрныхъ соединеній калія всего болѣе заслуживаетъ вниманія *пятисѣрнистый калій*, KS_5, для полученія котораго берутъ порошокъ совершенно сухаго углекислаго кали и, смѣшавъ его съ сѣрою, слегка нагрѣваютъ. При этомъ получается красивая расплавленная масса, которая имѣетъ бурый цвѣтъ печени (почему она называется *сѣрною печенью*) и которая обладаетъ почти такими же щелочными свойствами, какъ и ѣдкое кали. Растворъ пятисѣрнистаго калія имѣетъ желтый цвѣтъ и отъ прибавленія къ нему какой нибудь кислоты образуется сѣроводородъ, между тѣмъ какъ часть сѣры отдѣляется въ видѣ бѣлаго, чрезвычайно нѣжнаго осадка, называемаго *сѣрнистымъ молокомъ*. Находясь на открытомъ воздухѣ, пяти-

сѣрнистый калій вбираетъ въ себя кислородъ и влажность, вслѣдствіе чего превращается въ сѣрнокислое кали. Пятисѣрнистый калій употребляется въ медицинѣ, особенно для сѣрныхъ ваннъ, а въ химіи какъ раскисляющее средство. Растворъ его можетъ принять въ себя довольно большое количество сѣры.

Изъ галоидныхъ солей калія въ медицинѣ употребляются *іодистый калій*, **KJ**, и ядовитый *ціанистый калій*, **KCy**; послѣднее соединеніе служитъ въ химикотехническихъ заведеніяхъ для удаленія кислорода изъ окисловъ, а также для приготовленія извѣстныхъ металлическихъ растворовъ, употребляемыхъ при гальваническихъ разложеніяхъ.

15. *Натрій* или *Содій*.

Natrium s. Sodium : Na = 23; удѣльный вѣсъ 0,9; открытъ въ 1807 году.

§ 177. Этотъ металлъ добывается изъ *углекислаго натра*, $NaOCO_2$, точно также какъ калій изъ своего углекислаго соединенія, съ тѣмъ только различіемъ, что онъ перегоняется гораздо легче. Съ тѣхъ поръ, какъ съ помощью этого металла начали добывать глиній, способъ приготовленія его значительно усовершенствовался, а потому и цѣна его теперь далеко не такъ высока, какъ была прежде. Не больше какъ лѣтъ двадцать тому назадъ фунтъ натрія стоилъ около 1750 гульденовъ; даже еще въ пятидесятыхъ годахъ его нельзя было купить дешевле 250 гульденовъ за фунтъ; въ настоящее же время онъ продается уже по 28 гульденовъ, а въ Парижѣ даже по 12 гульденовъ (25 фр.), что превышаетъ стоимость его приготовленія почти только вдвое. Натрій вообще имѣетъ тѣже свойства, какъ калій, за исключеніемъ того, что, разлагая воду, онъ при этомъ не воспламеняется. Но если натрій положить на мокрую про-

пускную бумагу и произвести по ней треніе, то послѣдняя воспламенится и металлъ сгоритъ красивымъ *желтымъ* пламенемъ. Какъ *окись натрія*, NaO, который обыкновенно называется просто *натромъ* или *натрономъ*, такъ и сѣрнистый натръ до того во всемъ похожи на соотвѣтствующія имъ соединенія калія, что мы считаемъ совершенно лишнимъ описывать ихъ отдѣльно, и потому перейдемъ прямо къ тѣмъ соединеніямъ натрія, которыя имѣютъ особенныя свойства.

§ 78. *Хлористый натрій* или *поваренная соль*, NaCl. Эта соль, какъ извѣстно, необходима не только для людей, но и для животныхъ. Кромѣ того она играетъ очень важную роль въ технической промышленности, потому что изъ нея приготовляютъ хлоръ и соду (см. § 79).

Поваренная соль весьма неравномѣрно распредѣлена въ природѣ, а потому нѣтъ ничего удивительнаго, что изъ за нея между народами нерѣдко происходили ссоры и что государства, которыя не имѣли своихъ соляныхъ источниковъ, зачастую вступали въ переговоры съ другими касательно свободнаго вывоза этого необходимаго предмета. Такъ какъ соль мѣстами попадается въ видѣ твердаго камня (*каменной соли*), мѣстами въ видѣ водянаго раствора (*соленыхъ источниковъ* или *разсоловъ*) и наконецъ въ морской водѣ, то способы добыванія ея весьма различны. Каменная соль добывается рудокопами, особенно въ зальцбургскомъ округѣ. Соляные источники бываютъ или естественные, или искуственные, произведенные съ помощью пробуравленныхъ каналовъ, ведущихъ къ пластамъ каменной соли. Для полученія соли изъ соленой воды, послѣднюю выпариваютъ до тѣхъ поръ, пока она не сгустится и пока изъ нея не начнутъ выдѣляться кристаллы поваренной соли. Если разсолы содержатъ въ себѣ отъ 15 до 22 процентовъ соли, то ихъ прямо выпариваютъ на огнѣ; соленую же воду, въ которой небольшое количество соли, въ видахъ сбереженія топлива, предварительно оставляютъ нѣкоторое время на воздухѣ для испа-

ренія или же *градируютъ*, т. е. пропускаютъ сквозь расположенный слоями тернистый хворостъ, называемый *градирнею*, причемъ проникающій со всѣхъ сторонъ воздухъ производитъ вѣтерокъ, который легко уноситъ въ видѣ паровъ часть воды распредѣленной по градирнѣ жидкости. Это повторяется до тѣхъ поръ, пока разсолъ не сгустится до того, что его уже можно будетъ подвергать дѣйствію огня, безъ значительной траты топлива.

При выпариваніи разсола соль выдѣляется изъ него въ видѣ маленькихъ, другъ на друга расположенныхъ кристалловъ, какъ мы ее видимъ ежедневно въ нашемъ домашнемъ хозяйствѣ.

Разсолы, кромѣ поваренной соли, всегда содержатъ еще и другія соли, изъ которыхъ труднорастворимыя выдѣляются въ твердомъ видѣ, а легкорастворимыя остаются въ жидкости.

Изъ 100 фунтовъ морской воды получается всего около $2^1/_2$ Ф. поваренной соли, а добывается она изъ этой воды также выпариваніемъ на вольномъ воздухѣ. Но такъ какъ соль, добываемая изъ морской воды, никогда не бываетъ такъ чиста, какъ та, которая получается изъ соловарень, то ее для отличія отъ послѣдней называютъ *морскою солью*.

Къ поваренной соли, которую кладутъ въ кормъ животныхъ, или которою удабриваютъ землю, обыкновенно примѣшивается небольшое количество угля или охры.

§ 79. Близъ соляныхъ озеръ и морей обыкновенно растутъ соляная трава и сольникъ (salsola et salicornia), замѣчательные тѣмъ, что когда они сгараютъ, отъ нихъ остается зола, состоящая изъ углекислаго натра, $NaOCO_2$, извѣстнаго въ общежитіи подъ названіемъ *соды*. Эта же самая соль получается при сожиганіи водораслей (fucus), растущихъ въ морѣ. Но большая часть соды приготовляется теперь на большихъ фабрикахъ изъ хлористаго натрія. Для этой цѣли сперва превращаютъ поваренную соль въ сѣрнокислый натръ, $NaOSO_3$, перегоняя ее вмѣстѣ съ сѣрною кислотою, причемъ какъ побочный продуктъ

добывается *хлороводородная кислота*, ClH (ср. § 45). Затѣмъ полученный сѣрнокислый натръ прокаливаютъ вмѣстѣ съ углемъ и известью, причемъ происходитъ *нерастворимый* сѣрнистый кальцій и *растворимый* углекислый натръ. Послѣдній отдѣляется отъ перваго посредствомъ выщелачиванія въ водѣ, изъ которой онъ затѣмъ выдѣляется въ видѣ водянистой *кристаллизованной* соды; прокаливаніемъ можно ее получить и въ безводномъ состояніи, и тогда ее называютъ *жженою содою*.

Эта соль, относительно своихъ химическихъ свойствъ, имѣетъ большое сходство съ углекислымъ кали (§ 72), и дѣйствительно, обѣ соли въ большей части случаевъ могутъ замѣнять другъ друга. Однакожъ сода не поглощаетъ влажности воздуха. Она преимущественно употребляется для приготовленія твердаго мыла и стекла, а также въ красильныхъ заводахъ. Центнеръ жженой соды стоитъ, смотря по ея добротѣ, отъ 8 до 10 гульденовъ; кристаллизованная сода содержитъ въ себѣ 10 паевъ или 62 процента кристаллизаціонной воды, а потому она продается дешевле.

Двууглекислый натръ, $NaO2CO_2$, происходитъ, когда проводятъ углекислоту въ углекислый натръ. Эта соль часто употребляется для приготовленія шипучихъ напитковъ (стр. 80).

§ 80. *Сѣрнокислый натръ*, $NaOSO_3+10HO$, получается, какъ указано выше, при добываніи соды. Эта соль, которая такъ часто употребляется какъ слабительное средство, была извѣстна уже въ XVII вѣкѣ и по имени изобрѣтателя ея до сихъ поръ еще называется удивительною глауберовою солью (sal mirabile Glauberi). На стеклянныхъ заводахъ она употребляется въ большомъ количествѣ. Если 14 лотовъ кристаллизованной глауберовой соли истолочь въ мелкій порошокъ и затѣмъ смѣшать съ 6 лотами сѣрной кислоты и 4 лотами воды, то вся масса застынетъ и температура ея понизится до—8 и даже—10° Р., такъ что вода, налитая въ узкій сосудъ, очень скоро замерзнетъ, если послѣдній приложить къ этой смѣси.

Это зависитъ отъ кристаллизаціонной воды, которая должна поглощать теплоту (ср. физику, § 155), чтобы перейти изъ твердаго состоянія въ жидкое,—переходъ, обусловливаемый въ этомъ случаѣ дѣйствіемъ сѣрной кислоты.

Азотнокислый натръ, $NaONO_5$, извѣстный въ продажѣ подъ названіемъ *чилійской селитры*, попадается большими пластами въ Чили и Перу. Изъ этой соли приготовляется азотная кислота и селитра; а кромѣ того она служитъ превосходнымъ средствомъ для удобренія земли. Центнеръ сырой чилійской селитры стоитъ 13 гульденовъ, а очищенной 18 гульденовъ.

Сѣрнистокислый натръ, $NaOS_2O_2+HO$, имѣетъ свойство легко растворять хлористое и іодистое серебро, и потому употребляется въ фотографіяхъ; онъ также служитъ, подъ названіемъ *антихлора*, средствомъ для совершеннаго удаленія хлора изъ бѣленныхъ веществъ. О добываніи его мы уже говорили въ § 42.

Борокислый натръ, $NaO2BO_3+5$ или $10HO$, извѣстный въ продажѣ подъ названіемъ *буры*, находится въ Китаѣ (подъ названіемъ *тинкаля*) въ нечистомъ видѣ. Бура преимущественно служитъ для спаиванія и расплавленія металловъ, потому что она препятствуетъ доступу воздуха, и тѣмъ облегчаетъ спаиваніе металловъ.

Въ соединеніи съ *кремневою кислотою* натръ встрѣчается въ минеральномъ царствѣ не такъ часто, какъ калій; однако натролитъ, альбитъ и другія соединенія натра съ кремневою кислотою не очень рѣдки въ природѣ. Кремнекислый натръ теперь большею частью входитъ въ составъ стекла.

§ 81. *Стекло.* Отъ сплавленія кремневой кислоты съ извѣстными металлическими окисями происходитъ твердая прозрачная и нерастворимая масса, извѣстная подъ названіемъ стекла. Въ составъ его преимущественно входятъ: *кали*, *натръ*, *известь и окись свинца*, изъ которыхъ получается безцвѣт-

ное, прозрачное стекло. Другія окиси тяжелыхъ металловъ, образуютъ цвѣтныя, даже непрозрачныя массы; по этому ихъ прибавляютъ въ небольшомъ количествѣ къ цвѣтнымъ стекламъ. Нисшіе сорты стекла содержатъ также *глиноземъ* и *магнезію*.

Но самою главною составною частью стекла является кремневая кислота, потому что ея въ немъ содержится отъ 50 до 76 процентовъ, а отъ количества этой кислоты зависитъ и достоинство стекла. Чѣмъ больше въ стеклѣ кремневой кислоты, тѣмъ оно тверже и тѣмъ сильнѣе оно противодѣйствуетъ растворяющему вліянію кислыхъ и щелочныхъ жидкостей; напротивъ того стекла, содержащія въ себѣ небольшое количество кремневой кислоты, портятся уже отъ уксуса и даже отъ вина.

Отъ дѣйствія сильнаго жара стекло размягчается, принимаетъ видъ тѣста и слѣдовательно дѣлается тягучимъ, такъ что изъ него тогда можно выдѣлывать всевозможныя вещи.

Всякое стекло состоитъ по крайней мѣрѣ изъ двухъ кремнекислыхъ металлическихъ окисей и по преобладанію одной изъ нихъ различаютъ слѣдующіе сорты стекла: 1. *Калійное* стекло съ извѣстью твердо, совершенно безцвѣтно и, благодаря своей прочности, употребляется между прочимъ и для химическихъ сосудовъ; превосходное богемское хрустальное стекло состоитъ изъ этой массы.—2. *Натронное* стекло съ известью также твердо, но оно синеватозеленаго цвѣта и легче плавится, чѣмъ калійное; его употребляютъ преимущественно для оконъ. Впрочемъ, оба эти сорта употребляются для приготовленія вогнутыхъ и зеркальныхъ стеколъ; послѣднія обыкновенно состоятъ изъ смѣси обоихъ видовъ. — 3. *Известковое* стекло, въ которомъ также содержатся кали, натръ, глиноземъ и окись или закись желѣза, но въ которомъ преобладаетъ известь, составляетъ самый нисшій сортъ стекла; изъ него обыкновенно дѣлаются простыя зеленыя бутылки.—4. *Свинцовое* стекло, которое, кромѣ окиси свинца, содержитъ также кали,

имѣетъ незначительную твердость, легче другихъ плавится и отличается сильнымъ блескомъ и значительною способностью преломлять лучи свѣта; приготовленные изъ него стаканы издаютъ прекрасные звуки. Оно называется также англійскимъ стекломъ и употребляется между прочимъ и для оптическихъ инструментовъ.—Въ оптикѣ различаютъ два сорта стекла, имѣющіе различную способность преломлять лучи свѣта; а именно *кронглассъ*, принадлежащій къ первому изъ приведенныхъ нами сортовъ стекла, и *флинтглассъ*—къ четвертому. Оба сорта приготовляются съ особенною тщательностью изъ самыхъ чистыхъ матеріаловъ.

Процентный составъ различныхъ видовъ стекла.

Состанныя части.	Богемскій хрусталь.	Оконное стекло.	Зеркальное стекло	Бутылочное стекло.	Англ. хрусталь.	Кронглассъ.	Флинтглассъ.
Кремнев.кислота	71—76	66—69	68—73	60—69	56	62,8	44,3
Кали	12—15	— —	5— 6	3— 8	6	22,1	11,7
Натръ	0— 2	11—15	8—12	— 3	—	—	—
Известь	8—10	12—13	5—11	13—22	—	12,5	—
Глиноземъ . . .	— —	2— 7	1— 3	3— 8	1	2,6	—
Окись свинца .	— —	— —	— —	— —	34	—	43,0
Закись желѣза .	— —	— —	— —	2— 4	—	—	—

§ 82. Для приготовленія стекла всѣ эти составныя части его, къ которымъ всегда прибавляются нѣсколько стеклянныхъ осколковъ, толкутъ сперва въ мелкій порошокъ и прокаливаютъ до тѣхъ поръ, пока они не высушатся совершенно; затѣмъ ихъ кладутъ въ плавильные горшки *I*, которые (числомъ отъ 6 до 10) ставятся въ сводообразную печь (рис. 35). Такъ какъ эта печь круглый годъ накаливается безпрерывною топкою, то стеклянная масса въ ней не больше какъ черезъ двѣнадцать часовъ уже совершенно расплавляется и дѣлается годною для обработки, которая весьма различна, смотря по пред-

метамъ, которые хотятъ выдѣлывать изъ нея. Главное орудіе работника на стеклянномъ заводѣ состоитъ въ желѣзной *трубкѣ*,

Рис. 35.



которая имѣетъ отъ 3 до 4 футовъ въ длину (рис. 36). Эту трубку онъ погружаетъ въ расплавленную массу и затѣмъ начинаетъ выдувать изъ послѣдней пузыри, подобные тѣмъ, которые

Рис. 36.

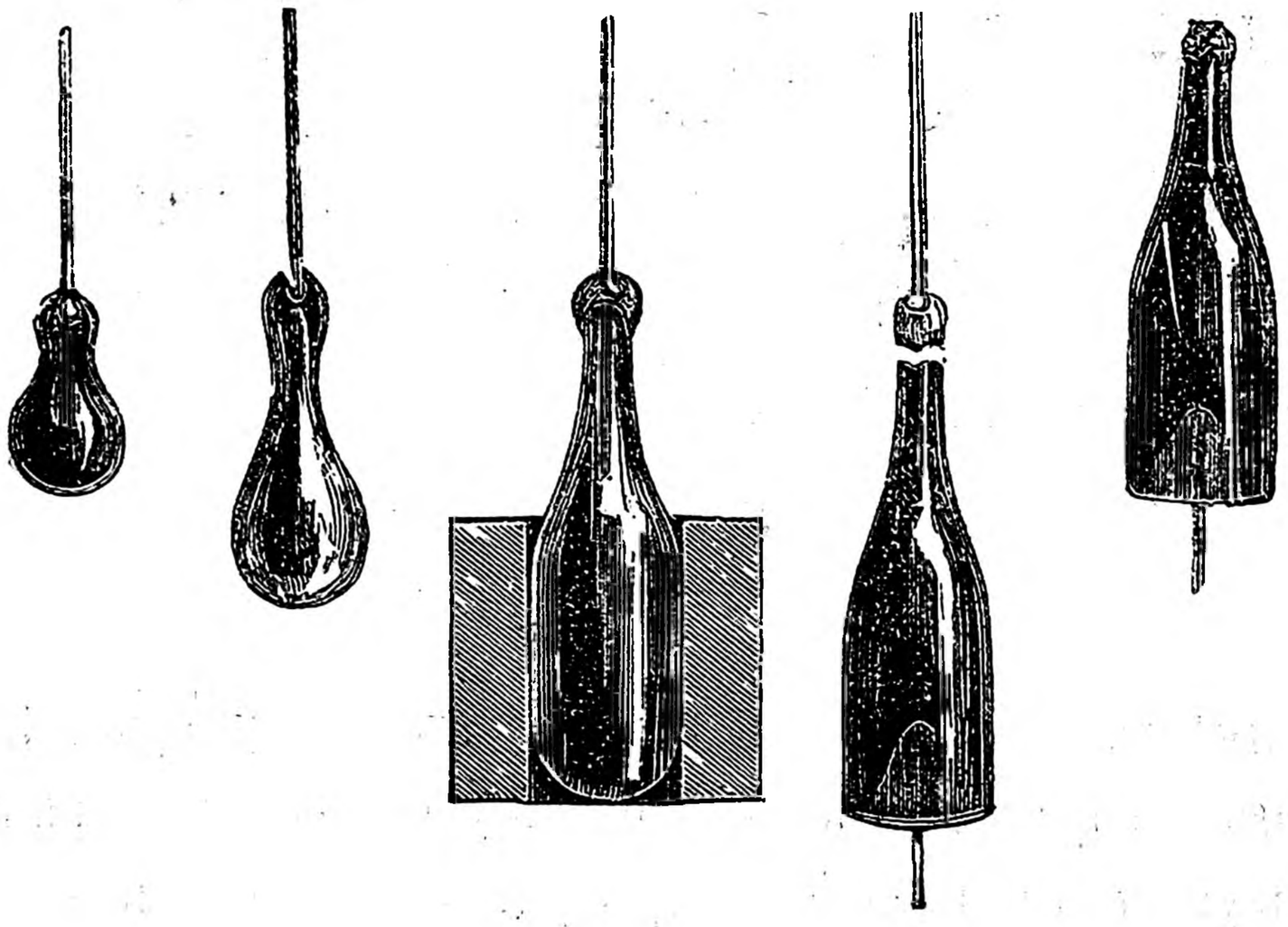


такъ часто пускаются мальчиками изъ мыльной воды. Каждому изъ образующихся такимъ образомъ шаровъ онъ придаетъ надлежащую форму, и для этого, смотря по надобности, то растягиваетъ, то выгибаетъ, то вдавливаетъ стеклянную массу, или же отрѣзаетъ ножницами лишніе куски, словомъ, обработываетъ его какъ тѣсто или глину, согласно предположенной цѣли.

Для наглядности мы здѣсь прилагаемъ нѣсколько рисунковъ (отъ 37 до 41), на которыхъ представлены различныя формы, придаваемыя шару для образованія изъ него бутылки. Когда же приготовляютъ обыкновенныя оконныя стекла, то изъ расплавленной массы, съ помощью трубки, выдуваютъ длинный, полый цилиндръ, у котораго сперва отрѣзаютъ основаніе, потомъ дѣлаютъ продольный разрѣзъ во всю его длину (рис. 42 до 45), послѣ чего стекло вытягивается и сглаживается въ осо-

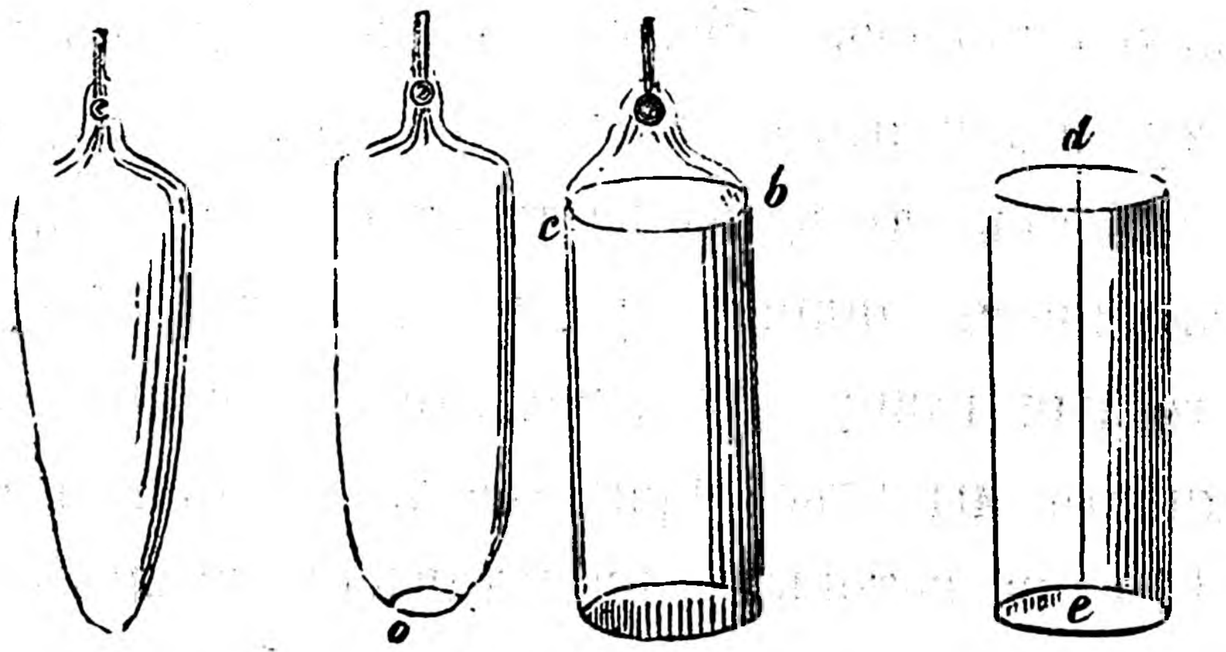
бой печи (рис. 46). Большія зеркальныя стекла сначала выливаются на большіе мѣдные столы, гдѣ ихъ потомъ шлифуютъ

Рис. 37. 38. 39. 40. 41.



и полируютъ; вслѣдствіе этой затруднительной работы такія стекла большею частью очень дороги.

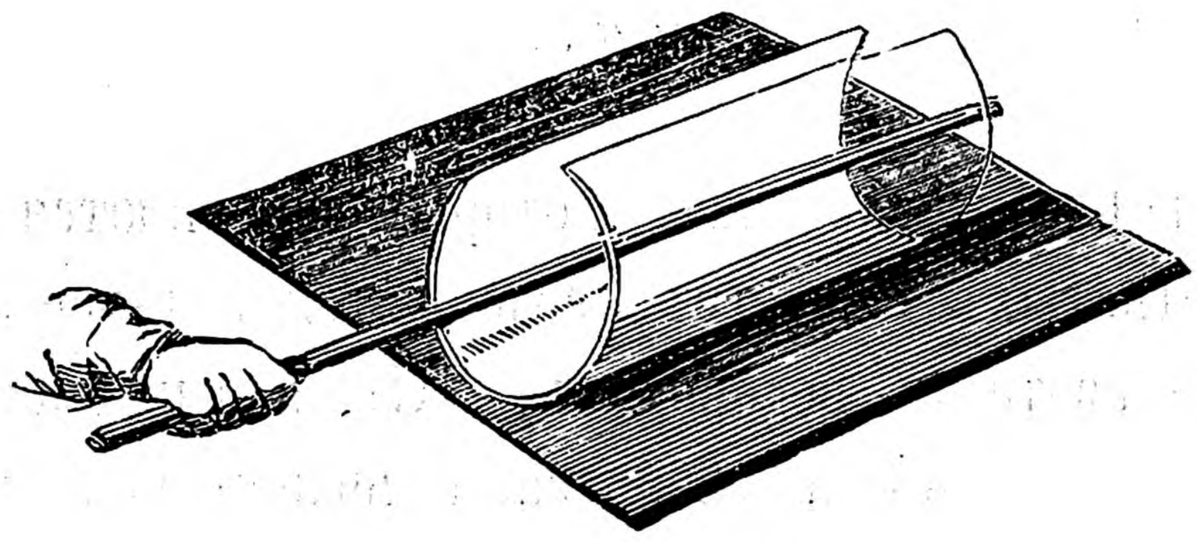
Рис. 42. 43. 44. 45.



§ 83. Для полученія *цвѣтныхъ стеколъ*, къ расплавленной стекляшной массѣ прибавляются извѣстные металлическіе окислы; такъ напр. для приготовленія *чернаго* стекла къ нему прибавляютъ смѣсь закиси желѣза съ окисью марганца, окисью мѣди и окисью кобальта; *синій* цвѣтъ придается стеклу окисью

кобальта; *фіолетовый*—окисью марганца; *зеленый*—окисью мѣди или хрома; *бутылочно-зеленый* — закисью желѣза; *багряный* — окисью золота или олова; *огненнокрасный* — закисью мѣди; *мясокрасный* — окисью желѣза; наконецъ *желтый* — окисью сюрьмы, серебра или желѣза.

Рис. 46.



Чистое, сильно блестящее, цвѣтное свинцовое стекло называется *стразомъ* и употребляется для приготовленія поддѣльныхъ драгоцѣнныхъ камней и свѣтлыхъ *бусъ* или крупнаго *бисера*.

Если къ бѣлому или цвѣтному стеклу прибавить окись олова, то оно сдѣлается матовымъ; такое непрозрачное стекло называется *эмалью*, и употребляется для разныхъ украшеній, а также для приготовленія бисера.

Полупрозрачное, такъ называемое *молочное* или *костяное стекло*, изъ котораго дѣлаются ламповыя ширмочки, происходитъ, когда къ стеклянной массѣ прибавляютъ бѣлыхъ жженыхъ костей.

Живопись на стеклѣ наводится двоякимъ образомъ: или берутъ различные куски разноцвѣтныхъ стеколъ и соединяютъ ихъ посредствомъ свинца, или же сплавленную массу цвѣтнаго стекла сожигаютъ на твердомъ стеклѣ и затѣмъ, частію путемъ шлифованія, частію съ помощью фтороводородной кислоты (см. § 48), вытравливаютъ ее въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ согласно узору надо сжигать сплавленную стеклянную массу другаго

цвѣта. Такимъ образомъ можно выводить на стеклѣ разные рисунки. Тѣ цвѣта, которые менѣе способны выносить дѣйствіе онгя, наводятся всегда при окончаніи работы. Этого рода живопись, благодаря содѣйствію химіи, достигла въ послѣднее время высокой степени совершенства.

Амміакъ.

§ 84. Во всѣхъ жидкостяхъ, которыя получаются при сухой перегонкѣ азотистыхъ веществъ, содержится летучее газообразное соединеніе азота съ водородомъ, NH_3, называемое *амміакомъ* и обладающее всѣми свойствами щелочныхъ металлическихъ окисей. Для полученія его въ чистомъ видѣ хлороводородный амміакъ, NH_3ClH, нагрѣваютъ вмѣстѣ съ жженою известью и развивающійся при этомъ газъ собираютъ въ пріемникѣ, наполненномъ ртутью. Онъ образуется также при гніеніи животныхъ веществъ, особенно въ отхожихъ мѣстахъ и конюшняхъ. Амміакъ газъ безцвѣтный, но онъ имѣетъ проницательный запахъ и вреденъ для глазъ.

Вода сильно поглощаетъ амміачный газъ, и насыщенная имъ жидкость называется *воднымъ амміакомъ* или *нашатырнымъ спиртомъ*, NH_3+HO, который прозраченъ какъ вода, но имѣетъ въ высшей степени проницательный запахъ и вкусъ газа. Амміакъ употребляется противъ припадковъ задушенія отъ углекислоты (см. § 58).

Хлороводородный амміакъ или *нашатырь*, NH_3ClH, добывается слѣдующимъ образомъ: щелочную жидкость, полученную сухою перегонкою животныхъ веществъ или каменнаго угля, насыщаютъ соляною кислотою, потомъ выпариваютъ и возгоняютъ, послѣ чего получается бѣлая соль,—нашатырь. Свое латинское названіе *sal ammoniacum* онъ получилъ оттого, что прежде его привозили изъ египетской провинціи Ам-

моніи, гдѣ онъ добывался изъ верблюжьяго навоза перегонкою.

Углекислый амміакъ, NH_3CO_2, выдѣляется изъ упомянутой щелочной жидкости въ видѣ кристалловъ, которые, для очищенія ихъ отъ посторонних примѣсей, растворяютъ нѣсколько разъ въ водѣ, а изъ послѣдней соль каждый разъ выдѣляется кристаллами.

Всѣ амміачныя соединенія имѣютъ какой-то особенно острый вкусъ, и когда ихъ смѣшиваютъ съ известью, то они издаютъ пронзительный запахъ, свойственный амміаку. Всѣ они употребляются въ медицинѣ и дѣйствуютъ преимущественно на кожу, возбуждая въ ней отдѣленіе испарины. Въ химіи они важны въ особенности въ томъ отношеніи, что они *летучи* и слѣдовательно легко могутъ быть удаляемы изъ растворовъ посредствомъ сильнаго нагрѣванія; благодаря этому свойству, ихъ часто употребляютъ для химическихъ разложеній. Кромѣ того многія амміачныя соединенія имѣютъ тѣже свойства какъ и соотвѣтствующія имъ соединенія кали и натра, и потому нерѣдко наблюдаютъ совершенно тожественныя явленія, когда въ извѣстныхъ случаяхъ употребляютъ амміакъ, кали или натръ, или когда вмѣсто углекислаго амміака или сѣроводороднаго амміака, берутъ углекислое кали или углекислый натръ, или же сѣрнистый калій.

Амміачныя соединенія важны также по отношенію ихъ къ растительному царству. По всей вѣроятности весь *азотъ*, содержащійся въ растеніяхъ, происходитъ отъ амміака, который они вбираютъ въ себя По этому соли амміака употребляются также для удобренія земли.

По сходству амміака съ металлическими окисями, химики предполагаютъ, что соединенія его содержатъ въ себѣ сложное тѣло, называемое *амміемъ*, NH_4, котораго однакожъ до сихъ поръ еще никому не удалось добыть.

16. *Кальцій.*

Calcium: Ca=20; удѣльный вѣсъ=1,58.

§ 85. Этотъ металлъ составляетъ значительную часть земляной массы, потому что въ иныхъ мѣстностяхъ цѣлыя горы состоятъ изъ углекислой окиси кальція, не говоря уже о томъ, что онъ въ большемъ или меньшемъ количествѣ содержится во всѣхъ растеніяхъ, а также въ животныхъ. По наружности своей онъ отличается отъ другихъ металловъ особенно тѣмъ, что имѣетъ свѣтложелтый цвѣтъ. Но самъ металлъ играетъ далеко не такую важную роль, какъ его различныя соединенія.

Окись кальція или *известь*, **CaO**, называемая также известковою землею, получается отъ прокаливанія углекислой извести, **$CaOCO_2$**, причемъ углекислый газъ улетучивается. Такое обжиганіе извести производится въ особенныхъ, нарочно для того устроенныхъ печахъ.

Свойства жженой извести всѣмъ извѣстны. Къ водѣ она имѣетъ большое сродство и соединяется съ нею при развитіи значительной теплоты (см. физику § 155). Въ соединеніи съ водою она образуетъ *водную окись кальція* или такъ называемую *гашенную известь*, **CaOHO**. При этомъ она сначала раздувается и наконецъ распадается въ сухую бѣлую пыль или известковую муку. Если къ гашенной извести прибавить побольше воды, то произойдетъ бѣлая жидкость, которая извѣстна подъ названіемъ *известковаго молока* и изъ которой по мѣрѣ того, какъ *известковая гуща* осядетъ на дно, образуется свѣтлая жидкость,. заключающая въ растворѣ небольшое количество извести и носящее потому названіе *известковой воды*.

Известь очень ѣдка и потому называется также *ѣдкою известью*; на открытомъ воздухѣ она сильно вбираетъ въ себя углекислоту, причемъ превращается въ углекислую известь и совершенно утра-

чиваетъ свое ѣдкое свойство. По этому, если известковую кашицу оставляютъ на воздухѣ, то она въ короткое время превращается въ *твердую* каменистую массу, состоящую изъ углекислой извести. На этомъ свойствѣ извести основывается какъ употребленіе ея для *мертеля* или *цемента* (*известка*), такъ и обыкновеніе каменьщиковъ держать известку всегда въ глубокихъ, землею покрытыхъ ямахъ, къ которымъ воздухъ не имѣетъ свободнаго доступа.

Каменьщиками ѣдкая известь употребляется для штукатурки, сыромятниками для отдѣленія волосъ отъ кожъ, а химиками для разныхъ химическихъ работъ.

§ 86. *Углекислая известь*, $CaOCO_2$, подобно углю и кремневой кислотѣ, встрѣчается въ природѣ въ различныхъ видахъ. Такъ напр. *известковый шпатъ* ееть тѣло безцвѣтное, прозрачное и кристаллизованное, *мраморъ* представляетъ массу бѣлую, крупнозернистую и твердую, а *мѣлъ* также бѣлую, но мягкую и маркую. Такъ какъ известковые камни заключаютъ въ себѣ различныя примѣси металлическихъ окисей, то они бываютъ различныхъ цвѣтовъ, и потому въ природѣ нерѣдко встрѣчается сѣрая, желтая, черная, бурая, красная и даже пестрая углекислая известь; послѣднюю особенно часто находятъ между красивыми сортами *мрамора*. Всѣ эти виды углекислой извести имѣютъ то общее свойство, что всѣ они, когда ихъ обливаютъ соляною кислотою, сильно развиваютъ углекислоту и отъ прокаливанія образуютъ ѣдкую известь.

Изъ всего этого видно, что углекислая известь, во всѣхъ его видахъ, служитъ важнымъ матеріаломъ не только для ваятеля, но и для зданій и цемента; только для устройства дорогъ она не годна вслѣдствіе своей относительно незначительной твердости.

Углекислая известь входитъ въ составъ костей, раковинъ черепокожныхъ животныхъ, коралловъ и скорлупы яйцъ; изъ этого уже можно заключить, что эта соль одна изъ необходимыхъ средствъ для питанія большей части животныхъ.

Хотя эта соль не растворяется въ водѣ, но тѣмъ не менѣе она содержится во всѣхъ водахъ, потому что въ послѣднихъ постоянно заключается нѣсколько углекислоты, которая растворяетъ углекислую известь. Когда воду нѣсколько нагрѣваютъ, то углекислота улетучивается, а известь осаждается на стѣнкахъ сосуда въ видѣ бѣлой накипи. Изъ воды, содержащей въ себѣ очень много углекислой извести, послѣдняя осаждается даже въ бутылкахъ и стаканахъ. Эти накипи или осадки легко удалить разведенною соляною кислотою или крѣпкимъ уксусомъ, отъ которыхъ онѣ быстро растворяются. Особенно вредна такая вода для паровыхъ котловъ, потому что накипи, образующіяся на ихъ стѣнкахъ, препятствуютъ ихъ свободному дѣйствію. Такъ называемые капельники или сталактиты также обязаны своимъ происхожденіемъ двууглекислой извести.

§ 87. *Сѣрнокислая известь* или *гипсъ*, $CaOSO_3+2HO$, попадается въ природѣ огромными массами. Этотъ минералъ является или въ видѣ кристалловъ, или въ видѣ чрезвычайно бѣлой зернистой массы, въ родѣ сахара, и въ такомъ случаѣ называется *алебастромъ* и употребляется для разныхъ мелкихъ художественныхъ произведеній, потому что онъ до того мягокъ, что его почти можно рѣзать ножемъ. Кристаллизаціонная вода, заключающаяся въ гипсѣ, легко можетъ быть удалена изъ него съ помощью умѣреннаго нагрѣванія; но если его растолочь и обжечь, а потомъ смѣшать съ водою, то онъ опять соединится съ нею химически и вновь образуетъ водный гипсъ. Благодаря этому свойству гипса, художники выдѣлываютъ изъ него разныя фигуры, извѣстныя подъ названіемъ гипсовыхъ. Ему же мы обязаны разными искусными ваяльными работами древнихъ и новыхъ художниковъ.

Гипсъ кромѣ того можетъ служить также для удобренія полей. Въ водѣ онъ нѣсколько растворяется и сообщаетъ ей непріятный, горьковатый землистый вкусъ.

Фосфорокислая известь, $3CaOP_5O$, составляетъ $^4/_5$ бѣлыхъ жженыхъ костей и употребляется для добыванія фосфора; а истолченная въ порошокъ она служитъ для удобренія полей. Это одна изъ самыхъ существенныхъ минеральныхъ питательныхъ веществъ, и въ самомъ дѣлѣ, всѣ сѣмена зерноваго хлѣба содержатъ въ себѣ эту соль, а вмѣстѣ съ ними и она также входитъ въ нашъ организмъ.

Кремнекислая известь, какъ мы уже видѣли, входитъ въ составъ стекла. Многіе минералы, равно и остатки ихъ, содержатъ въ себѣ кремневую кислоту и известь. Въ строительномъ мертелѣ или цементѣ главными составными частями являются кремневая кислота, известь и глиноземъ. Этотъ цементъ частью находится въ природѣ и извѣстенъ подъ названіемъ *трасса*, частью приготовляется искуственнымъ образомъ. Мелкій порошокъ его, смѣшанный съ небольшимъ количествомъ воды, очень скоро твердѣетъ даже *подъ водою*, а потому его употребляютъ преимущественно для подводныхъ строеній и для предохраненія нѣкоторыхъ мѣстъ отъ напора воды.

§ 88. *Хлороватокислая известь*, $CaOClO$. Когда хлоръ проводятъ въ водную окись извести (§ 85), то отъ этого происходитъ смѣсь ѣдкой извести, CaO, съ хлористымъ кальціемъ, $CaCl$, и *хлороватокислою известью*, которая въ видѣ влажнаго бѣлаго порошка, нѣсколько отзывающагося запахомъ хлора, находится въ продажѣ подъ названіемъ *хлорной* или *бѣлильной извести*.

Когда хлорную известь обливаютъ какою нибудь кислотою, даже самою слабою, то изъ нея выдѣляется много хлора; оттого ее большею частью употребляютъ для добыванія этого газа. Даже углекислота воздуха разлагаетъ ее. Въ большомъ количествѣ она употребляется въ бѣлильныхъ заведеніяхъ для бѣленія разныхъ тканей, а также въ больницахъ для уничтоженія дурнаго запаха. Для подобныхъ окуриваній обыкновенно берутъ одну ложку хлорной извести и столько же соляной ки-

слоты, разведенной въ небольшомъ количествѣ воды, и вливаютъ въ чашу; но при этомъ нужно отворачивать лице, чтобы какъ-нибудь не вдохнуть чистаго хлора. Передъ тѣмъ какъ разставлять сосуды съ этою жидкостью, необходимо предварительно запереть всѣ отверстія въ палатахъ, для устраненія притока внѣшняго воздуха, и отворять ихъ не раньше какъ по истеченіи нѣсколькихъ часовъ. Когда приходится употреблять хлорную известь для жилыхъ комнатъ, то лучше всего пропитывать ею холщевыя тряпки и потомъ развѣшивать ихъ въ комнатѣ. Для выведенія пятенъ изъ гравюръ, писанной бумаги и т. п., берутъ процѣженный растворъ хлорной извести съ нѣсколькими каплями соляной кислоты и опустивъ въ эту жидкость предметъ, который желаютъ вычистить, оставляютъ его въ ней до тѣхъ поръ, пока не достигнется предположенная цѣль. Затѣмъ бумагу выполаскиваютъ нѣсколько разъ и потомъ кладутъ на нѣсколько часовъ въ большой сосудъ съ чистою водою, послѣ чего ее просушиваютъ между пропускною бумагою. Чернильныя пятна этимъ способомъ можно вывести совершенно.

§ 89. *Хлористый кальцій*, **CaCl**, происходитъ при растворенiи углекислой извести въ соляной кислотѣ; это легко расплывающіеся кристаллы, которые, будучи смѣшаны со снѣгомъ, таютъ и при этомъ развиваютъ холодъ до—36° Р. Сухой хлористый кальцій быстро притягиваетъ къ себѣ воду, и потому часто употребляется для удаленія воды, особенно же для сушенія газовъ, которые для этой цѣли проводятъ черезъ трубы, наполненныя хлористымъ кальціемъ.

Сѣрнистый кальцій въ соединеніи съ *сѣроводородомъ*, **CaS.SH**, образуется, когда сѣроводородный газъ проводятъ въ известковое молоко. Растворъ этого соединенія употребляется для уничтоженія волосъ.

17. *Барій.*

Baryim: Ba = 68.

§ 90. Этотъ металлъ встрѣчается въ природѣ гораздо рѣже предыдущаго. Съ кислородомъ онъ образуетъ *окись барія* или *баритъ*, BaO. Самое же важное соединеніе барія—*тяжелый шпатъ* или *сѣрнокислый баритъ*, $BaOSO_3$, бѣлый кристаллическій минералъ, отличающійся отъ всѣхъ другихъ земляныхъ минераловъ значительнымъ удѣльнымъ вѣсомъ, который равняется 4,44. Изъ тяжелаго шпата, растертаго въ порошокъ, приготовляется бѣлая краска, которая хотя не такъ плотно пристаетъ къ окрашиваемымъ предметамъ, какъ бѣлильная, но за то имѣетъ передъ послѣднею то преимущество, что она отъ времени не дѣлается ни желтою, ни черною. Въ водѣ сѣрнокислый баритъ не растворяется.

Азотнокислый баритъ, $BaONO_5$, употребляется въ фейерверкахъ для произведенія *зеленаго* огня, для котораго берутъ слѣдующую смѣсь: 20 частей по вѣсу сѣры, 33 части хлорокислаго кали и 80 частей азотнокислаго барита.

Углекислый баритъ, $BaOCO_2$, встрѣчается въ природѣ какъ минералъ, подъ названіемъ *витерита*. Онъ ядовитъ какъ и всѣ растворимыя соединенія барита.

18. *Стронцій.*

Strontium: Sr = 43.

§ 91. Этотъ довольно рѣдкій металлъ отличается тѣмъ, что пары его придаютъ пламени чрезвычайно красивый багряный цвѣтъ. Если хлористый стронцій, SrCl, растворить въ винномъ спиртѣ, то послѣдній будетъ горѣть красивымъ краснымъ пламенемъ. *Окись стронція*, SrO, называется *стронціаномъ*. Превосходный красный огонь получается при зажиганіи слѣду-

ющей *сухой* смѣси: 10 частей сѣрнокислаго странціана, $1^1/_4$ ч. хлорокислаго кали, $3^1/_4$ ч. сѣры, 1 ч. сѣрнистой сюрьмы и $^1/_2$ ч. угля.

19. *Магній.*

Magnesium: Mg = 12; удѣльный вѣсъ = 1,743.

§ 92. Этотъ металлъ бѣлаго цвѣта съ серебристымъ блескомъ, имѣетъ довольно значительную твердость, не измѣняется на воздухѣ, и въ иныхъ мѣстахъ является главною составною частью громадныхъ горъ. Его растворимыя соединенія отличаются *горькимъ* вкусомъ и слабительнымъ дѣйствіемъ, и употребляются почти исключительно въ одной медицинѣ. *Окись магнія*, MgO, называется *магнезіею* или *горькоземомъ*, также *тальковою землею*.

Хлористый магній, MgCl, содержится въ морской водѣ и сообщаетъ ей свой непріятный вкусъ. Кромѣ того онъ заключается также во многихъ источникахъ.

Сѣрнокислая магнезія или *горькая соль*, $MgOSO_3$, также находится въ морской водѣ, а въ особенности въ нѣкоторыхъ минеральныхъ источникахъ, какъ напр. въ Зайдшюцѣ, Зедлицѣ, Пюльнѣ и Эпсомѣ, также въ Фридрихсгаллѣ и Киссингенѣ, изъ которыхъ она преимущественно добывается.

Углекислая магнезія, $MgOCO_2$, въ соединеніи съ углекислою известью образуетъ *доломитъ*,—утесъ, встрѣчаемый въ довольно большихъ массахъ. Въ самомъ чистомъ видѣ она получается изъ горячаго раствора сѣрнокислой магнезіи, къ которому для этого прибавляютъ нѣсколько углекислаго натра. Высушенная углекислая магнезія представляетъ чрезвычайно легкую, рыхлую и очень бѣлую массу, которая не растворяется въ водѣ и потому не имѣетъ никакого вкуса. Отъ прокаливанія она утрачиваетъ свою углекислоту и превращается въ чистую окись, MgO, которая подъ названіемъ *жженой магне-*

зіи или *горькозема* употребляется какъ средство противъ излишняго отдѣленія желудочной кислоты; она служитъ также превосходнымъ противоядіемъ при отравленіи мышьякомъ.

Фосфорокислая магнезія входитъ въ составъ зернового хлѣба, костей, мочи и мочевыхъ камней.

Въ соединеніи съ *кремневою кислотою* магнезія образуетъ множество минераловъ, какъ напр. талькъ, жировикъ, морскую пѣнку, серпентинъ и мн. др.

20. *Глиній* или *Алюминій*.

Aluminium Al=13; плотность=2,56; впервые добытъ въ 1827.

§ 93. Этотъ металлъ составляетъ весьма значительную часть земной коры, потому что послѣ кремневой кислоты и извести, окись глинія образуетъ главную массу большей части минераловъ. Глиній получается при разложеніи хлористаго глинія натріемъ; такимъ же образомъ добывается онъ изъ *кріолита*—минерала, состоящаго изъ хлористаго глинія и фтористаго натрія. По свойствамъ своимъ онъ болѣе всего похожъ на серебро, потому что его можно обработывать какъ серебро, и подобно ему, онъ отъ нагрѣванія не окисляется ни на воздухѣ, ни въ водѣ. Благодаря своему незначительному удѣльному вѣсу, твердости и серебристому блеску, онъ употребляется въ техникѣ для особенныхъ цѣлей. Фунтъ глинія стоитъ 90 гульденовъ.

§ 94. *Окись глинія* или *глиноземъ*, Al_2O_3, находится въ минеральномъ царствѣ въ весьма различныхъ видахъ. Въ кристализованномъ видѣ глиноземъ находятъ при тѣхъ же обстоятельствахъ, какъ и алмазъ; голубой *сафиръ* и красный *рубинъ*, состоящіе изъ чистаго глинозема и отличающіеся твердостью, блескомъ и тѣмъ, что ихъ нельзя расплавить, причисляются къ драгоцѣннымъ камнямъ. *Корундъ* и *наждакъ*, состоящіе изъ безформеннаго, темноцвѣтнаго глинозема, также

имѣютъ значительную твердость, такъ что ихъ употребляютъ для шлифованія разныхъ тѣлъ.

Химическимъ путемъ чистый глиноземъ можно добывать только въ видѣ гидрата, который осаждается изъ раствора квасцовъ (см. § 95) посредствомъ амміака. Студенистый осадокъ его промывается и высушивается, послѣ чего онъ принимаетъ видъ бѣлой, нерастворимой и нерасплавимой массы, которая сильно прилипаетъ къ языку.

Глиноземъ весьма важенъ въ томъ отношеніи, что онъ имѣетъ большое сродство къ растительнымъ волокнамъ и красильнымъ веществамъ: если напр. въ растворъ, изъ котораго выдѣляется глиноземъ, положить бумажную ткань или пряжу, то онъ немедленно соединится съ ихъ волокнами и притомъ чрезвычайно тѣсно; а если послѣ этого ткань положить въ растворъ красильнаго вещества, то глиноземъ притянетъ къ себѣ и это послѣднее, причемъ уже соединившаяся съ нимъ ткань окрасится сама собою и долго сохранитъ эту краску. Благодаря своему сродству къ тканямъ и красильнымъ веществамъ, глиноземъ служитъ однимъ изъ самыхъ важныхъ матеріаловъ въ *красильномъ искуствѣ*. Нерастворимые осадки, которые глиноземъ образуетъ съ растворами растительныхъ веществъ, называются *лаковыми* или *земляными* красками.

§ 95. *Квасцы* (alumen) состоятъ изъ двухъ солей, а именно изъ сѣрнокислаго глинозема и сѣрнокислаго кали: $Al_2O_3 3SO_3 + KOSO_3 + 24HO$. Они находятся въ природѣ готовыми, но большею частью приготовляются на фабрикахъ большими массами. Квасцы имѣютъ сладковатый вяжущій вкусъ, кристализуются большими безцвѣтными восьмигранниками и растворяются въ водѣ. Ихъ очень часто употребляютъ въ красильняхъ и на бумажныхъ фабрикахъ, а также для добыванія другихъ глинистыхъ соединеній, въ особенности *уксусокислаго глинозема*.

Весьма замѣчателенъ длинный рядъ соединеній, частью есте-

ственныхъ, частью искуственныхъ, въ которыхъ кали квасцовъ замѣнено другою щелочью, а между тѣмъ кристаллическая форма соли нисколько не измѣнилась. Съ другой стороны есть также рядъ соединеній, которыя по составу и кристаллической формѣ совершенно соотвѣтствуютъ квасцамъ, но въ которыхъ глиноземъ замѣненъ окисью желѣза, марганца или хрома, какъ это видно изъ слѣдующихъ примѣровъ:

Калійные квасцы $= KOSO_3 + Al_2O_33SO_3 + 24HO.$
Натронные квасцы $= NaOSO_3 + Al_2O_33SO_3 + 24HO.$
Амміачные квасцы $= NH_3OSO_3 + Al_2O_33SO_3 + 24HO.$
Желѣзные квасцы $= KOSO_3 + Fe_2O_33SO_3 + 24HO.$
Марганцовые квасцы $= KOSO_3 + Mn_2O_33SO_3 + 24HO.$
Хромовые квасцы $= KOSO_3 + Cr_2O_33SO_3 + 24HO.$

Особенно замѣчательно то, что когда смѣшиваютъ растворы нѣсколькихъ изъ этихъ солей, изъ жидкости получаются восьмигранные кристаллы, которые представляютъ смѣси различныхъ квасцовъ. По этому полагаютъ, что у всѣхъ квасцовъ малѣйшія частички ихъ элементовъ совершенно одинаковы какъ по величинѣ, такъ и по внутреннему ихъ расположенію, такъ что онѣ при образованіи кристалла нисколько не мѣшаютъ другъ другу, а напротивъ даже могутъ замѣнить другъ друга. Это равенство различныхъ веществъ и соединеній въ формѣ и расположеніи частицъ называется *изоморфизмомъ*, а всѣ квасцы между собою изоморфы, т. е. однообразны или одноформенны.

§ 96. *Кремнекислый глиноземъ.* Въ хозяйствѣ природы и человѣка очень важную роль играютъ соединенія и смѣси глинозема съ кремневою кислотою. Множество твердыхъ минераловъ, состоящихъ изъ кремнекислаго глинозема, описано нами въ минералогіи. Здѣсь для примѣра приведемъ одно изъ самыхъ распространенныхъ соединеній, а именно *полевой шпатъ*, двойную соль, состоящую изъ кремнекислаго кали и кремнекислаго глинозема: $KOSiO_3 + Al_2O_33SiO_3$. При вывѣтриваніи такихъ минераловъ образуется весьма легко обработывае-

мая масса, которая называется *глиною*. Эта послѣдняя состоитъ изъ кремнекислаго глинозема, болѣе или менѣе смѣшаннаго съ кремноземомъ (пескомъ) и металлическими окисями, отчего она получаетъ различный цвѣтъ и разныя названія, напр. бѣлая трубочная глина, сукновальная, фарфоровая, сѣрая (суглинокъ), желтая (иловатая глина), бурая и красная. Всѣ эти виды глины похожи другъ на друга въ томъ отношеніи, что они болѣе или менѣе сильно прилипаютъ къ языку и имѣютъ особенный, такъ называемый глиняный запахъ, который вѣроятно зависитъ оттого, что они поглощаютъ изъ воздуха нѣсколько амміака.

Съ водою глина образуетъ мягкую тѣстообразную массу, которая чрезвычайно долго удерживаетъ въ себѣ эту влагу. Благодаря этому свойству она играетъ очень важную роль въ земледѣліи тѣмъ, что предохраняетъ почву отъ недостатка влажности, которая такъ необходима для растительности. Смѣсь глины съ пескомъ и известью называется *мергелемъ* или *рухлякомъ* и образуетъ самую плодородную почву.

Такъ какъ влажная глина легко обработывается, то ее уже съ давнихъ временъ употребляютъ на посуду, тѣмъ болѣе, что когда ее прокаливаютъ, она дѣлается твердою.

§ 97. *Фарфоръ*, который уже съ незапамятныхъ временъ извѣстенъ былъ китайцамъ, открытъ въ Германіи только въ 1703 г. химикомъ Бэтхеромъ, которому курфюрстъ Іоахимъ Саксонскій поручилъ отыскать средство дѣлать золото искуственнымъ образомъ. При этомъ онъ дѣлалъ множество опытовъ съ разными горными породами, смѣшивалъ и сплавлялъ всевозможныя вещества, и такимъ образомъ наконецъ напалъ между прочимъ на ту прекрасную массу, которая называется фарфоромъ и которая для города Мейсена, гдѣ въ 1710 году открыта была первая фарфоровая фабрика, сдѣлалась источникомъ большихъ богатствъ.

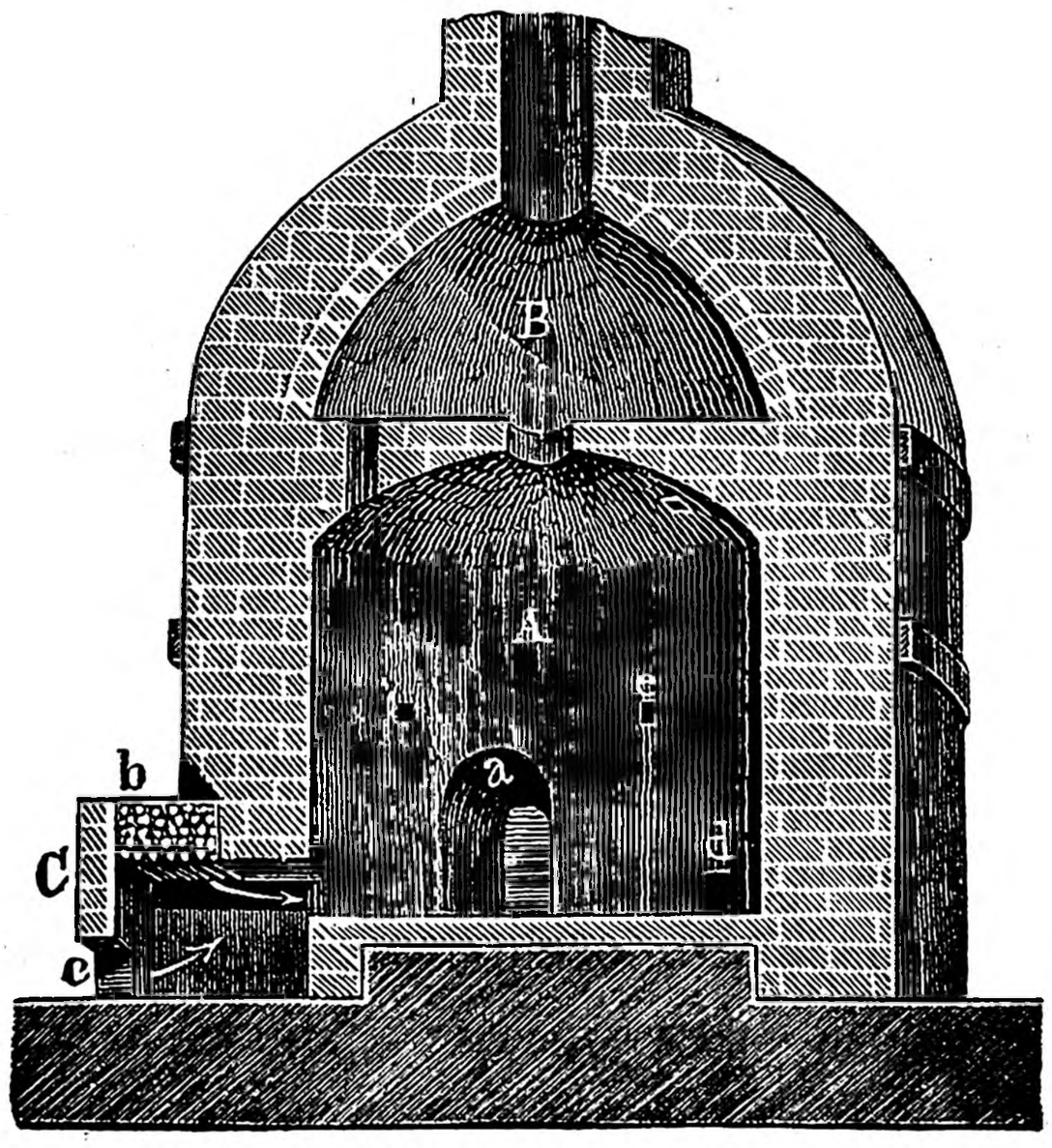
Для фарфора необходима именно такая глина, въ которой бы

не было примѣси желѣза, а этому условію вполнѣ удовлетворяетъ такъ называемая фарфоровая глина. Ее превращаютъ въ самый мелкій порошокъ, къ которому потомъ примѣшиваютъ небольшое количество чистой кремневой кислоты или гипса. Изъ этой массы дѣлаютъ разные предметы или сосуды, частью просто руками на гончарномъ кругѣ, частью же посредствомъ формъ, въ которыя тонкіе листы глины вдавливаются съ помощью влажной губки. Высушивъ медленно сосуды на воздухѣ, ихъ накаливаютъ, а для того, чтобы при этомъ въ нихъ не попадало никакихъ нечистотъ, ихъ ставятъ въ глиняные ящики (рис. 47) и помѣщаютъ въ менѣе разогрѣтую часть печи, въ которой обжигаютъ фарфоръ (рис. 48). Изъ печки они выходятъ, правда, твердые и совершенно бѣлые, но все еще имѣютъ тусклый видъ,

Рис. 47.



Рис. 48.



и такъ какъ глиняная масса ихъ продолжаетъ съ жадностью притягивать влажность, то языкъ къ нимъ сильно прилипаетъ.

Для устраненія этихъ неудобствъ на посуду накладываютъ *мураву* (глазурь, поливу), погружая ее въ жидкость, содержащую въ себѣ очень мелкій порошокъ фарфоровой глины, къ которой для удобоплавимости прибавляютъ немного гипса. Затѣмъ сосуды обжигаютъ во второй разъ въ бѣлокалильномъ жару.

Самый лучшій фарфоръ совершенно бѣлъ, полупрозраченъ, очень твердъ, даетъ искру при ударѣ о сталь; изломъ его блестящій и раковистый. Тонкая посуда изъ лучшаго фарфора издаетъ почти такой же чистый и ясный звукъ, какъ металлъ.

Въ фарфорѣ содержится отъ 60 до 70 процентовъ кремневой кислоты, отъ 20 до 30 глинозема и отъ 3 до 6 щелочи. Англійскій фарфоръ бѣднѣе кремневою кислотою, потому что ея въ немъ только около 40 процентовъ, и кромѣ того 30 процентовъ извести съ 20 или 25 частями глинозема.

Живописныя фигуры наводятся на фарфорѣ слѣдующимъ образомъ: мелкій порошокъ цвѣтнаго стекла (см. § 83) растираютъ со скипидаромъ и обмакивая кисточку въ эту массу расписываютъ ею разныя фигуры на муравленномъ фарфорѣ; затѣмъ сосудъ снова подвергаютъ обжиганію въ слабомъ жару въ особенной, такъ называемой *муфельной печи* (рисунокъ 49).

Рис. 49.



Самый лучшій *фаянсъ* въ изломѣ землистъ, но бѣлъ. Поверхность его покрыта муравою, которая большею частью состоитъ изъ удобоплавимаго свинцоваго стекла. Нисшіе сорты фаянса имѣютъ сѣрый, желтый или красный изломъ, а бѣлая мурава ихъ дѣлается изъ свинцоваго стекла съ примѣсью оловянной окиси.

Простая глиняная посуда дѣлается изъ грубой глины и притомъ или вовсе не покрывается муравою, какъ напр. горшки

для цвѣтовъ, или же ее наводятъ свинцовымъ стекломъ. На заводахъ, гдѣ приготовляется такая посуда, иногда случается, что въ видахъ сбереженія топлива, свинцовой окиси не даютъ совсѣмъ превратиться въ стекло; въ такомъ случаѣ, свинецъ, оставшійся на стѣнкахъ сосуда, легко можетъ отравлять всякую пищу. По этому всегда лучше употреблять хорошо обожженную посуду съ чистымъ звономъ и безукоризненною глазурью.

Каменную посуду, употребляемую для сохраненія маринованныхъ овощей и т. п., муравятъ поваренною солью, которую бросаютъ въ раскаленную печь, въ то самое время, когда тамъ обжигается посуда: при этомъ поваренная соль превращается въ паръ и покрываетъ наружную поверхность посуды глазурью, состоящею изъ натроннаго стекла.

Кирпичи, *изразцы* и *черепицы* приготовляются изъ обыкновенной, простой глины и окрашиваются желѣзною окисью.

§ 98. Когда растираютъ *лазуревый камень* или *лазурикъ* (минералъ, встрѣчающійся въ природѣ довольно рѣдко), то получается очень дорогая, но за то превосходная синяя краска, извѣстная подъ названіемъ *ультрамарина*. Такъ какъ при химическомъ изслѣдованіи оказалось, что этотъ минералъ состоитъ изъ сѣрнистаго натрія и кремневокислаго глинозема, то его начали приготовлять искуственнымъ образомъ, а именно сплавленіемъ веществъ, изъ которыхъ состоитъ лазуревый камень, въ тѣхъ же пропорціяхъ. Вслѣдствіе того краска эта до того упала въ цѣнѣ, что теперь ею красятъ даже стѣны, обои, между тѣмъ какъ прежде она цѣнилась почти наравнѣ съ золотомъ.

Ультрамаринъ приготовляется слѣдующимъ образомъ: 100 частей фарфоровой глины, 100 ч. жженой глауберовой соли и 17 ч. угля превращаются въ мелкій порошокъ, затѣмъ смѣшиваются и прокаливаются. Полученная зеленая масса растирается и промывается, послѣ чего она поступаетъ въ торговлю подъ названіемъ *зеленаго ультрамарина*. Когда же къ по-

слѣднему прибавляютъ 4 процента сѣры и вновь нагрѣваютъ при свободномъ доступѣ воздуха, то при этомъ получается синій ультрамаринъ. Въ 1820 году фунтъ естественнаго ультрамарина стоилъ 600 гульденовъ, а въ 1828 г. за искуственный ультрамаринъ платили 140 гульденовъ; въ 1832 г. фунтъ его стоилъ уже только 8 гульденовъ, а въ настоящее время его покупаютъ не дороже какъ по гульдену за фунтъ.

---

b. **Тяжелые металлы.**

21. *Желѣзо.*

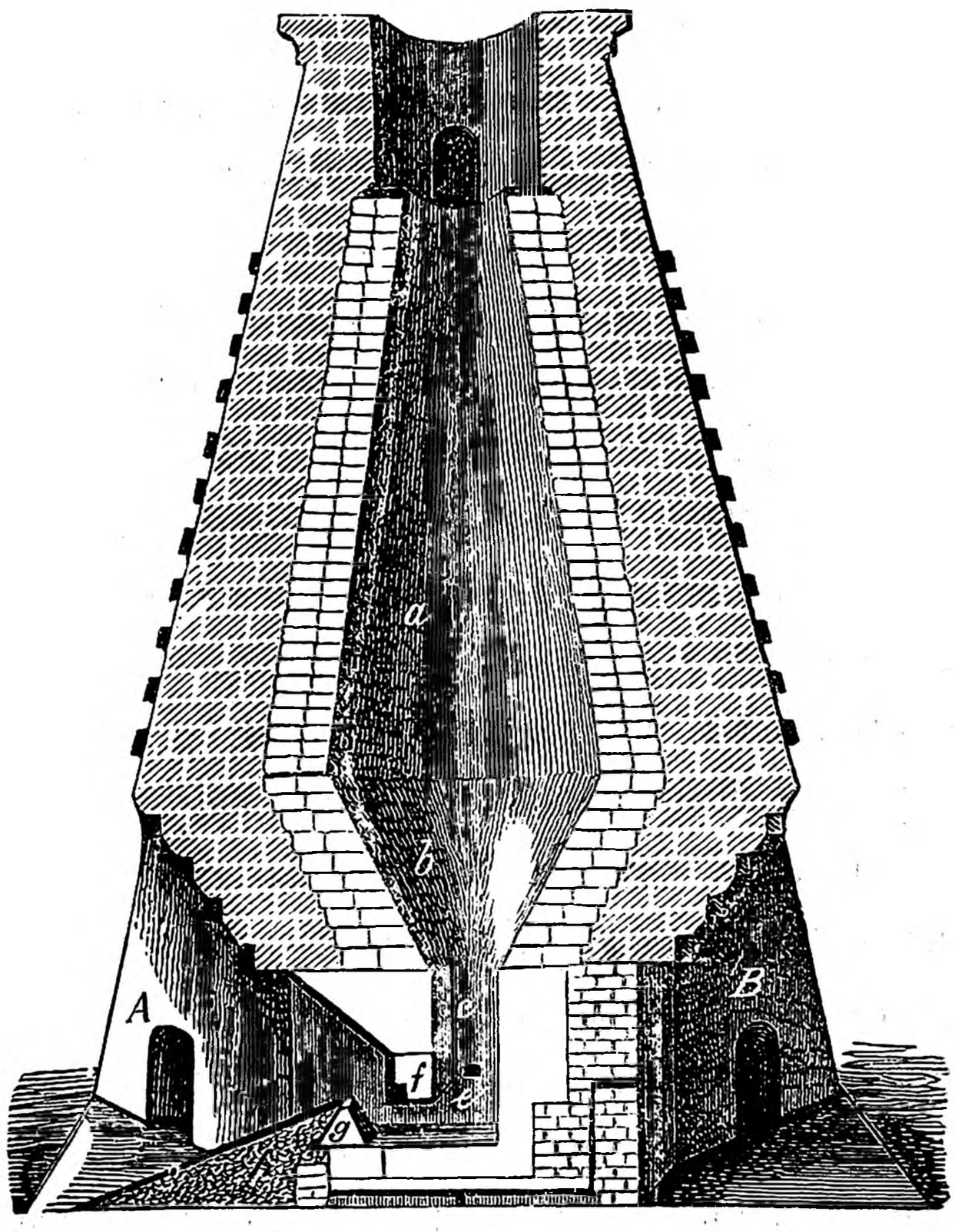
Ferrum: Fe=28; удѣльный вѣсъ=7,6.

§ 99. Желѣзо одно изъ самыхъ важныхъ и необходимыхъ металловъ, безъ котораго цивилизація никогда не могла бы достигнуть той высокой степени, на которой она находится теперь. Дѣйствительно, исторія убѣждаетъ насъ, что народы, у которыхъ не было недостатка въ золотѣ, все-таки томились въ нищетѣ, между тѣмъ какъ другіе, владѣвшіе желѣзомъ, находили въ немъ источникъ богатства, потому что оно служило имъ главнымъ двигателемъ промышленности и человѣческой дѣятельности.

О различныхъ рудахъ, изъ которыхъ добывается желѣзо, и которыми изобилуютъ Германія, Англія, Россія и въ особенности Швеція, мы будемъ говорить въ минералогіи. Здѣсь замѣтимъ, что главныя составныя части всѣхъ этихъ рудъ *желѣзо* и *кислородъ*, т. е. всѣ онѣ нредставляютъ окиси, изъ которыхъ, для добыванія желѣза, нужно выдѣлить кислородъ. Для этой цѣли руду разбиваютъ на мелкіе куски и смѣшавъ ее

съ древеснымъ или каменнымъ углемъ, кладутъ въ доменную печь (рис. 50). Затѣмъ въ нижней части этой печи, гдѣ кладутся дрова и уголья, разводятъ очень сильный огонь, который поддерживаютъ вдуваніемъ горячаго воздуха. При сгараніи угля въ ниж-

Рис. 50.



ней части печи образуются два газа, окись углерода и углеводородъ, которые, приходя въ прикосновеніе съ раскаленными рудами, отнимаютъ у нихъ кислородъ; при этомъ освободившееся желѣзо плавится и проходитъ въ нижнюю часть печи *e*, откуда оно отъ времени до времени выпускается. На большихъ заводахъ такое обжиганіе рудъ производится безпрерывно въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ, пока наконецъ не испортится печь.

Однако желѣзо не единственный продуктъ, который получает-

ся при обжиганіи рудъ, потому что большая часть изъ нихъ содержатъ въ себѣ по извѣстному количеству кремневой кислоты, глинозема и известковой земли, которые при сильномъ жарѣ также плавятся и образуютъ темноцвѣтную стекловидную массу, называемую *шлакомъ* или *окалиною*. Эта послѣдняя также стекаетъ въ нижнюю часть печи вмѣстѣ съ расплавленнымъ желѣзомъ, но такъ какъ она не такъ плотна, какъ желѣзо, она всегда всплываетъ на поверхность послѣдняго, съ которой ее отъ времени до времени снимаютъ особенными крючками, послѣ чего она застываетъ въ стекловидную массу. Окалина эта даже необходима для добыванія желѣза, потому что она покрываетъ и слѣдовательно предохраняетъ его отъ дѣйствія воздуха, который безъ нея опять окислялъ бы раскаленное желѣзо. По этому, если въ рудѣ не заключается тѣхъ составныхъ частей, которыя необходимы для образованія окалины, то нарочно кладутъ въ печь такія вещества (а особенно известь), которыя образуютъ удобоплавимую окалину.—Воздухъ, выходящій изъ верхняго отверстія печи, кромѣ углекислоты, всегда содержитъ еще окись углерода и углеводородъ; а такъ какъ эта смѣсь горюча, то ее употреблаютъ для нагрѣванія воздуха, который вдуваютъ въ печь для поддержанія огня.

§ 100. *Разные виды желѣза.* Съ желѣзомъ углеродъ не только образуетъ химическое соединеніе, но даже плавится въ немъ, а по количеству содержащагося въ желѣзѣ углерода различаютъ три главные сорта этого металла: 1) желѣзо, содержащее много углерода и извѣстное подъ названіемъ *чугуна*; 2) желѣзо, въ которомъ вовсе нѣтъ углерода, или такъ называемое *полосовое желѣзо*, и 3) желѣзо, содержащее незначительное количество углерода или *сталь*.

1. *Чугуномъ* называется металлъ, который непосредственно вытекаетъ изъ доменной печи и въ которомъ содержится отъ 4 до 5 процентовъ углерода. Въ чугунѣ углеродъ бываетъ соединенъ съ желѣзомъ или химически, или механически; въ пер-

вомъ случаѣ онъ *бѣлъ* и *блестящъ*, и хотя легко плавится, но не вполнѣ, и притомъ застываетъ въ твердую хрупкую массу; по этому его нельзя употреблять ни для отливанія какихъ нибудь вещей, ни для кузнечныхъ работъ, а служитъ только для добыванія другихъ сортовъ желѣза. Во второмъ случаѣ, т. е. когда желѣзо только механически смѣшано съ углеродомъ, чугунъ имѣетъ *сѣрый* или черноватосѣрый цвѣтъ. Этотъ сортъ чугуна плавится при температурѣ 1000°, образуя жидкую массу, которую можно отливать въ формы, сдѣланныя изъ песку, и которая при охлажденіи стягивается всего на $1^1/_4$ процента. Изъ этого чугуна выдѣлываютъ разныя издѣлія, которыя всѣмъ извѣстны. Но такъ какъ этотъ чугунъ очень хрупокъ, то онъ не годенъ для ковки. За то его можно пилить, сверлить и оттачивать.

2. *Ковкое* или *полосовое желѣзо* есть почти *чистое желѣзо* и добывается изъ чугуна, который для этого накаливаютъ при свободномъ доступѣ воздуха, причемъ весь содержащійся въ немъ углеродъ сгараетъ, не оставляя отъ себя почти никакихъ слѣдовъ. Это желѣзо отличается въ особенности значительною *тягучестью*, а потому изъ него можно выдѣлывать не только ковкія вещи, но даже проволоку и тонкую жесть. Изломъ полосоваго желѣза сѣръ и зубчатъ, однакожъ поверхность его легко полируется и тогда принимаетъ бѣлый цвѣтъ. Такъ какъ твердость его не очень значительна, то она не годно для выдѣлки рѣжущихъ инструментовъ. Ковкое желѣзо плавится только при очень высокой температурѣ, а именно, при 1600°. Хотя при болѣе низкой температурѣ нельзя сплавлять отдѣльныхъ кусковъ желѣза, но за то, когда ихъ накаливаютъ до-бѣла, они становятся такими мягкими, что ихъ можно сковать посредствомъ ударовъ молота.

3. *Сталь* содержитъ въ себѣ одинъ или два процента угля. Она выдѣлывается или изъ чугуна, у котораго для это отнимаютъ часть содержащагося въ немъ угля, или изъ ковкаго желѣза,

къ которому для этой цѣли, напротивъ того, прибавляютъ необходимое количество угля. Сталь, приготовленная изъ чугуна, называется *сырцовою* или *укладомъ*. Изъ ковкаго желѣза сталь добывается слѣдующимъ образомъ: берутъ тоненькія полоски ковкаго желѣза, укладываютъ ихъ въ глиняные ящики и обсыпаютъ углемъ, послѣ чего ихъ долго прокаливаютъ въ особенной печи; при этомъ уголь постепенно соединяется съ желѣзомъ и образуетъ такъ называемую *цементную* или *топленную сталь*. Но такъ какъ подобная сталь не представляетъ однородной массы, то нѣсколько кусковъ его сковываютъ вмѣстѣ, что называется *рафинировкою стали*, или ихъ плавятъ вмѣстѣ, и тогда полученная сталь называется *литою*. Эта послѣдняя приготовляется также другимъ способомъ, а именно сплавленіемъ чугуна съ ковкимъ желѣзомъ въ соразмѣрномъ отношеніи.

Сталь вообще обладаетъ почти тѣми же свойствами, какъ и ковкое желѣзо: она также очень ковка, но скорѣе плавится, потому что для этого ей нужна температура въ 1200° или 1400°. Цвѣтъ ея также сѣрый или бѣловатосѣрый; она превосходно полируется и оттого всегда сильно блеститъ. Когда же раскаленную сталь быстро охлаждаютъ, погружая ее въ воду, то она становится въ высшей степени хрупкою и слѣдовательно теряетъ свою ковкость; но вмѣстѣ съ тѣмъ она пріобрѣтаетъ такую твердость, что можетъ даже надрѣзать стекло. Благодаря этому свойству изъ каленой стали приготовляютъ всѣ тѣ орудія, которыя по своему назначенію требуютъ значительной твердости, какъ напр. пилы, буравы, иголки и т. п.

Но если закаленную сталь снова нагрѣть и затѣмъ дать ей медленно остыть, то она утратитъ свою хрупкость и превратится опять въ ковкій и тягучій металлъ, и это превращеніе ея будетъ тѣмъ совершеннѣе, чѣмъ сильнѣе ее раскалятъ; по этому, нагрѣвая сталь при различныхъ температурахъ, можно получать нѣсколько сортовъ ея, изъ которыхъ каждый будетъ

имѣть различную степень твердости и тягучести, что̀ иногда необходимо при изготовленіи рѣжущихъ инструментовъ.

Отъ нагрѣванія или такъ называемаго *напуска* полированная сталь принимаетъ различные цвѣта, сперва блѣдножелтый, потомъ темножелтый, оранжевый, красный, темнокрасный, фіолетовый, синій и наконецъ черносиній; а такъ какъ болѣе сильному жару соотвѣтствуютъ болѣе темные цвѣта, то по послѣднимъ всегда можно узнать, достигла ли сталь той степени раскаленія, которой желаютъ подвергнуть ее. Указанный нами рядъ цвѣтовъ можно видѣть очень ясно; когда вязальную иголку накаливаютъ надъ пламенемъ свѣчки; потому что самая раскаленная часть ея бываетъ всегда чернаго цвѣта, слѣдующая затѣмъ часть имѣетъ синій цвѣтъ, третья—фіолетовый, и т. д.

Большая часть стальныхъ издѣлій сперва приготовляются изъ мягкой сырцовой стали; но затѣмъ ихъ закаливаютъ и напускаютъ съ цѣлью сообщить имъ желаемый цвѣтъ; такъ напр. самымъ лучшимъ ножамъ придаютъ блѣдножелтый цвѣтъ, бритвамъ—желтоватый, ножницамъ—бурый, часовымъ пружинамъ—свѣтлосиній и т. д.

§ 101. *Соединенія желѣза*: Растворимыя соединенія желѣза отличаются особеннымъ вкусомъ, который бываетъ различенъ—отъ сладковатометаллическаго до сильновяжущаго. Смѣшанныя съ тѣлами, содержащими дубильное вещество, напр. съ отваромъ чернильныхъ орѣшковъ или дубовой коры, они образуютъ фіолетовое или синечерное соединеніе (чернила). Большая часть соединеній желѣза употребляется въ медицинѣ, особенно при слабомъ кровотвореніи. Мы здѣсь опишемъ соединенія желѣза по порядку, какъ они добываются другъ отъ друга:

Двусѣрнистое желѣзо, FeS_2, или такъ называемый *желѣзный* или *сѣрный колчеданъ*, очень часто встрѣчается въ природѣ. Онъ имѣетъ цвѣтъ желтой мѣди, металлическій блескъ и кристаллическую форму. Посредствомъ перегонки изъ него добываютъ сѣру, причемъ остается односѣрнистое желѣзо, FeS. Когда

его нагрѣваютъ на воздухѣ, то оно при этомъ провѣтривается и превращается въ *сѣрнокислую закись желѣза*, $FeOSO_3$.

Односѣрнистое желѣзо, FeS, которое часто служитъ матеріаломъ для добыванія сѣроводорода (§ 43), получается также при слабомъ прокаливаніи смѣси желѣза съ сѣрою.

Сѣрнокислая закись желѣза, $FeOSO_3+7HO$, называемая въ общежитіи *желѣзнымъ* или *зеленымъ купоросомъ*, получается въ видѣ красивыхъ зеленыхъ кристалловъ, когда окисляютъ естественное двусѣрнистое желѣзо. Это одна изъ самыхъ дешевыхъ солей и потому употребляется для добыванія большей части желѣзныхъ препаратовъ, особенно же берлинской лазури, чернилъ, фіолетовыхъ и черныхъ красокъ для окрашиванія тканей, а также для приготовленія дымящейся сѣрной кислоты. Растворъ купороса иногда вливаютъ въ отхожія мѣста для уничтоженія дурнаго запаха.

Закись желѣза, FeO, не встрѣчается въ свободномъ состояніи. Въ соединеніи же съ водою, FeOHO, она получается изъ раствора сѣрнокислой закиси желѣза, когда къ нему прибавляютъ кали. Первоначально она бываетъ бѣлаго цвѣта, но тотчасъ по выдѣленіи ея она принимаетъ зеленый, потомъ желтый и наконецъ бурый цвѣтъ, превращаясь при этомъ въ водную окись желѣза.

Окись желѣза, Fe_2O_3, встрѣчается часто въ видѣ минерала, извѣстнаго подъ названіемъ *краснаго желѣзняка*, но образуется также въ видѣ остатка при добываніи дымящейся сѣрной кислоты (§ 41). Истолченная въ порошокъ она имѣетъ кирпичнокрасный цвѣтъ и употребляется какъ для окрашиванія, такъ и полированія. Иногда охра, песчаникъ и разные другіе минералы бываютъ краснаго цвѣта: это происходитъ оттого, что въ нихъ содержится окись желѣза.

Водная окись желѣза или *бурый желѣзнякъ*, Fe_2O_3HO, часто находится въ природѣ. Она бываетъ различныхъ цвѣтовъ—отъ желтаго до бураго, и отъ нея зависитъ цвѣтъ многихъ

минераловъ. Въ чистомъ видѣ она получается изъ раствора двутрехлористаго желѣза, когда къ нему прибавляютъ амміакъ. Въ медицинѣ она употребляется довольно часто, особенно противъ отравленія мышьякомъ (§ 51). Когда влажное желѣзо подвергается дѣйствію воздуха, то на немъ образуется ржавчина, которая также ни что иное какъ водная окись желѣза. Отъ нагрѣванія она утрачиваетъ содержащуюся въ ней воду, такъ что остается простая окись желѣза.

Углекислая закись желѣза, $FeOCO_2$, извѣстная подъ названіемъ *желѣзнаго шпата*, принадлежитъ къ самымъ превосходнымъ рудамъ. Ее добываютъ изъ раствора желѣзнаго купороса, къ которому для этого прибавляютъ углекислаго натра; происходящій при этомъ осадокъ углекислой закиси желѣза имѣетъ бѣлый цвѣтъ, но такъ какъ онъ очень быстро поглощаетъ кислородъ, то часть его превращается въ окись и вслѣдствіе того принимаетъ частью зеленый, частью бурый цвѣтъ. Хотя желѣзный шпатъ не растворяется въ обыкновенной водѣ, однако въ ключахъ, содержащихъ углекислоту, его часто находятъ въ растворенномъ видѣ; такіе ключи называются *стальными*.

Однохлористое желѣзо, $FeCl$, образуется при растореніи желѣза въ соляной кислотѣ; изъ крѣпкаго раствора оно осаждается въ видѣ блѣдныхъ, зеленосинихъ кристалловъ, содержащихъ въ себѣ воду.

Двутреххлористое или *полуторнохлористое желѣзо*, Fe_2Cl_3, получается въ видѣ краснобурыхъ кристалловъ, содержащихъ въ себѣ воду, когда желѣзо растворяютъ въ крѣпкой царской водкѣ (§ 45). — Это соединеніе также употребляется въ медицинѣ.

Желтая кровяная соль или *ціанистый калій съ ціанистымъ желѣзомъ*, $FeCy+2KCy+3HO$, происходитъ при прокаливаніи углекислаго кали вмѣстѣ съ желѣзными опилками и углемъ, въ которомъ содержится много азота. Прежде для

этого брали обугленную кровь; теперь же преимущественно употребляютъ старую кожу, волосы, шерсть и т. п. Раскаленную массу варятъ въ водѣ, послѣ чего растворъ процѣживаютъ и даютъ ему остыть: тогда изъ него выдѣляется кровяная соль въ видѣ превосходныхъ желтыхъ кристалловъ. Сама она нисколько не ядовита, а между тѣмъ служитъ для приготовленія ядовитой синильной кислоты (§ 65) и другихъ ціанистыхъ соединеній. Если къ раствору ея прибавить какой нибудь соли закиси желѣза, то въ немъ образуется бѣловатый осадокъ *ціанистаго желѣза*, FeCy, который, однакожъ, въ скоромъ времени принимаетъ синій цвѣтъ и затѣмъ постепенно все болѣе и болѣе темнѣетъ. Когда же въ растворъ ея опускаютъ нѣсколько соли окиси желѣза, то изъ него тотчасъ же выдѣлится темносиній осадокъ—такъ называемая *берлинская лазурь*.

Красная кровяная соль или *двутрехціанистое желѣзо съ ціанистымъ каліемъ*, $Fe_2Cy_3+3KCy+HO$, получается въ видѣ гіацинтокрасныхъ кристалловъ, когда изъ раствора 2 паевъ желтой кровяной соли удаляютъ 1 пай калія, проведя въ него хлоръ. Если къ раствору красной кровяной соли прибавляютъ соли закиси желѣза, то въ немъ образуется темносиній осадокъ—такъ называемая *парижская лазурь*; отъ прибавленія же солей окиси желѣза осадка не образуется.

Берлинская и *парижская лазури* (обѣ превосходныя, часто употребляемыя и неядовитыя краски) состоятъ изъ соединенія простаго ціанистаго желѣза (FeCy) съ двутрехціанистымъ желѣзомъ (Fe_2Cy_3), а именно:

$$\text{Берлинская лазурь} = 2Fe_2Cy_3+3FeCy = Fe_7Cy_9.$$
$$\text{Парижская лазурь} = Fe_2Cy_3+3FeCy = Fe_5Cy_6.$$

22. *Марганецъ* или *Манганъ*.

Manganum: Mn = 27; удѣльный вѣсъ = 8.

§ 102. Послѣ желѣза марганецъ самый распространенный изъ всѣхъ тяжелыхъ металловъ, не смотря на то, что его рѣдко встрѣчаютъ въ значительныхъ массахъ на одномъ мѣстѣ. Едвали найдется желѣзная руда, въ которой бы вовсе не было примѣси марганца, вслѣдствіе чего желѣзо большею частью содержитъ болѣе или менѣе этого металла, но обыкновенно примѣсь его равняется 4 или 6 процентамъ. Марганецъ чрезвычайно трудноплавкій, твердый и хрупкій металлъ; изломъ его имѣетъ сѣрый цвѣтъ съ красноватымъ отливомъ. Такъ какъ онъ очень скоро окисляется какъ въ водѣ (которая отъ него разлагается), такъ и на воздухѣ, то его не употребляютъ въ технической промышленности.

§ 103. *Перекись марганца*, MnO_2, называемая также *сѣрою марганцовою рудою* или *чернымъ марганцемъ*, оставляетъ на бумагѣ черносѣрую черту. Эта соль очень легко отдаетъ свой кислородъ, а потому часто употребляется какъ окисляющее средство; кромѣ того она служитъ матеріаломъ для добыванія кислорода (§ 26), для обезцвѣчиванія стеколъ и для приготовленія хлора (§ 44); а для химика это вообще очень важное тѣло. Центнеръ перекиси марганца стоитъ отъ 3 до 4 гульденовъ.

Перекись марганца часто встрѣчается въ соединеніи съ окисью марганца, Mn_2O_3, или *браунитомъ*, а также съ гидратомъ ея—*манганитомъ*, который оставляетъ на бумагѣ бурую черту.

Закись марганца, MnO, употребляется для окрашиванія стеклянной массы въ фіолетовый цвѣтъ. Соли ея имѣютъ розовый цвѣтъ.

Когда перекись марганца долго прокаливаютъ вмѣстѣ съ кали, то часть этой смѣси растворяется въ водѣ, окрашивая ее

въ превосходный зеленый цвѣтъ, а это послѣднее обстоятельство должно приписать дѣйствію образовавшагося *марганцовистокислаго кали*, $KOMnO_3$. Если растворъ не очень крѣпокъ, то при свободномъ доступѣ воздуха зеленый цвѣтъ его постепенно переходитъ въ багряный, что происходитъ вслѣдствіе образованія *марганцовокислаго кали*, $KOMn_2O_7$, которое однакожъ также постепенно разлагается, такъ что подъ конецъ жидкость дѣлается совершенно безцвѣтною. Благодаря этому свойству зеленое соединеніе марганца получило названіе *минеральнаго хамелеона*.

Хромъ.

Chromum: Cr=26; удѣльный вѣсъ=6,8.

§ 104. Этотъ металлъ извѣстенъ только еще съ 1797 года. Онъ очень твердъ, чрезвычайно трудно плавится, а потому не находитъ себѣ никакого примѣненія въ технической промышленности. Всѣ его соединенія имѣютъ очень красивый цвѣтъ, отчего ему и дано греческое названіе хрома, означающее краску.

Въ природѣ хромъ находится въ видѣ соединенія закиси желѣза съ окисью хрома, $FeOCr_2O_3$. Если этотъ минералъ истолочь въ порошокъ и смѣшавъ его съ кали, накаливать вмѣстѣ, то получится хромовая кислота, CrO_3, которая въ соединеніи съ кали образуетъ *двухромокислое кали*, $KO_2 2CrO_3$,—растворимую въ водѣ красную соль, служащую для добыванія всѣхъ другихъ хромокислыхъ соединеній. Когда къ этой соли прибавляютъ достаточное количество кали, то она переходитъ въ *среднее хромокислое кали*, $KOCrO_3$, кристаллы котораго имѣютъ свѣтложелтый цвѣтъ. Растворимыя соединенія хрома производятъ рвоту, и вообще оказываютъ ядовитое дѣйствіе на животный организмъ.

Окись хрома, Cr_2O_3, получается въ видѣ прекраснаго *зе-*

ленаго порошка, когда у хромовой кислоты отнимаютъ часть кислорода, т. е. когда нагрѣваютъ растворъ хромокислаго кали съ сѣрнистымъ каліемъ. Впрочемъ соль эту можно добывать и другими способами. Она служитъ вмѣсто красокъ и играетъ особенно важную роль при наведеніи живописи на стеклѣ и фарфорѣ.

Хромовая кислота, CrO_3, выдѣляется въ видѣ красныхъ иглообразныхъ кристалловъ, когда крѣпкій растворъ двухромокислаго кали смѣшивается съ сѣрною кислотою. Хромовая кислота, равно и ея соли служатъ превосходными окисляющими средствами.

Двутреххлористый хромъ, Cr_2Cl_3, является въ видѣ блестящихъ чешуй красноперсиковаго или фіолетоваго цвѣта, но до сихъ поръ все еще остается безъ употребленія.

Двойная соль изъ *сѣрнокислой окиси хрома* съ *сѣрнокислымъ кали*, $KOSO_3+Cr_2O_33SO_3+24HO$, представляется въ видѣ превосходныхъ гранатокрасныхъ кристалловъ. Это соединеніе называется *хромовыми квасцами* (см. § 95) и до сихъ поръ еще не нашло себѣ никакого примѣненія.

Хромокислая окись свинца, $PbOCrO_3$, есть желтая краска, которая находится въ большомъ употребленіи и которая получается смѣшеніемъ раствора какой нибудь соли окиси свинца съ хромокислымъ кали.

Хромокислая окись ртути своимъ превосходнымъ краснымъ цвѣтомъ похожъ на киноварь, но изъ нея не дѣлаютъ никакого употребленія.

24. *Кобальтъ.*

Cobaltum: Co=30; удѣльный вѣсъ=8,5.

§ 105. Во всѣхъ рудахъ, въ которыхъ содержится кобальтъ, металлъ этотъ никогда иначе не встрѣчается какъ въ соединеніи съ мышьякомъ или съ сѣрою, а иногда даже съ обоими

этими тѣлами вмѣстѣ. Добываніе его сопряжено съ большими затрудненіями, такъ какъ онъ всегда бываетъ смѣшанъ съ другими металлами, особенно съ желѣзомъ и *никелемъ*, съ которымъ онъ имѣетъ одинакія химическія свойства. Для добыванія кобальта, содержащую его руду сперва накаливаютъ, чтобы удалить изъ нея большую часть сѣры и мышьяка, затѣмъ остатокъ растворяютъ въ соляной кислотѣ и, прибавивъ къ этому раствору хлорной извести, посредствомъ известковаго молока выдѣляютъ изъ него послѣдовательно желѣзо, никель и кобальтъ, которые при этомъ превращаются въ водяныя окиси; наконецъ изъ водной окиси кобальта удаляется кислородъ посредствомъ угля, послѣ чего получается чистый, металлическій кобальтъ.

Въ чистомъ видѣ кобальтъ представляетъ твердую, но вмѣстѣ съ тѣмъ тягучую массу сѣростальнаго цвѣта, способную принимать политуру. Плавится этотъ металлъ только въ самомъ сильномъ огнѣ и потому не находитъ себѣ никакого употребленія въ технической промышленности.

Кобальтъ *притягивается* магнитомъ.

Закись кобальта, сплавленная со стекломъ, придаетъ послѣднему темносиній цвѣтъ, а если это кобальтовое стекло истолочь въ мелкій порошокъ, то образуется краска, извѣстная подъ названіемъ *смальты*. Соли закиси кобальта имѣютъ розовый цвѣтъ, который подъ вліяніемъ теплоты переходитъ въ синій. На этомъ странномъ свойствѣ кобальтовыхъ солей основывается употребленіе разведеннаго раствора хлористаго кобальта для приготовленія такъ называемыхъ *симпатическихъ* или *таинственныхъ чернилъ;* потому что если писать такимъ растворомъ, то буквъ на бумагѣ совсѣмъ не будетъ видно, но стоитъ только положить бумагу въ теплое мѣсто, и тогда всѣ буквы обозначатся такъ отчетливо, какъ будто онѣ были выведены хорошими синими чернилами. Если къ раствору приба-

вляютъ каплю хлористаго желѣза, то онъ обратится въ превосходныя зеленыя чернила.

25. *Никель.*

Niccolum: Ni = 29; удѣльный вѣсъ = 8,8.

§ 106. О добываніи никеля изъ руды мы уже говорили въ предыдущемъ параграфѣ. Въ торговлѣ металлическій никель встрѣчается въ видѣ маленькихъ кубовъ бѣловатосѣраго цвѣта. Это твердый и въ то же время очень тягучій металлъ, который способенъ принимать политуру; онъ не измѣняется на воздухѣ и притягивается магнитомъ. Соли его имѣютъ зеленый цвѣтъ. Онъ употребляется въ особенности для приготовленія *новаго серебра* (см. § 112).

26. *Цинкъ.*

Zincum: Zn=32,5; удѣльный вѣсъ=7,0; точка плавленія=500° Ц.

§ 107. Цинкъ, бѣлый, хрупкій металлъ, добывается изъ минерала, извѣстнаго подъ названіемъ *гальмея*, состоящаго изъ *кремнекислой окиси цинка*. Изъ него часто отливаются разныя фигуры, но кромѣ того онъ служитъ вмѣсто кровельнаго желѣза, для чего его предварительно раскатываютъ въ листы. Онъ входитъ также въ составъ желтой мѣди и новаго серебра. Химиками онъ преимущественно употребляется для добыванія водорода. Подъ вліяніемъ высокой температуры, цинкъ дѣлается до того летучъ, что его можно подвергать дажe перегонкѣ; отъ нагрѣванія на свободномъ воздухѣ онъ сгараетъ яркимъ пламенемъ, превращаясь при этомъ въ окись цинка.

Соединенія цинка, принятыя внутрь, большею частью дѣйствуютъ ядовито, и въ особенности производятъ сильную рвоту. При наружномъ же употребленіи они служатъ превосход-

ными средствами противъ глазныхъ страданій и нѣкоторыхъ другихъ наружныхъ болѣзней. Въ этомъ отношеніи особенную пользу приносятъ *окись цинка*, ZnO, и сѣрнокислая окись цинка, $ZnOSO_3$. Окись цинка, извѣстная въ продажѣ подъ названіемъ *цинковыхъ бѣлилъ*, употребляется также какъ краска и имѣетъ передъ свинцовыми бѣлилами то преимущество, что она не ядовита и не чернѣетъ отъ испарины.

27. *Олово.*

Stannum: Sn=58; удѣльный вѣсъ=7,3; точка кипѣнія=228° Ц.

§ 108. Послѣ серебра олово безспорно самый красивый изъ всѣхъ бѣлыхъ металловъ. Благодаря своему блеску, а также неизмѣняемости на воздухѣ, оно употребляется для выдѣлки разной посуды. Въ природѣ его большею частью встрѣчаютъ въ соединеніи съ кислородомъ, подъ названіемъ *оловяннаго камня*, изъ котораго, для добыванія олова, удаляютъ кислородъ сплавленіемъ его вмѣстѣ съ углемъ. Самое лучшее олово находится въ Англіи, Испаніи и Остъ-Индіи. Когда кусокъ олова сгибаютъ, то при этомъ всегда происходитъ слабый трескъ, зависящій отъ кристаллическаго состава его. Иногда олово содержитъ въ себѣ мышьякъ или нарочно бываетъ смѣшано со свинцомъ; какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ оно, конечно, довольно опасно.

Металлъ этотъ употребляется преимущественно на выдѣлку разной посуды; но кромѣ того изъ него дѣлается еще *листовое олово* или такъ называемый *станіолъ*. Наконецъ для предохраненія отъ вліянія воздуха имъ покрываютъ желѣзную жесть, которая въ торговлѣ извѣстна подъ названіемъ *бѣлой жести*. Мѣдную посуду, для той же цѣли, также покрываютъ внутри слоемъ олова—*полудою*.

О силавахъ, въ составъ которыхъ входитъ олово, мы бу-

демъ говорить въ статьѣ о мѣди; здѣсь же упомянемъ только о слѣдующихъ:

Сплавокъ, употребляемый мѣдниками для пайки, состоитъ изъ 2 частей олова и 1 части свинца.

Легкоплавкая металлическая смѣсь, состоящая изъ 8 частей висмута, 5 частей свинца и 3 частей олова, плавится при 100° Ц., а состоящая изъ 4 частей висмута, 1 части свинца и 1 части олова—при 94° Ц.

Соединенія олова.

Окись олова, SnO_2, находится въ минеральномъ царствѣ въ видѣ оловяннаго камня; искуственнымъ же образомъ она добывается въ видѣ бѣлаго нерастворимаго порошка, когда олово обливаютъ азотною кислотою. При расплавкѣ металла на воздухѣ образуется смѣсь закиси и окиси олова, изъ которой приготовляются эмаль и мурава для фарфора.

Хлористое олово SnCl, получается всегда въ видѣ безцвѣтныхъ кристалловъ, когда олово растворяютъ въ соляной кислотѣ. Оно имѣетъ свойство удивительно быстро раскислять растворы, и потому часто употребляется въ красильномъ искуствѣ, а также какъ ѣдкое средство.

Сѣрнистое олово, которое добывается при продолжительномъ нагрѣваніи оловянныхъ опилковъ, смѣшанныхъ съ сѣрою, извѣстно подъ названіемъ сусальнаго золота и служитъ вмѣсто золотой краски, такъ какъ оно имѣетъ золотожелтый цвѣтъ и металлическій блескъ.

28. *Свинецъ.*

Plumbum: Pb=103; удѣльный вѣсъ=11,3; точка плавленія =325° Ц.

§ 109. Въ природѣ свинецъ находится большею частью въ

соединеніи съ сѣрою, т. е. въ видѣ сѣроватобѣлаго блестящаго минерала, называемаго *свинцовымъ блескомъ*, изъ котораго не трудно добыть чистый металлъ. Для этого свинцовый блескъ стоитъ только нагрѣть на воздухѣ, и тогда сѣра превратится въ сѣрнистую кислоту, а свинецъ въ окись; а если потомъ эту послѣднюю сплавить вмѣстѣ съ углемъ, то получится металлическій свинецъ.

Всѣмъ извѣстно, какое обширное употребленіе нашелъ себѣ этотъ мягкій металлъ: изъ него выкатывается листовый свинецъ, дѣлаютъ проволоку, дробь и трубы, льютъ пули, и многія другія вещи. Свинецъ съ виду очень не красивый и тусклый металлъ: только разрѣзъ его блеститъ синеватосѣрымъ металлическимъ блескомъ, но и тотъ скоро дѣлается тусклымъ, вслѣдствіе образованія на немъ слоя недокиси свинца, Pb_2O. Изъ кислотъ, ни соляная, ни разведенная сѣрная не дѣйствуютъ на свинецъ; но азотная кислота быстро растворяетъ его. Въ перегнанной водѣ свинецъ растворяется лишь въ весьма небольшомъ количествѣ, но въ обыкновенной ключевой водѣ, содержащей известковыя соли и проведенной черезъ свинцовыя трубы, никогда не находятъ примѣси свинца.

Всѣ соединенія свинца ядовиты и производятъ рѣзь въ животѣ, такъ называемую свинцовую колику, противъ которой употребляютъ сѣроводородныя минеральныя воды. Отравленіе свинцомъ часто происходитъ отъ употребленія оловянной посуды, въ которой содержится примѣсь свинца, также жженыхъ горшковъ (§ 97) и такихъ предметовъ, которые укупориваются въ свинцовую фольгу, какъ напр. нюхательный табакъ.

Окись свинца или *глетъ*, PbO, образуется вслѣдствіе нагрѣванія свинца при свободномъ доступѣ воздуха, и этимъ же способомъ получается онъ какъ побочный продуктъ при добываніи серебра изъ свинцовыхъ рудъ. Она состоитъ изъ блестящихъ листиковъ желтоватосѣраго цвѣта и служитъ матеріаломъ для добыванія всѣхъ другихъ свинцовыхъ соединеній, а въ осо-

бенности для приготовленія стекла, муравы (§ 97), лаковъ и пластырей.

Кирпичнокрасный *сурикъ*, который представляетъ соединеніе окиси съ перекисью свинца (PbO_2), употребляется для окрашиванія стеколъ, особенно на стеклянныхъ заводахъ.

Углекислая окись свинца или *свинцовыя бѣлила*, $PbOCO_2$, одна изъ самыхъ важныхъ красокъ, всего скорѣе и проще добывается изъ уксусокислой окиси свинца, въ растворъ которой проводятъ углекислоту. Эта бѣлая краска употребляется преимущественно для грунтованія, потому что она довольно густа; настоящія бѣлила совершенно растворяются въ *разведенной* чистой азотной кислотѣ, и благодаря этому свойству, всегда есть возможность узнать, есть ли въ немъ примѣсь тяжелаго шпата (§ 90) или нѣтъ.

Азотнокислая окись свинца, $PbONO_5$, кристаллизуется красивыми, фарфороподобными восьмигранниками и растворяется въ водѣ. Сѣрная кислота, а также и соляная образуютъ въ ея растворѣ бѣлые осадки: первая — *сѣрнокислую окись свинца*, $PbOSO_3$, а вторая—*хлористый свинецъ*, $PbCl$.

Сѣрнистый свинецъ, PbS, происходитъ въ видѣ чернаго осадка, когда въ растворъ свинца проводятъ сѣроводородный газъ.

29. *Висмутъ.*

Bismuthum: Bi = 104; удѣльный вѣсъ = 9,8; точка плавленія = 264° Ц.

§ 110. Этотъ бѣлый, нѣсколько красноватый металлъ встрѣчается не очень часто, но большею частью въ свободномъ состояніи и не обладаетъ особенно замѣчательными свойствами. Должно однакожъ замѣтить, что при медленномъ охлажденіи онъ оказываетъ особенную наклонность кристаллизоваться. Онъ вхо-

дитъ въ составъ легкоплавкой металлической смѣси (см. § 108), а окись его употребляется въ медицинѣ и для румянъ.

30. *Сюрьма.*

Stibium: Sb = 129; удѣльный вѣсъ = 6,7; точка плавленія = 425° Ц.

§ 111. Сюрьма чрезвычайно хрупкій металлъ и потому его легко превратить въ порошокъ; цвѣта она бѣлаго, а изломъ ея тонкозернистый, на воздухѣ очень мало измѣняется; а если ее нагрѣвать, то она превращается въ окись сюрьмы. Изъ сплава 1 ч. сюрьмы и 4 частей свинца отливаютъ типографскія буквы. Металлъ *британнія* есть сплавокъ, въ которомъ содержится отъ 9 до 15 процентовъ сюрьмы, все остальное—одно олово. Этотъ металлъ бѣлъ какъ серебро, имѣетъ сильный блескъ и служитъ для приготовленія чайниковъ, медальоновъ и т. п.

Соединенія сюрьмы часто употребляются какъ лекарства. Въ большихъ пріемахъ они производятъ рвоту, а иногда даже дѣйствуютъ какъ яды, въ малыхъ же пріемахъ возбуждаютъ испарину. Въ этомъ отношеніи замѣчательны: *окись сюрьмы*, SbO_3, и въ особенности *трехсѣрнистая сюрьма*, SbS_3, которая подъ названіемъ *сюрьмянаго блеска* является въ природѣ въ видѣ чернаго блестящаго кристаллическаго минерала, между тѣмъ какъ *пятисѣрнистая сюрьма*, SbS_5, называемая *златоцвѣтною сюрьмою*, представляетъ красивый оранжевый порошокъ (§ 43). Съ пятью паями кислорода сюрьма образуетъ *сюрьмяную кислоту*, SbO_5. О *сюрьмяноводородномъ газѣ*, SbH_3, мы уже говорили въ § 51.

31. *Мѣдь.*

Cuprum: Cu = 31,7; удѣльный вѣсъ = 8,8.

§ 112. Этотъ металлъ, отличающійся красивымъ блестящимъ

цвѣтомъ, очень тягучъ, ковокъ и твердъ, и плавится только при очень высокой температурѣ. Хотя его нерѣдко находятъ и въ чистомъ состояніи, однако гораздо чаще попадается онъ въ соединеніи съ кислородомъ, въ видѣ закиси мѣди или красной мѣдной руды, а большею частью въ соединеніи съ сѣрою, подъ названіемъ мѣднаго колчедана.

Изъ закиси чистая мѣдь добывается посредствомъ угля, при содѣйствіи шлака, содержащаго много кремнія. При добываніи же ея изъ сѣрныхъ рудъ, послѣднія предварительно превращаются въ окись мѣди или такъ называемую черную мѣдь, а для этого ихъ по нѣскольку разъ обжигаютъ.

Изъ мѣди дѣлаютъ разныя вещи, а въ особенности кострюли, большіе чайники, котлы для перегонки, также проволоку и пр. Мѣдная посуда имѣетъ передъ желѣзною то преимущество, что она не такъ скоро измѣняется отъ дѣйствія воздуха. Кромѣ того, мѣдь употребляется въ гальванопластикѣ. Съ другими металлами мѣдь образуетъ цѣлый рядъ полезныхъ сплавковъ, служащихъ для разныхъ цѣлей. Главнѣйшіе изъ нихъ слѣдующіе:

1. *Латунь* или *желтая мѣдь*, состоящая изъ 71 части мѣди и 29 частей цинка, имѣетъ свѣтложелтый цвѣтъ и обыкновенно употребляется на литыя вещи.

2. *Томбакъ* или *семилоръ* состоитъ изъ 85 частей мѣди и 15 частей цинка. Изъ него приготовляютъ такъ называемое *листовое золото*, которое, будучи истерто въ порошокъ, употребляется для бронзированія.

3. *Бронза*, изъ которой въ древности дѣлали посуду и разныя художественныя произведенія, состоитъ изъ 85 до 97 частей мѣди и 3 до 15 частей олова.

4. *Пушечная мѣдь* содержитъ въ себѣ 90 частей мѣди и 10 частей олова.

5. *Колокольная мѣдь* содержитъ въ себѣ отъ 75 до 80 частей мѣди и 25 до 20 частей олова.

6. *Новое серебро* состоитъ изъ двухъ частей мѣди, одной части никеля и одной части цинка.

7. Въ серебряныхъ и золотыхъ монетахъ также содержится извѣстное количество мѣди; но объ этомъ мы будемъ говорить ниже въ статьѣ о серебрѣ.

Соединенія мѣди.

§ 113. Соединенія мѣди отличаются своимъ непріятнымъ, металлическимъ вкусомъ, который уже чувствуютъ въ то время, когда языкомъ прикасаются къ какому нибудь предмету изъ желтой или красной мѣди. Когда ихъ принимаютъ внутрь, они оказываютъ ядовитое дѣйствіе, и потому внутреннія стѣнки мѣдной посуды всегда покрываютъ слоемъ олова, т. е. лудятъ. Противъ отравленіи мѣдью, которое случается довольно часто, обыкновенно даютъ сперва рвотное и вслѣдъ затѣмъ какъ можно больше сахарной воды.

Мѣдныя соединенія бываютъ большею частью синяго или зеленаго цвѣта. Полированное желѣзо (напр. клинокъ ножа), погруженное въ растворъ какого нибудь мѣднаго соединенія, въ скоромъ времени покрывается краснымъ слоемъ металлической мѣди.

Окись мѣди, CuO, образуется въ видѣ черной массы, когда мѣдь накаливаютъ на открытомъ воздухѣ; она употребляется въ анализахъ органическихъ веществъ.

Водная окись мѣди, $CuOHO$, выдѣляется въ видѣ краснваго синяго осадка, когда къ раствору сѣрнокислой окиси мѣди прибавляютъ кали. Но если ее подвергаютъ хотя легкому нагрѣванію, она утрачиваетъ содержащуюся въ ней воду и превращается въ черную окись.

Сѣрнокислая окись мѣди, $CuOSO_3+5HO$, извѣстная въ общежитіи подъ названіемъ *синяго купороса*, принадлежитъ къ самымъ краспвымъ солямъ и получается при нагрѣваніи мѣди

съ сѣрною кислотою. Она служитъ для добыванія многихъ мѣдныхъ препаратовъ, а также въ гальванопластикѣ; растворомъ этой соли обыкновенно смачиваютъ сѣмена пшеницы, оставляемыя для посѣва, съ цѣлью предохранять ихъ отъ порчи.

Углекислая окись мѣди, $CuOCO_2$, которая получается въ видѣ синезеленаго осадка, когда къ раствору синяго купороса прибавляютъ углекислый натръ, употребляется для краски. Это соединеніе образуется также, когда мѣдь или сплавокъ ея приходитъ въ прикосновеніе съ водою и воздухомъ; оно въ общежитіи называется обыкновенно *ярью* или *мѣдянкою*.

Швейнфуртская зелень, содержащая въ себѣ мышьяковистокислую окись мѣди, очень ядовита, а потому она теперь уже почти совсѣмъ вышла изъ употребленія.

Объ уксусокислой окиси мѣди или настоящей яри мѣдянкѣ мы будемъ говорить въ § 148.

32. *Ртуть*.

Hydrargyrum: Hg = 100; удѣльный вѣсъ = 13,5; точка кипѣнія = 360° Ц.

§ 114. Съ этимъ тѣломъ начинается рядъ *благородныхъ* металловъ, которые отъ дѣйствія воздуха не измѣняются.

Ртуть по страннымъ свойствамъ своимъ является замѣчательнымъ металломъ: не смотря на то, что частицы ея обладаютъ незначительною сцѣпляемостью, и что она по этому всегда представляется въ жидкомъ состояніи, она все таки принадлежитъ къ самымъ плотнымъ тѣламъ. Объ употребленіи ея для устройства барометровъ и термометровъ говорится въ физикѣ; при — 40° Ц. она замерзаетъ.

Кромѣ того ртуть чрезвычайно полезна еще тѣмъ, что въ ней растворяются другіе металлы, которые при этомъ образуютъ вмѣстѣ съ нею такъ называемыя *амальгамы* или *сортутки*. На этомъ-то свойствѣ ртути и основывается упо-

требленіе ея при добываніи изъ рудъ серебра и золота, а также при наведеніи позолоты. Сортуткою изъ ртути и олова можно покрывать стекла, а потому она употребляется преимущественно на зеркальныхъ фабрикахъ. Сортутка, состоящая изъ 2 частей ртути и 1 части цинка, употребляется для электрической машины.

Ртуть находится въ природѣ или въ чистомъ видѣ, или въ соединеніи съ сѣрою; въ послѣднемъ случаѣ ее выдѣляютъ перегонкою при содѣйствіи желѣзныхъ опилковъ. Въ Европѣ она добывается въ прирейнскихъ частяхъ Баваріи (гдѣ ея впрочемъ немного), въ Истріи и Крайнѣ, а всего болѣе въ Альмаденѣ въ Испаніи, гдѣ находятся очень богатые ртутные рудники. Большая же часть ртути привозится къ намъ изъ южной Америки. Впрочемъ она вообще принадлежитъ къ болѣе рѣдкимъ металламъ. Фунтъ ртути стоитъ $1^1/_2$ гульдена.

§ 115. Соединенія ртути большею частью очень сильные яды; уже пары самой металлической ртути очень вредно дѣйствуютъ на человѣка и производятъ у него слюнотеченіе. Однакожъ въ малыхъ пріемахъ нѣкоторыя ртутныя соединенія употребляются съ большимъ успѣхомъ противъ разныхъ болѣзней.

Когда ртуть приходитъ въ соприкосновеніе съ азотною кислотою, то въ холоду и при избыткѣ кислоты происходитъ *азотнокислая закись ртути*, Hg_2ONO_5; а въ теплѣ и при избыткѣ кислоты происходитъ *азотнокислая окись ртути*, $HgONO_5$. Отъ сильнаго нагрѣванія той или другой соли образуется *окись ртути*, HgO, имѣющая видъ блестящаго кирпичножелтаго порошка, который употребляется для добыванія кислорода, а въ медицинѣ для глазныхъ мазей.

Окись ртути растворяется въ водной ціановодородной кислотѣ (синильной кислотѣ), а изъ этого раствора выдѣляются кристаллы *ціанистой ртути*, $HgCy$.

Хлористая ртуть или *сулема*, $HgCl$, добывается возгонкою смѣси поваренной соли съ сѣрнокислою окисью ртути.

Это соединеніе оказываетъ ядовитое дѣйствіе какъ на растительную, такъ и на животную жизнь. Растворъ же ея, напротивъ того, употребляется для спрыскиванія строеваго лѣса съ цѣлью предохранить его отъ образованія на немъ грибовидныхъ наростовъ, которые извѣстны подъ именемъ сухой гнили и причиняютъ дереву большой вредъ; а также для предохраненія естествоисторическихъ коллекцій отъ вредныхъ насѣкомыхъ. Въ медицинѣ она употребляется какъ наружное средство противъ упорныхъ сыпей, и какъ внутреннее противъ извѣстныхъ болѣзней.

Когда хлористую ртуть мѣшаютъ съ ртутью и возгоняютъ, то при этомъ получается *полухлористая ртуть*, которая въ медицинѣ извѣстна подъ названіемъ *каломеля*, Hg_2Cl. Это соединеніе очень часто употребляется какъ слабительное средство, особенно при воспаленіяхъ.

Сѣрнистая ртуть или *киноварь*, HgS, о которой мы упоминали уже нѣсколько разъ (§§ 3 и 11), часто находится въ природѣ, но она добывается также искуственнымъ образомъ; для этого одну часть сѣры смѣшиваютъ съ 6 частями ртути, затѣмъ смѣсь возгоняютъ и полученную массу растираютъ въ самый мелкій порошокъ. Самая лучшая киноварь приготовляется въ Китаѣ.

33. *Серебро.*

Argentum: Ag = 108; удѣльный вѣсъ=10; точка плавленія =1000° Ц.

§ 116. Серебро принадлежитъ къ числу самыхъ красивыхъ, хотя не самыхъ рѣдкихъ и драгоцѣнныхъ металловъ. Благодаря своей тягучести и пріятному блеску, не измѣняющемуся на воздухѣ, онъ часто употребляется для выдѣлки многихъ хозяйственныхъ вещей и предметовъ роскоши. Серебрянная посуда хороша тѣмъ, что она не портится отъ пищи. Въ холоду на серебро не дѣйствуетъ ни сѣрная, ни соляная кислота; но азотная кислота быстро растворяетъ его, а отъ сѣроводорода оно чернѣетъ.

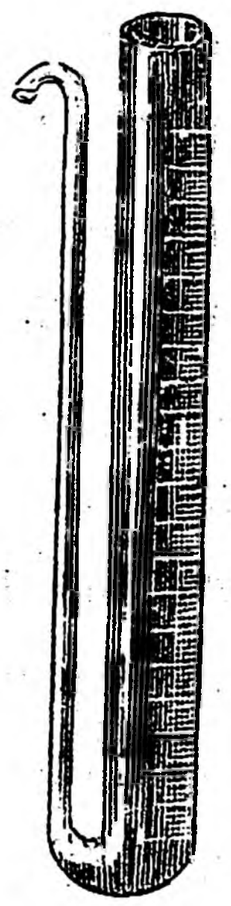
Въ природѣ серебро встрѣчается или въ чистомъ видѣ, или въ соединеніи со свинцомъ въ свинцовыхъ рудахъ. Чтобы добыть его изъ такой руды, послѣднюю нагрѣваютъ въ *раздѣлительномъ горнѣ* при свободномъ доступѣ воздуха, причемъ свинецъ превращается въ окись или такъ называемый свинцовый глетъ (§ 109), между тѣмъ какъ серебро выдѣляется въ чистомъ видѣ. Руду, заключающую въ себѣ незначительную примѣсь серебра, предварительно толкутъ въ порошокъ и смѣшавъ ее съ ртутью, кладутъ въ бочки, которыя потомъ долго вращаютъ для того, чтобы ртуть вобрала въ себя все серебро; полученную такимъ образомъ сортутку перегоняютъ, причемъ ртуть переходитъ въ пріемникъ, а чистое серебро остается въ ретортѣ.

Серебро болѣе всего идетъ на чеканку *монетъ*. Но такъ какъ чистый металлъ слишкомъ мягокъ и слѣдовательно вычеканная изъ него монета при частомъ употребленіи очень скоро можетъ истереться, то для устраненія этого неудобства къ нему обыкновенно прибавляютъ нѣсколько мѣди. Къ монетамъ не во всѣхъ государствахъ прибавляютъ одинаковое количество мѣди. У насъ въ Россіи приготовляются монеты $83^1/_3$ пробы, т. е. $83^1/_3$ ч. чистаго серебра и $16^2/_3$ ч. мѣди (для мелкой монеты берутъ нѣсколько больше мѣди), а прочія вещи дѣлаются всегда изъ 84 частей чистаго серебра и 16 частей мѣди.

Количество серебра, заключающагося въ какой нибудь вещи, опредѣляютъ или *приблизительно*, или съ *точностью*: въ первомъ случаѣ проводятъ ею черту на твердомъ черномъ камнѣ (пробирномъ камнѣ) и сравниваютъ цвѣтъ ея съ цвѣтомъ черты, проведенной такою серебрянною вещью, достоинство которой уже извѣстно; во второмъ случаѣ, часть серебра, подлежащаго опредѣленію, взвѣшиваютъ и сплавляютъ со свинцомъ, а сплавокъ нагрѣваютъ въ скважистомъ тигелѣ, который вбирастъ въ вебя свинецъ и мѣдь; послѣ чего оставшееся чистое серебро снова взвѣшиваютъ. Но всего вѣр-

нѣе чистота серебра опредѣляется такъ называемымъ *мокрымъ путемъ*, который состоитъ въ слѣдующемъ: серебро, подлежащее изслѣдованію, растворяютъ въ азотной кислотѣ и къ раствору прибавляютъ растворъ хлористаго натрія *опредѣленнаго содержанія*, при этомъ образуется нерастворимый осадокъ *хлористаго серебра*, между тѣмъ какъ мѣдь остается въ растворѣ. А такъ какъ извѣстно, что въ 100 кубическихъ центиметрахъ раствора хлористаго натрія осаждается ровно одинъ граммъ чистаго серебра, то по количеству употребленнаго раствора легко высчитать все количество содержащагося въ немъ серебра: одинъ граммъ изслѣдуемаго сплавка серебра растворяютъ въ азотной кислотѣ и затѣмъ къ раствору при помощи градусной трубочки (рис. 51) постепенно и съ большою осторожностью прибавляютъ упомянутаго хлористаго натрія до тѣхъ поръ, пока не произойдетъ осадокъ.

Рис. 51.



§ 117. *Азотнокислое серебро*, $AgONO_5$, образуется въ видѣ бѣлыхъ кристалловъ, когда чистое серебро растворяютъ въ азотной кислотѣ. Это соединеніе ядовито и ѣдко, и потому дѣйствуетъ разрушительно на всѣ органическія тѣла. Въ медицинѣ оно извѣстно подъ названіемъ *адскаго камня* и служитъ ѣдкимъ средствомъ для наружнаго употребленія.

Органическія вещества, смоченныя растворомъ азотнокислаго серебра, принимаютъ черный цвѣтъ, который они сохраняютъ навсегда, и на этомъ основаніи растворъ азотнокислаго серебра употребляется для мѣтки бѣлья. Впрочемъ оставляемыя имъ черныя пятна можно вывести *ціанистымъ каліемъ*.

Хлористое серебро, $AgCl$, образуется когда къ раствору серебра прибавляютъ хлоръ или какое нибудь хлористое соединеніе. Это бѣлый осадокъ, который отъ дѣйствія солнечнаго свѣта принимаетъ фіолетовый и наконецъ черный цвѣтъ. *Іодистое серебро* еще скорѣе измѣняется отъ свѣта.

34. *Золото.*

Aurum: Au = 196; удѣльный вѣсъ = 19,5; точка плавленія = 1200° Ц.

§ 118. Изъ всѣхъ доселѣ известныхъ металловъ золото самый красивый и самый дорогой, и потому древніе народы, называли его царемъ или солнцемъ металловъ. Кругъ распространенія его въ природѣ довольно обширенъ, однако въ большихъ массахъ оно нигдѣ не попадается и потому неудивительно, что оно дороже всѣхъ другихъ металловъ. Всего болѣе его находятъ въ южной Америкѣ (въ Калифорніи), въ Австраліи (въ Батурстѣ), Остъ-Индіи, Африкѣ, Венгріи и на Уралѣ. Обыкновенно оно попадается въ чистомъ, самородномъ состояніи, частью крупными кусками, частью въ видѣ зеренъ, вросшихъ въ каменныя породы. Отъ вывѣтренія этихъ породъ образуется золотоносный песокъ, изъ котораго золото, благодаря своей тяжести, выдѣляется посредствомъ промыванія. Руду, содержащую небольшое количество золото, сбалтываютъ съ ртутью, которая очень быстро растворяетъ этотъ благородный металлъ, а образовавшуюся вслѣдствіе того золотую сортутку подвергаютъ перегонкѣ; причемъ ртуть переходитъ въ пріемникъ, а золото остается въ чистомъ видѣ.

Изъ превосходныхъ свойствъ золота всего замѣчательнѣе его чрезвычайная тягучесть, потому что напр. изъ одного грана золота можно вытянуть проволоку въ 500 футовъ длины или выбить множество листочковъ толщиною въ $^1/_{200000}$ дюйма. По этому его очень часто употребляютъ для позолоты, которая наводится частью посредствомъ листоваго золота, какъ это дѣлаютъ напр. съ деревянными рамками для картинъ, частью же растворомъ золота въ ртути, причемъ металлическую вещь, которую хотятъ золотить, намазываютъ растворомъ и затѣмъ нагрѣваютъ, для того, чтобы ртуть улетучивалась; или наконецъ гальваническимъ способомъ (см. § 124).

Въ химическомъ отношеніи должно замѣтить, что на золото не дѣйствуетъ никакая кислота; сѣроводородъ также не оказываетъ на него никакого дѣйствія. Но свободный хлоръ растворяетъ его, и потому для этой цѣли употребляютъ смѣсь азотной кислоты съ соляною, или такъ называемую царскую водку (§ 45). Происходящій при этомъ растворъ содержитъ въ себѣ *трехлористое золото*, $AuCl_3$, и хотя онъ самъ желтаго цвѣта, однако кожѣ и другимъ органическимъ тканямъ сообщаетъ багряный цвѣтъ.

Когда къ раствору трехлористаго золота прибавляютъ сѣрнокислой закиси желѣза, то все содержащееся въ немъ металлическое золото осаждается въ видѣ бураго порошка.

Отъ смѣшенія раствора трехлористаго золота съ растворомъ хлористаго олова получается осадокъ, извѣстный подъ названіемъ *кассіева пурпура*, который употребляется для окрашиванія стекла и фарфора въ пурпуровый цвѣтъ.

Такъ какъ чистое золото очень дорогой и притомъ мягкій металлъ, то для выдѣлки изъ него вещей всегда предварительно смѣшиваютъ его съ серебромъ или мѣдью, а чистота золотыхъ вещей опредѣляется въ Германіи *каратами*: марка чистаго золота раздѣляется тамъ на 24 карата, и согласно этому золото бываетъ въ 23 карата, когда въ немъ 23 части чистаго золота и 1 ч. мѣди, и т. д. Голландскіе и австрійскіе червонцы дѣлаются изъ золота, заключающаго въ себѣ 23 карата, французскія и прусскія золотыя монеты изъ $21^3/_4$ карата. Въ Россіи для золотой монеты берутъ золото 88-й пробы, т. е. въ 100 ч. золота содержится 12 ч. мѣди. Для предметовъ роскоши обыкновенно берутъ золото меньшаго достоинства.

35. *Платина.*

Platinum: Pt = 99; удѣльный вѣсъ = 21.

§ 119. Этотъ металлъ сдѣлался извѣстенъ только послѣ

открытія Америки, изъ южной части которой его привозили въ Европу до настоящаго столѣтія, когда его нашли также на Уралѣ. Онъ находится всегда въ чистомъ видѣ, безъ всякой примѣси, имѣетъ сѣроватобѣлый цвѣтъ, довольно мягокъ и очень тягучъ. Подобно золоту онъ измѣняется отъ хлора и потому растворяется только въ царскай водкѣ. Платина имѣетъ передъ золотомъ то преимущество, что она не плавится даже въ самомъ сильномъ огнѣ. Благодаря этимъ свойствамъ, платина является чрезвычайно надежнымъ матеріаломъ для химическихъ аппаратовъ, напр. для тигелей, чашекъ и пр., а въ § 41 мы видѣли, что изъ нея приготовляютъ даже аппаратъ для перегонки, не смотря на то, что золотникъ платины стоитъ около 1 р. 80 коп. Въ Россіи изъ платины прежде чеканили даже монету.

Такъ какъ платина не плавится, то она прежде оставалась безъ употребленія, а выдѣлка ея, сопряженная съ большими трудами, долго оставалась тайною. При обработкѣ этого металла поступаютъ слѣдующимъ образомъ: сѣрую руду или негодный платиновый сосудъ растворяютъ въ царской водкѣ и смѣшиваютъ съ растворомъ нашатыря; при этомъ образуется желтый осадокъ, который состоитъ изъ двухлористой платины и хлористаго аммонія ($PtCl_2 + NH_4Cl$) и обыкновенно называется *нашатырною платиною*; послѣдняя отъ накаливанія разлагается и оставляетъ платину въ видѣ сѣрой скважистой массы, извѣстной подъ названіемъ *губчатой платины*. Если эту послѣднюю подвергнуть сильному давленію и затѣмъ накаливать до бѣла, то она уплотится и сдѣлается ковкою, а слѣдовательно и годною для обработки.

Губчатая платина обладаетъ замѣчательнымъ свойствомъ сгущать газы, проникающіе въ ея скважины. На этомъ основывается ея способность воспламенять проведенный въ нее водородъ, объясняющаяся тѣмъ, что она сама нагрѣвается отъ сгущенія этого газа. Этимъ свойствомъ платины воспользовались для

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стр.		Стр.
Окись углерода	82	Квасцы	126
Простой углеводородный газъ	—	Кремнекислый глиноземъ	127
Болотный газъ	—	Фарфоръ	128
Предохранительная лампа	83	Лазурикъ и ультрамаринъ	131
Двойной углеводородный газъ	84	Тяжелые металлы	132
Приготовленіе свѣтильнаго газа	—	Желѣзо	—
Каменноугольный газъ	85	Чугунъ	134
Древесный газъ	88	Ковкое или Полосовое желѣзо	135
Пламя	—	Сталь	—
Углеродистый азотъ, ціанъ или синеродъ	90	Сырцовая сталь или укладъ	136
Ціановодородная или синильная кислота	—	Кровяная соль	139
Сѣроуглеродъ	91	Берлинская лазурь	140
Кремній	92	Марганецъ или манганъ	141
Кремневая кислота	—	Хромъ	142
Горный хрусталь	—	Кобальтъ	143
Бѣлый кварцъ и рейнскій кремень	—	Симпатическія или таинственныя чернила	144
Боръ	93	Никель и цинкъ	145
Металлы	94	Гальмей	—
Среднія, кислыя и щелочныя соли	95	Олово, станьолъ и полуда	146
Двойныя соли	—	Сплавокъ	147
Галогены или солероды и галлоиды	96	Свинецъ	—
Легкіе металлы	100	Висмутъ	149
Калій или Потассій	—	Сюрьма	150
Порохъ	104	Британтія	—
Полевой шпатъ	105	Мѣдь	—
Сѣрная печень	—	Латунь или желтая мѣдь	151
Натрій или Содій	106	Томбакъ или семилоръ	—
Стекло	110	Бронза	—
Живопись на стеклѣ	115	Пушечная мѣдь	—
Амміакъ	116	Колокольная мѣдь	—
Кальцій	118	Новое серебро	152
Мертель, цементъ, известка	119	Швейнфуртская зелень	153
Барій	123	Ярь, мѣдянка	—
Стронцій	—	Ртуть	—
Магній	124	Амальгама или сортука	—
Глиній или Алюминій	125	Серебро	155
Сафиръ, рубинъ, корундъ и наждакъ	—	Золото	158
		Кассіева пурпуръ	159
		Платина	—
		Нашатырная платина	160
		Губчатая платина	—

Рисунковъ: отъ 25 по 51.

Дозволено Цензурою. С.-Петербургъ, 20 іюня 1865 года.

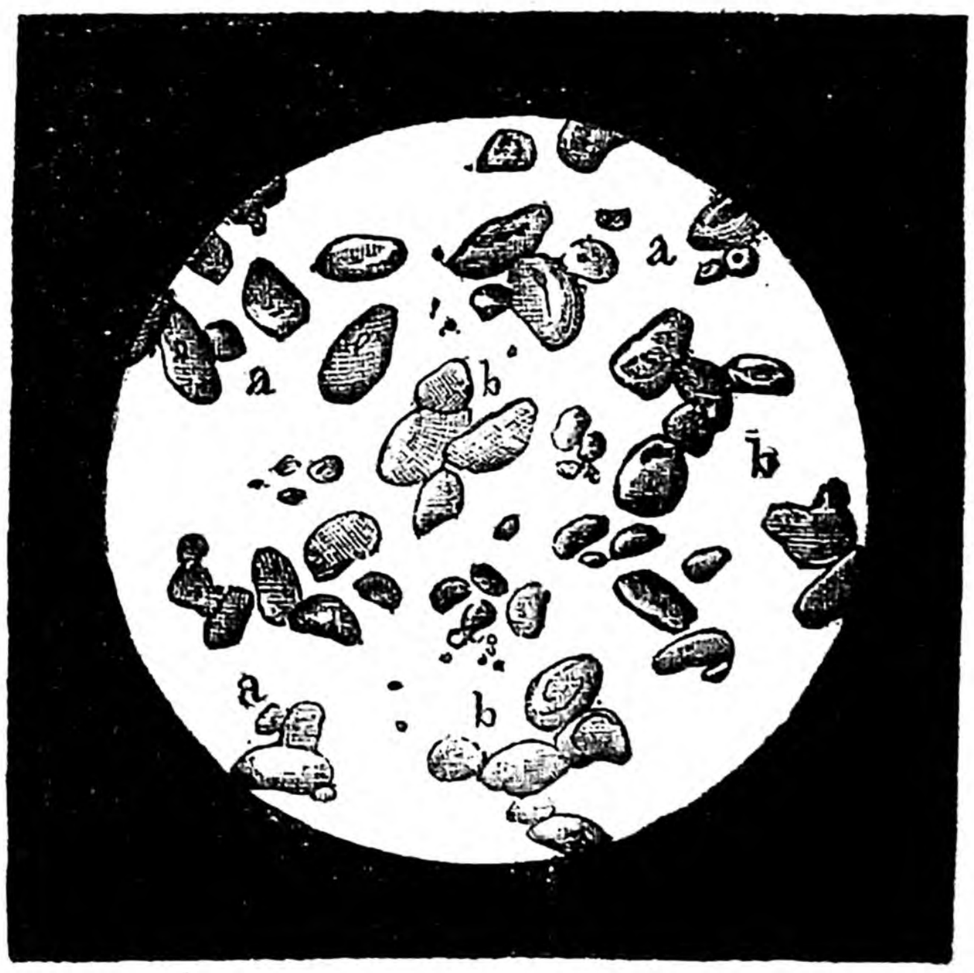
ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА. — *Редакторъ М. Ханъ.*

САМООБРАЗОВАНІЕ,

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ, УЧЕНО-ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЖУРНАЛЪ
ДЛЯ ЛЮДЕЙ ВСЯКАГО ВОЗРАСТА,

ИЗДАВАЕМЫЙ М. ХАНОМЪ.

ГОДЪ ТРЕТІЙ.



КНИГА ПРИРОДЫ.

№ 7 за Іюль 1865 г.

устройства зажигательныхъ лампъ (платиноводородныхъ огнивъ), въ которыхъ струя водорода воспламеняется, проходя черезъ губчатую платину.

Электрохимическія явленія.

§ 120. Если черезъ какое нибудь жидкое химическое соединеніе пропустить электрическій токъ, то оно разложится; но при этомъ необходимо, чтобы электрическій токъ былъ достаточно силенъ и чтобы проволока, черезъ которую онъ входитъ въ химическое соединеніе, находилась въ извѣстномъ разстояніи отъ той, черезъ которую онъ выходитъ изъ него. Электричество, вызываемое треніемъ, хотя также разлагаетъ химическія соединенія, однакожъ дѣйствіе его обнаруживается только въ очень незначительной степени; напротивъ того, токи, произведенные прикосновеніемъ къ электризованному тѣлу или электромагническимъ путемъ, обладаютъ сильно разлагающимъ дѣйствіемъ. Для химическаго разложенія обыкновенно употребляютъ гальваническій токъ, и въ такомъ случаѣ процессъ разложенія называется *электролизомъ*. Только немногія химическія соединенія вовсе не разлагаются подъ вліяніемъ электричества, а именно такія, которыя неспособны проводить электрическій токъ, какъ напр. алкоголь и масло.

Весьма замѣчательно, что при разложеніи, которое происходитъ подъ вліяніемъ электричества, одна составная часть химическаго соединенія располагается у положительнаго полюса, а другая у отрицательнаго. Первую называютъ *электроотрицательною* составною частью химическаго соединенія, потому что она притягивается положительнымъ полюсомъ, а вторую *электроположительною*, потому что она притягивается отри-

цательнымъ полюсомъ. Если полюсы имѣютъ химическое сродство къ этимъ составнымъ частямъ, то они образуютъ съ послѣдними новыя химическія соединенія. Если напр. полюсы сдѣланы изъ мѣди, то тотъ изъ нихъ, у котораго будетъ выдѣляться кислородъ, непремѣнно соединится съ этимъ газомъ и образуетъ окись мѣди. Слѣдовательно электрическій токъ можетъ служить не только для разложенія, но и для образованія химическихъ соединеній. Въ такихъ случаяхъ, гдѣ имѣютъ въ виду только разложить какое нибудь химическое соединеніе, полюсы или проводники электричества обыкновенно дѣлаютъ изъ платины, которая, какъ мы уже видѣли, соединяется только съ весьма немногими тѣлами.

При каждомъ электрохимическомъ разложеніи наблюдается общій неизмѣнный законъ, который состоитъ въ томъ, что извѣстное количество электричества всегда разлагаетъ только извѣстное количество химическаго соединенія, и что разложеніе всегда совершается соотвѣтственно химическимъ паямъ, такъ что напр. каждый пай цинка, который растворяется для возбужденія электрическаго тока, разлагаетъ только по одному паю воды или другаго химическаго соединенія.

§ 121. Для разложенія химическихъ соединеній электрическими токами обыкновенно употребляютъ гальваническіе элементы Бунзена, въ составъ которыхъ входятъ уголь и цинкъ, и которыхъ нѣсколько соединяютъ вмѣстѣ (ср. Физику § 208). На рис. 52 представленъ аппаратъ, служащій для разложенія воды. Электрическій токъ входитъ въ нее черезъ проволоки f и f′, которыя оканчиваются маленькими платиновыми пластинками. У положительнаго полюса освобождается кислородъ, а у отрицательнаго водородъ. Добываемый такимъ образомъ кислородъ имѣетъ свойства *озона* (см. § 30).

Когда съ помощью электричества разлагаютъ *соли щелочей*, то кислоты притягиваются положительнымъ полюсомъ, а щелочи отрицательнымъ. Если напр. въ стеклянную трубку, состоя-

щую изъ двухъ колѣнъ (рис. 53), влить растворъ сѣрнокислаго натра ($NaOSO_3$), окрашенный въ *синій* цвѣтъ небольшимъ количествомъ фіалковаго сока, и затѣмъ посредствомъ двухъ проволокъ пропустить черезъ него электрическій токъ, то сѣр-

Рис. 52.

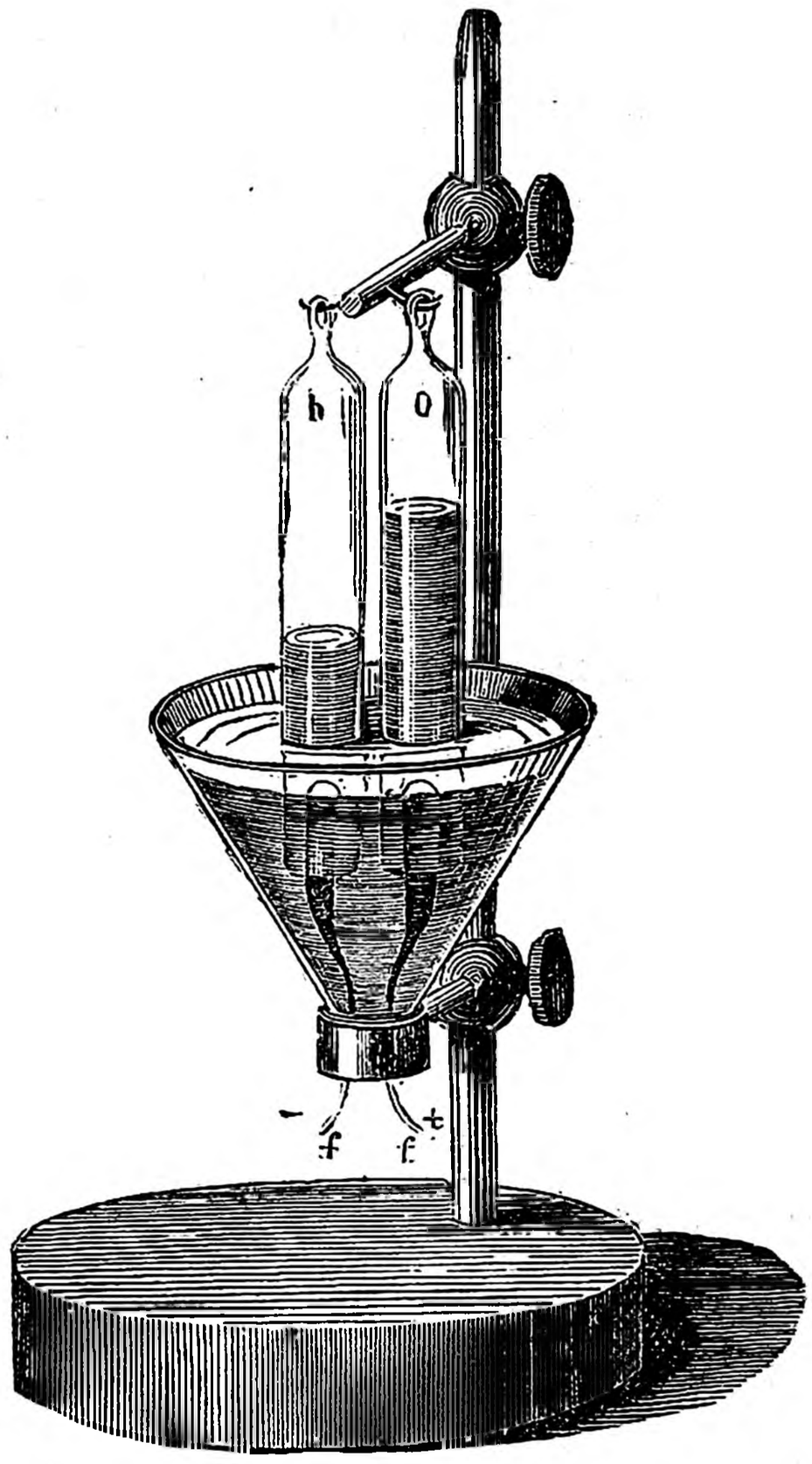
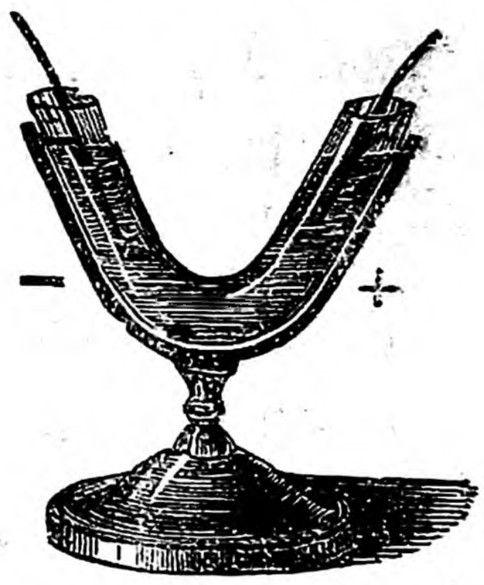


Рис. 53.



ная кислота соберется у положительнаго полюса въ правомъ колѣнѣ и сообщитъ жидкости *красный* цвѣтъ, между тѣмъ какъ у отрицательнаго полюса въ лѣвомъ колѣнѣ соберется освободившійся натръ, который окраситъ жидкость въ зеленый цвѣтъ. Но какъ только дѣйствіе электрическаго тока прекратится, кислота тотчасъ же снова соединится со щелочью и жидкость въ обоихъ колѣнахъ приметъ опять свой прежній синій цвѣтъ.

При разложеніи солей тяжелыхъ металловъ, металлъ всегда

притягивается отрицательнымъ полюсомъ, а кислородъ, кислота или солероды, какъ напр. хлоръ, ціанъ и т. п., отдѣляются у положительнаго полюса.

§ 122. Изъ всѣхъ простыхъ тѣлъ только *кислородъ* и *калій* притягиваются всегда однимъ и тѣмъ же полюсомъ, и притомъ первый положительнымъ, а послѣдній отрицательнымъ; слѣдовательно, изъ всѣхъ простыхъ тѣлъ кислородъ самое электроотрицательное, а калій самое электроположительное. Всѣ же прочія тѣла отдѣляются то у одного, то у другаго полюса. Въ нижеслѣдующемъ перечнѣ тѣла размѣщены такъ, что каждое изъ нихъ въ отношеніи къ предыдущимъ бываетъ электроположительно, а къ послѣдующимъ—электроотрицательно. Такъ напр. хлоръ изъ соединенія съ кислородомъ выдѣляется у отрицательнаго полюса (т. е. онъ въ отношеніи къ кислороду электроположителенъ, потому что притягивается отрицательнымъ полюсомъ); изъ соединенія же съ водородомъ или металлами, онъ выдѣляется у положительнаго полюса (т. е. въ отношеніи къ водороду хлоръ электроотрицателенъ, потому что притягивается положительнымъ полюсомъ).

Распредѣленіе *простыхъ тѣлъ согласно ихъ отношеніямъ къ электричеству*. — *Кислородъ*, сѣра, азотъ, хлоръ, бромъ, іодъ, фторъ, фосфоръ, мышьякъ, уголь, хромъ, боръ, сюрьма, кремній, золото, платина, ртуть, серебро, мѣдь, висмутъ, свинецъ, кобальтъ, никель, желѣзо, цинкъ, водородъ, марганецъ, глиній, кальцій, стронцій, барій, натрій и *калій*+.

На основаніи этихъ фактовъ многіе полагали, что химическое сродство простыхъ тѣлъ зависитъ отъ электрическихъ отношеній, въ которыхъ они находятся между собою, однакожъ есть много такихъ химическихъ явленій, которыхъ никакъ нельзя подвести подъ электрохимическую теорію.

§ 123. *Гальванопластика* есть практическое примѣненіе химическаго разложенія посредствомъ электрическаго тока, для разнаго рода снимковъ. Чтобы съ помощію гальванизма полу-

чить металлическій снимокъ, напр. съ какой нибудь монеты или медали, поступаютъ слѣдующимъ образомъ: берутъ стеклянный, съ обѣихъ сторонъ открытый цилиндръ, и закрывъ одно изъ его отверстій мокрымъ пузыремъ, окружаютъ его проволочною сѣткою (рис. 54) и вливаютъ въ него разведенной сѣрной кислоты (т. е. 1 ч. сѣрной кислоты съ 16 частями воды). Послѣ того берутъ цинковую пластинку шириною въ дюймъ и длиною въ 5 дюймовъ, и припаиваютъ къ ней другую мѣдную пластинку въ 10 дюймовъ длины, но такъ чтобы обѣ пластинки имѣли такое положеніе, въ какомъ онѣ представлены на рис. 55. На нижнюю, горизонтальную часть кладутъ медаль, съ которой хотятъ имѣть снимокъ, и затѣмъ обѣ пластинки вмѣстѣ съ нею погружаютъ въ стеклянный цилиндръ, наполненный, какъ мы сказали, слабою сѣрною кислотою, Потомъ весь этотъ приборъ (цилиндръ съ его содержимымъ) ставятъ въ сосудъ (рис. 56), содержащій въ себѣ насыщенный растворъ *сѣрнокислой окиси мѣди*, $CuOSO_3$, къ которому прибавляютъ еще нѣсколько кристалловъ этой соли (Должно замѣтить, что при этомъ тѣ части медали, съ которыхъ не хотятъ дѣлать снимка, предварительно покрываются воскомъ или сургучемъ).

Рис. 54.

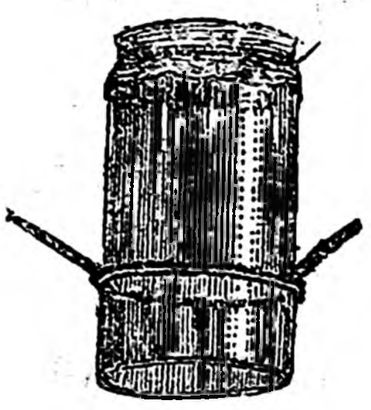
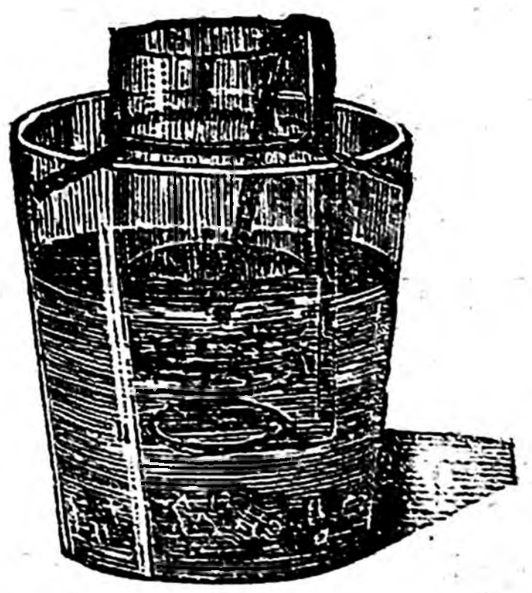


Рис. 55.



Рис 56.



Пузырь, которымъ обтянуто нижнее отверстіе стекляннаго цилиндра, препятствуетъ смѣшенію обѣихъ жидкостей, но гальванический токъ, вызываемый прикосновеніемъ обѣихъ металлическихъ пластинокъ и дѣйствіемъ сѣрной кислоты, проходитъ черезъ него совершенно свободно и разлагаетъ мѣдную соль.

Въ скоромъ времени медаль, которая образуетъ отрицательный полюсъ, начинаетъ покрываться налетомъ металлической мѣди, выдѣляющейся изъ соли, а по истеченіи нѣсколькихъ дней слой отложившейся на медали мѣди достигаетъ уже толщины игральной карты, и его тогда можно снять съ медали, такъ какъ онъ представляетъ уже прочный снимокъ послѣдней. По мѣрѣ разложенія мѣдной соли, прибавленные къ ней кристаллы ея растворяются, такъ что растворъ всегда остается насыщеннымъ мѣдною солью, а по мѣрѣ того какъ разлагается мѣдная соль, въ стеклянномъ цилиндрѣ растворяется цинкъ.

Для большихъ гальванопластическихъ работъ употребляютъ гальваническія батареи, причемъ электрическій токъ проводятъ посредствомъ проволокъ въ цилиндръ, въ которомъ хотятъ произвести разложеніе соли. Оттиски, на которыхъ желаютъ, чтобы отложился слой металла, непремѣнно должны быть приготовлены изъ матеріала, обладающаго способностью проводить электричество, потому что иначе на нихъ не будетъ отлагаться металлическій осадокъ. Можно, конечно, употреблять также формы изъ дурныхъ проводниковъ, напр. оттиски изъ воска, гутаперчи, стеарина, гипса и др., но въ такомъ случаѣ поверхность этихъ формъ предварительно дѣлаютъ способною проводить электричество, покрывая ихъ для этого слоемъ металлической пыли (бронзою) или графита.

Гальванопластика, какъ всѣмъ извѣстно, находитъ себѣ обширное примѣненіе въ художественной промышленности.

§ 124. *Гальваническое золоченіе.* Чтобы позолотить какую нибудь вещь, какъ напр. мѣдную, бронзовую или серебряную, ее предварительно очищаютъ самымъ тщательнымъ образомъ, потомъ погружаютъ въ сосудъ, наполненный растворомъ 1 части хлористаго золота и 10 частей ціанистаго калія въ 100 частяхъ воды, и затѣмъ соединяютъ съ отрицательнымъ полюсомъ гальванической цѣпи. Съ положительнымъ полюсомъ растворъ также соединяется посредствомъ проволоки, кончаю-

щейся золотою пластинкою. Части проволочныхъ проводниковъ, погруженныхъ въ растворъ, должны быть или золотыя, или по крайней мѣрѣ хорощо позолочены. По мѣрѣ того, какъ на предметѣ, подвергаемомъ золоченію, отлагается слой золота, золотая пластинка растворяется, вслѣдствіе чего содержаніе въ жидкости золота остается всегда одно и тоже.

Гальваническое серебреніе производится точно такимъ же образомъ, съ тою только разницею, что при этомъ употребляется растворъ 1 части ціанистаго серебра и 10 частей ціанистаго калія въ 100 частяхъ воды, равно и серебрянныя проволоки и пластинки; посеребренные предметы, вынутые изъ раствора, всегда имѣютъ бѣломатовый цвѣтъ, и потому ихъ нужно полировать. При дѣйствіи гальваническаго тока мѣдныя пластинки можно даже покрывать сталью для гравированія; для этого употребляютъ жидкость изъ 2 частей сѣрнокислой закиси желѣза, 1 части нашатыря и 8 частей воды. Пластинки отого пріобрѣтаютъ прочность стали.

Химическія дѣйствія свѣта.

§ 125. Солнце не только служитъ свѣтиломъ нашей планетной системѣ, но свѣтъ его оказываетъ также большое вліяніе на тѣла своими химическими дѣйствіями. И дѣйствительно, многіе, очень важные химическіе процессы совершаются не иначе, какъ при содѣйствіи солнечнаго свѣта. Результаты дѣйствія его весьма различны: въ извѣстныхъ случаяхъ онъ способствуетъ соединенію веществъ; такъ напр. хлоръ, прикасаясь къ водороду подъ непосредственнымъ вліяніемъ солнечныхъ лучей, тотчасъ соединяется съ нимъ (§ 45). Въ другихъ случаяхъ онъ, напротивъ того, разлагаетъ тѣла, напр. азотная ки-

слота, отъ дѣйствія свѣта, разлагается на кислородъ и азотистую кислоту; азотнокислое серебро разлагается на безформенный, черный металлъ, между тѣмъ какъ составныя части кислоты удаляются въ видѣ газовъ. Но въ большей части случаевъ, подъ вліяніемъ свѣта, происходитъ въ одно и тоже время разложеніе и соединеніе: Хлорная вода разлагается и образуетъ хлороводородъ и кислородъ: $Cl + HO = ClH + O$.

Гораздо сильнѣе вліяніе свѣта выказывается во многихъ явленіяхъ органической природы. Такъ напр. изъ листьевъ выдѣляется кислородъ не иначе, какъ при дѣйствіи на нихъ свѣта (§ 26), а зеленымъ цвѣтомъ своимъ они также обязаны только дѣйствію солнечныхъ лучей. Растенія и животныя тропическихъ странъ, которыя почти постоянно озаряются свѣтомъ солнца, великолѣпіемъ и разнообразіемъ своихъ цвѣтовъ далеко превосходятъ всѣ животныя и растенія другихъ поясовъ земли. Съ другой стороны солнечный свѣтъ часто также измѣняетъ цвѣтъ тѣлъ; всѣмъ извѣстно, что только немногія краски могутъ долго устоять противъ разрушительнаго вліянія свѣта. Во многихъ случаяхъ, химическаго процесса, совершающагося подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей, рѣшительно нельзя объяснить обыкновенными физическими законами.

Химическія дѣйствія свѣта различны и преимущественно обусловливаются цвѣтомъ его лучей; изъ опытовъ извѣстно, что фіолетовые лучи свѣта дѣйствуютъ гораздо сильнѣе, чѣмъ красные и желтые. Свѣтъ отъ свѣчей оказываетъ весьма незначительное химическое дѣйствіе; по этому опыты, для которыхъ не нужно сильнаго химическаго дѣйствія, обыкновенно производятся въ комнатахъ, освѣщенныхъ свѣчами или солнечнымъ свѣтомъ, проникающимъ черезъ желтыя оконныя стекла.

Всего замѣтнѣе выказывается дѣйствіе солнечнаго свѣта, когда вліянію его подвергаютъ *хлористое серебро*, $AgCl$; при этомъ послѣдній, изъ бѣлаго тѣла, очень скоро превращается въ фіолетовое и черное, потому что небольшая часть этого сое-

диненія превращается въ хлоръ и мелкораздробленное серебро; то же самое происходитъ, когда дѣйствію свѣта подвергаютъ *іодистое серебро*, AgJ.

Наконецъ отъ дѣйствія солнечнаго свѣта многія смолы утрачиваютъ свою способность растворяться въ алкоолѣ, а клей и камеди перестаютъ растворяться въ водѣ, если растворы ихъ смѣшиваютъ съ двухромокислымъ кали и по высушеніи подвергаютъ дѣйствію свѣта.

Примѣненіемъ химическаго дѣйствія солнечныхъ лучей для свѣтописи долго занимались два француза, Ньэпсъ и Дагерръ (Niepce и Daguerre), наконецъ въ 1839 году послѣдній разрѣшилъ эту задачу и получилъ за это отъ правительства пожизненный пенсіонъ въ 6000 франковъ.

§ 126. *Дагеротипныя картины* получаются слѣдующимъ образомъ: Берутъ хорошо отполированную серебрянную пластинку и держатъ ее въ парахъ іода до тѣхъ поръ, пока она не покроется желтымъ слоемъ іодистаго серебра, затѣмъ ее помѣщаютъ въ камеру обскуру (см. Физику § 173) и противъ послѣдней устанавливаютъ то лице, съ котораго хотятъ снять портретъ. При этомъ отъ лучей свѣта, которые отражаются отъ изображаемаго предмета на пластинкѣ, іодистое серебро разлагается; но такъ какъ это разложеніе гораздо сильнѣе въ освѣщенныхъ мѣстахъ, чѣмъ въ темныхъ, то по истеченіи нѣсколькихъ секундъ на мѣстахъ разложенія остается полное изображеніе предмета. Но этого изображенія еще нельзя различить на пластинкѣ; для достиженія же этого, послѣднюю подвергаютъ дѣйствію паровъ ртути, которая осаждается во всѣхъ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ произошло разложеніе іодистаго серебра, вслѣдствіе чего изображеніе дѣлается замѣтно. Наконецъ пластинку опускаютъ въ растворъ сѣрнистокислаго натра, $NaO\,S_2O_2$, съ цѣлью удалить изъ нея оставшуюся часть іодистаго серебра; это необходимо для того, чтобы изображеніе не под-

вергалось дальнѣйшему измѣненію отъ дѣйствія свѣта, имѣющаго сильное вліяніе на іодистое серебро.

Такимъ образомъ весь процессъ состоитъ въ томъ, что отъ дѣйствія лучей свѣта іеодистое серебро, AgJ, превратилось въ полуіодистое серебро, Ag_2J, изъ котораго ртутные пары выдѣлили металлическое серебро и образовали съ нимъ амальгаму. Посредствомъ микроскопа можно разглядѣть, что темныя части или тѣни дагеротипнаго изображенія состоять изъ блестящаго серебра, между тѣмъ какъ свѣтлыя мѣста, на которыя подѣйствовали лучи свѣта, усѣяны мелкими металлическими шариками. Это-то послѣднее обстоятельство и есть причина, почему дагеротипныя изображенія такъ легко стираются. Впрочемъ для большей прочности, ихъ покрываютъ, при содѣйствіи гальваническихъ снарядовъ, тонкимъ слоемъ золота и затѣмъ оправляютъ въ рамку со стекломъ. — По непрочности изображеній, равно и по дороговизнѣ пластинокъ и многимъ другимъ неудобствамъ, дагеротипныхъ снимковъ теперь болѣе не дѣлаютъ.

§ 127. *Фотографія* изобрѣтена англичаниномъ Тальботомъ. Для снятія фотографическаго портрета берутъ тщательно очищенную стеклянную пластинку и обливаютъ ее коллодіемъ, въ которомъ содержится отъ одного до полутора процента по вѣсу іодистаго аммонія или $^3/_{10}$ процента іодистаго калія; вслѣдствіе того на ней образуется тонкая прозрачная пленка; потомъ, не давши послѣдней засохнуть, пластинку опускаютъ въ растворъ азотнокислой окиси серебра, причемъ, вслѣдствіе разложенія солей, на ней отложится слой іодистаго серебра, имѣющій желтоватобѣлый прозрачный цвѣтъ. Приготовленную такимъ образомъ пластинку кладутъ въ камеру обскуру, противъ которой стоитъ человѣкъ, желающій имѣть свой портретъ, и оставляютъ ее тамъ отъ одной до двадцати секундъ, смотря по яркости освѣщенія. Когда затѣмъ пластинку вынимаютъ изъ камеры, то на ней, какъ и на дагеротипной пластинкѣ, еще нель-

зя видѣть никакихъ слѣдовъ изображенія; а потому, для того, чтобы оно было замѣтно, пластинку опускаютъ въ водяной растворъ галлусовой кислоты, къ которому прибавляютъ нѣсколько алкооля и уксусной кислоты, или же въ растворъ сѣрнокислой закиси желѣза, $FeOSO_3$: тогда всѣ тѣ мѣста ея, на которыя падали лучи свѣта, почернѣютъ, потому что находящійся на нихъ іодъ, разложитъ воду и образуетъ іодоводородъ, между тѣмъ какъ освободившійся кислородъ соединится съ галлусовою кислотою и образуетъ черное углеродистое вещество.

Затѣмъ пластинку кладутъ въ растворъ сѣрнокислаго натра, чтобы удалить оставшуюся на ней часть іодистаго серебра, неразложеннаго дѣйствіемъ свѣта.

Но полученный такимъ образомъ портретъ представляетъ *отрицательное* изображеніе, т. е. тѣ части его, которыя должны быть темны, являются свѣтлыми съ обратными оттѣнками, и наоборотъ. По этому, для полученія *положительнаго* изображенія, въ которомъ свѣтъ и тѣнь были бы распредѣлены какъ слѣдуетъ, отрицательное изображеніе надо перевести на такъ называемую фотографическую бумагу, покрытую слоемъ іодистаго серебра (1), т. е. накрыть эту бумагу пластинкою и подвергнуть ее дѣйствію солнечнаго свѣта, вслѣдствіе чего на ней въ весьма скоромъ времени выйдетъ положительное изображеніе. Послѣ этого, для окончательнаго приготовленія портрета, бумагу смачиваютъ растворомъ сѣрнистокислаго натра и даютъ ей просохнуть.

---

(1) Для этого бумагу погружаютъ сперва въ растворъ іодистаго калія и затѣмъ въ растворъ серебра.

II. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМІЯ.

§ 128. Неорганическія тѣла и ихъ соединенія, какъ мы видѣли, встрѣчаются въ природѣ въ видѣ минераловъ, или же добываются изъ послѣднихъ искуственно. *Органическія* же соединенія образуются исключительно въ растительныхъ и животныхъ организмахъ.

Хотя такое раздѣленіе не совсѣмъ вѣрно, такъ какъ есть нѣкоторыя соединенія (какъ напр. амміакъ, углекислота, ціанъ и др.), которыя могутъ быть отнесены какъ къ неорганической, такъ и къ органической химіи, и которыя составляютъ какъ бы переходъ отъ неорганическихъ веществъ къ органическимъ; но тѣмъ не менѣе существенное различіе, которое мы замѣчаемъ въ характеристическихъ чертахъ тѣхъ и другихъ, даютъ намъ полное право держаться этого раздѣленія.

Въ §§ 54 и 55 мы видѣли, что какъ растительныя, такъ и животныя тѣла состоятъ большею частью изъ углерода, водорода, кислорода и азота, и потому они могутъ сгарать, оставляя только небольшое количество золы. Мы видѣли также, что эта зола состоитъ преимущественно изъ кали, натра или извести—веществъ, принадлежащихъ къ неорганической химіи. Слѣдовательно къ органическимъ соединеніямъ относятся только совершенно сгарающія части растительныхъ и животныхъ тѣлъ.

§ 129. Всякое органическое соединеніе непремѣнно содержитъ

въ себѣ извѣстное количество углерода; это легко доказывается тѣмъ, что всѣ они отъ дѣйствія огня чернѣютъ или образуютъ сажу, когда ихъ сожигаютъ при недостаточномъ доступѣ воздуха. Но въ нѣкоторыхъ органическихъ соединеніяхъ, кромѣ углерода, содержится еще какой нибудь другой элементъ, а именно кислородъ или водородъ, или азотъ. Большая же часть ихъ состоитъ изъ трехъ элементовъ — углерода, водорода и кислорода, или — что бываетъ нѣсколько рѣже — изъ углерода, азота и водорода, или же наконецъ изъ углерода, азота и кислорода. Но есть также рядъ такихъ органическихъ соединеній, которыя состоятъ изъ четырехъ элементовъ: углерода, водорода, кислорода и азота.

Замѣчательно, что нѣтъ ни одного органическаго соединенія, которое содержало бы въ себѣ менѣе двухъ или вообще непарное число паевъ углерода.

§ 130. Въ неорганической химіи мы видѣли множество соединеній, кислотъ, щелочей и солей, обладающихъ совершенно различными свойствами, и это вовсе неудивительно, потому что въ составъ ихъ входятъ совершенно различные элементы. Весьма естественно, что соединенія, образуемыя сѣрою, фосфоромъ, желѣзомъ, мѣдью и т. д., не могутъ имѣть одни и тѣ же свойства, такъ какъ они состоятъ изъ совершенно различныхъ элементовъ.

Совершенно другое представляетъ намъ органическая химія. Въ ней мы, правда, также видимъ множество соединеній съ совершенно различными свойствами, множество кислотъ, щелочей, среднихъ тѣлъ, ядовъ, питательныхъ, пахучихъ и красильныхъ веществъ, однакожъ, всѣ они не смотря на удивительное разнообразіе ихъ свойствъ, состоятъ только изъ трехъ, много изъ четырехъ простыхъ тѣлъ (углерода, водорода, кислорода и азота), такъ что относительно своихъ составныхъ частей вся эта громадная масса органическихъ соединеній представляетъ удивительное однообразіе. Изъ этого видно, что химическія свой-

ства органическихъ соединеній обусловливается не качествами ихъ составныхъ частей (такъ какъ послѣднія во всѣхъ одинаковы), а количествомъ входящихъ въ нихъ паевъ (а отчасти также распредѣленіемъ и расположеніемъ ихъ); и что главная задача органической химіи состоитъ въ томъ, чтобы опредѣлить количество составныхъ частей органическихъ соединеній.

§ 131. *Органическій анализъ.* Большая часть органическихъ соединеній состоитъ изъ углерода, водорода и кислорода, и потому при совершенномъ сгараніи ихъ образуются два летучія кислородныя соединенія, а именно углекислота и водяные пары. Слѣдовательно при органическомъ анализѣ главное дѣло состоитъ въ томъ, чтобы во первыхъ имѣть достаточное количество кислорода, необходимое для полнаго сгаранія, а во вторыхъ, чтобы тщательно собрать продукты сгаранія.

Этого достигаютъ слѣдующимъ образомъ: отвѣшиваютъ 100 частей того тѣла, которое подлежитъ анализу, напр. чистаго сахара, тщательно смѣшиваютъ ихъ съ достаточнымъ количествомъ окиси мѣди, CuO, и затѣмъ смѣсь эту кладутъ въ трудноплавкую стеклянную трубку (рис. 57), которую накалива-

Рис. 57.



ютъ. Окись мѣди доставляетъ необходимый для горѣнія кислородъ, одна часть котораго соединяется съ углеродомъ, а другая съ водородомъ сахара, образуя съ первымъ углекислоту, а съ другимъ воду, причемъ выдѣляется соотвѣтствующее коли-

Рис. 58.



чество металлической мѣди. Оба эти продукта горѣнія выгоняются жаромъ въ другую трубку (рис. 58), наполненную хло-

ристымъ кальціемъ (ср. § 89), который поглощаетъ всѣ водяные пары; но углекислота не остается въ ней, а идетъ дальше и проникаетъ въ снарядъ, придуманный Либигомъ. Онъ состоитъ изъ стеклянной трубки, имѣющей форму треугольника (рис. 59), и которая во многихъ мѣстахъ представляетъ шарообразныя выпуклости, отчасти наполненныя ѣдкою щелочью, которая, какъ мы видѣли въ § 73, имѣетъ свойства поглощать углекислоту. Эти шары устроены для того, чтобы углекислота, вошедшая въ первый шаръ, подъ вліяніемъ собственной упругости, протѣснялась въ другіе шары; благодаря имъ, снарядъ можетъ вобрать въ себя всю углекислоту, выдѣляющуюся изъ сахара. На рис. 60 изображенъ весь аппаратъ, въ

Рис. 59.

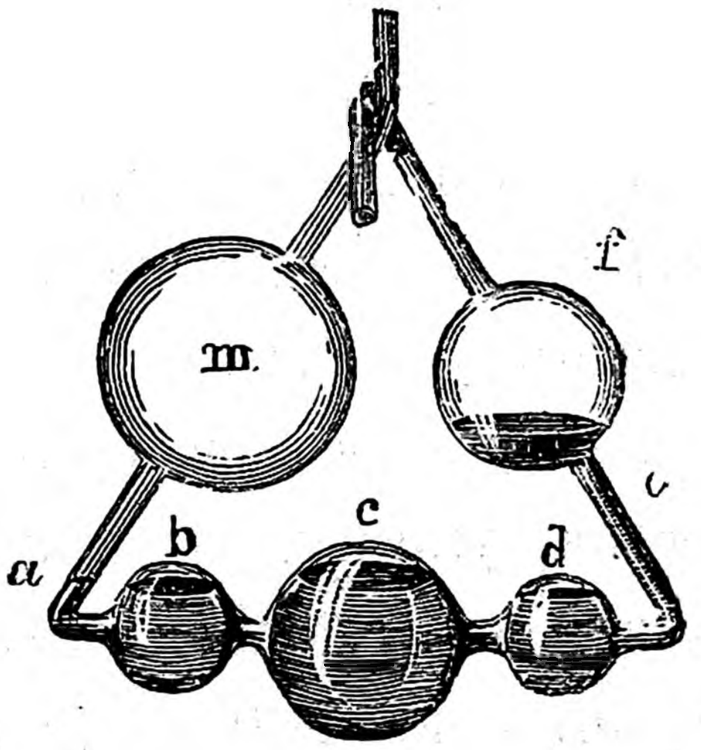
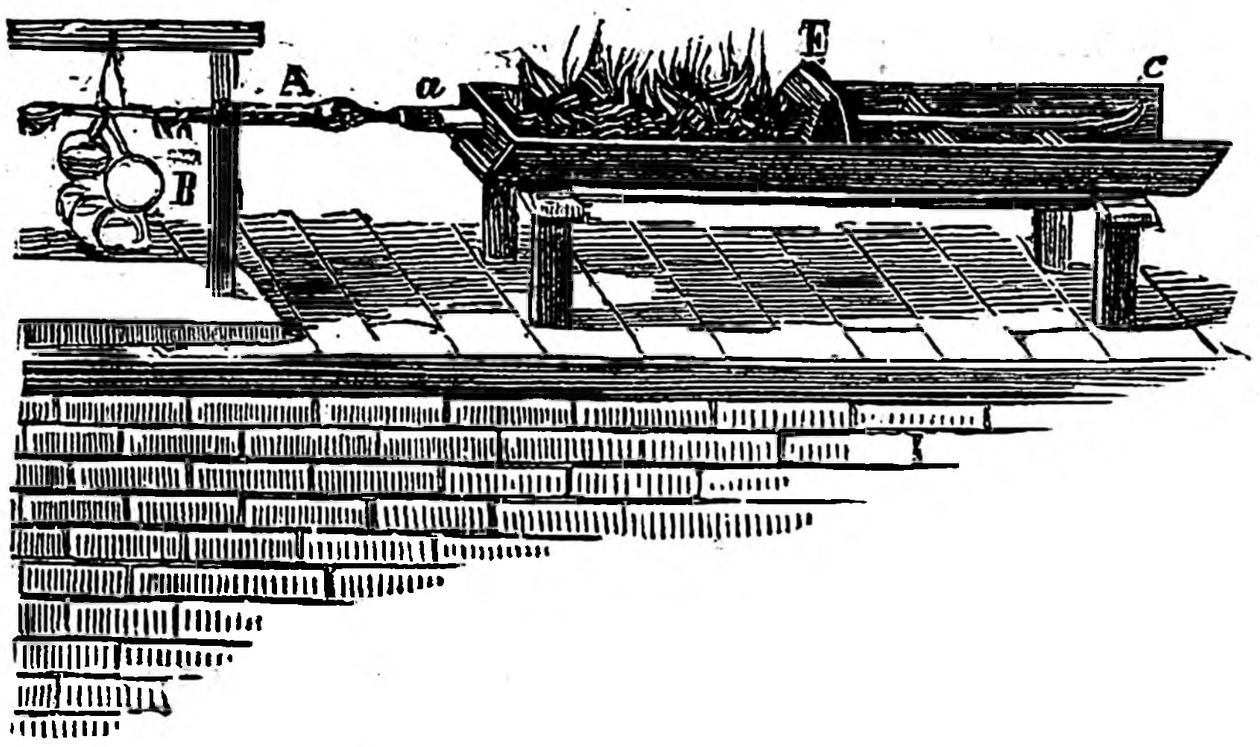


Рис. 60.



полномъ его составѣ и въ томъ видѣ, какъ онъ употребляется для анализа: *cFa* представляетъ трубку, въ которую положена смѣсь сахара съ окисью мѣди и которая соединена съ трубкою *aA*, наполненною хлористымъ кальціемъ; а *B* снарядъ Либига, содержащій ѣдкую щелочь. Весь приборъ стоитъ на рѣшеткѣ желѣзной печи, гдѣ онъ нагрѣвается. По окончаніи процесса

горѣнія, что бываетъ, когда въ щелочный снарядъ не входятъ болѣе углекислаго газа, отламываютъ тонкое остріе с трубки и ртомъ слегка втягиваютъ воздухъ изъ щелочнаго снаряда, вслѣдствіе чего въ послѣдній пройдетъ все количество водяныхъ паровъ и углекислоты, оставшееся еще въ первой трубочкѣ. До сгаранія сахара тщательно взвѣшиваютъ какъ трубочку съ хлористымъ кальціемъ, такъ и снарядъ со щелочью; слѣдовательно при вторичномъ взвѣшиваніи ихъ послѣ сгаранія, всегда можно съ точностью опредѣлить, сколько въ первой образовалось углекислоты, а во второмъ воды. Кромѣ того, такъ какъ изъ неорганической химіи извѣстно, сколько въ данномъ количествѣ углекислоты и воды содержится кислорода и водорода, то весьма легко высчитать, сколько этихъ двухъ элементовъ содержится въ 100 частяхъ сахара. Послѣ того сумму обоихъ найденныхъ чиселъ (изъ котораго одно выражаетъ количество содержащагося въ сахарѣ углерода, а другое количество водорода), вычитаютъ изъ числа 100, и тогда остатокъ покажетъ кочелиство вѣса третьяго элемента—кислорода, содержащагося въ сахарѣ. Этимъ путемъ нашли, что въ 100 частяхъ чистаго сахара заключается:

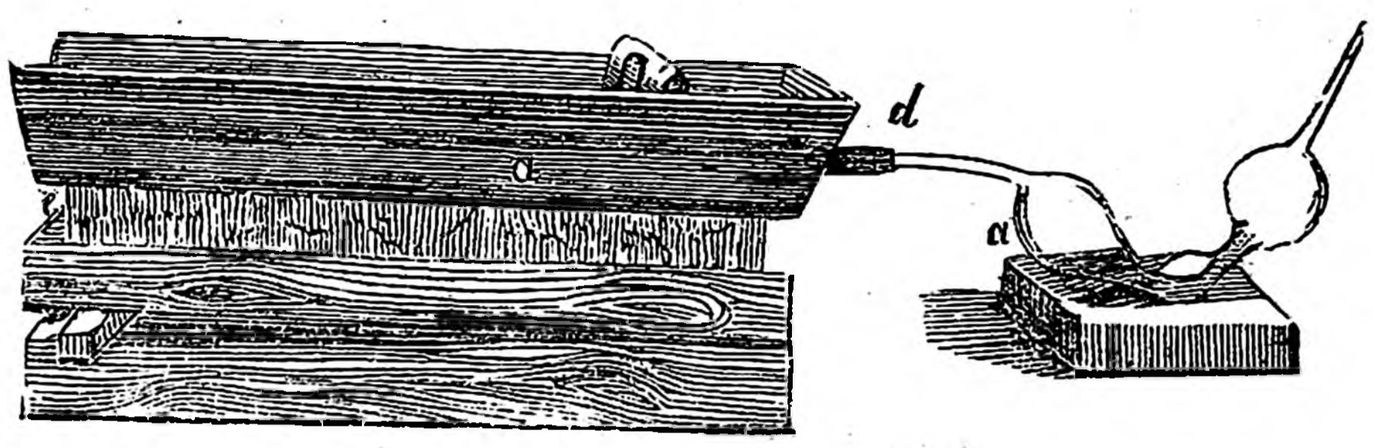
42,1 углерода,
6,4 водорода,
51,5 кислорода.

100 частей по вѣсу сахара.

§ 132. *Опредѣленіе количества азота*, содержащагося въ иныхъ органическихъ соединеніяхъ. Присутствіе азота въ какомъ нибудь органическомъ соединеніи легко узнается при сгараніи его, потому что отъ него тогда распространяется запахъ жженыхъ волосъ или перьевъ; образующіеся при этомъ пары содержатъ въ себѣ амміакъ, NH_3 (см. § 84), и потому окрашиваютъ красную лакмусовую бумажку въ синій цвѣтъ. Когда органическое соединеніе, содержащее азотъ, нагрѣваютъ

вмѣстѣ съ какой ннбудь ѣдкою щелочью, напр. съ кали, натромъ или известью, то весь азотъ соединяется съ водородомъ и улетучивается въ видѣ амміака. На этомъ основывается способъ анализировать органическія тѣла для опредѣленія въ нихъ количества азота: Соединеніе, подлежащее анализу, тщательно взвѣшиваютъ и, смѣшавъ съ ѣдкимъ натромъ и известью, кладутъ въ трубку *a* (рис. 61), которую накаливаютъ, причемъ

Рис. 61.



выдѣляющійся амміакъ собираютъ въ пріемникъ съ маленькими шарами, заключающими въ себѣ соляную кислоту. По окончаніи операціи весь азотъ соединится съ этою жидкостью и образуетъ съ нею нашатырь, NH_3ClH; затѣмъ къ послѣднему прибавляютъ растворъ двухлористой платины, вслѣдствіе чего образуется нерастворимый осадокъ двухлористой платины въ соединеніи съ хлористымъ аммоніемъ ($PtCl_2 + NH_4Cl$); наконецъ этотъ осадокъ взвѣшиваютъ и высчитываютъ количество содержащагося въ немъ азота.

Должно замѣтить, что нѣкоторыя органическія тѣла, кромѣ упомянутыхъ нами четырехъ веществъ, содержатъ также *сѣру* и *фосфоръ*. Мало того, химикамъ удалось искуственнымъ образомъ соединить органическія тѣла съ нѣкоторыми другими простыми веществами, особенно съ хлоромъ, бромомъ и іодомъ, а изъ металловъ—съ оловомъ, цинкомъ, и сюрьмою.

§ 133. Посредствомъ анализа химики нашли формулы, выражающія химическій составъ органическихъ соединеній. У нихъ, также какъ у неорганическихъ тѣлъ, пай соединенія равенъ

суммѣ паевъ его составныхъ частей. Приведемъ для примѣра формулы нѣкоторыхъ органическихъ и неорганическихъ соединеній:

Неорганическія соединенія.

Названія.	*Формулы.*	*Пай или вѣсъ.*
Вода	HO	9
Киноварь . . .	HgS	116
Поваренная соль .	NaCl	58,5
Сѣрная кислота . .	SO_3HO	49
Азотная кислота .	NO_5HO	63
Гидратъ кали . .	KOHO	56
Квасцы	$KOSO_3 + Al_2O_3 3SO_3$	257

Органическія соединенія.

Названія.	*Формулы.*	*Пай или вѣсъ.*
Винный спиртъ . .	$C_4H_6O_2$	46
Сахаръ	$C_{12}H_{11}O_{11}$ . . .	171
Крахмалъ . . .	$C_{12}H_{10}O_{10}$ . . .	162
Уксусная кислота .	$C_4H_4O_4$	60
Лимонная кислота .	$C_{12}H_8O_{14}$	192
Хининъ	$C_{40}H_{24}N_2O_4$ . . .	324
Стеаринъ	$C_{114}H_{110}O_{12}$ . . .	890

(Ср. стр. 13, таблицу.)

Сравнивая эти оба ряда соединеній, мы замѣчаемъ между ними поразительную разницу, состоящую въ томъ, что формулы органическихъ тѣлъ большею частью выражаютъ большое число паевъ составныхъ частей, такъ что въ сложности они составляютъ огромную цифру для пая всего соединенія. Составъ же неорганическихъ соединеній въ этомъ отношеніи гораздо проще.

При этомъ, конечно, раждается вопросъ, почему нельзя писать формулы органическихъ соединеній гораздо проще, напр. CHO (уксусная кислоса), вмѣсто $C_4H_4O_4$ или $C_{20}H_{12}NO_2$ (хининъ), вмѣсто $C_{40}H_{24}N_2O_4$? На это мы отвѣтимъ, что для установленія этихъ формулъ химики имѣли весьма важныя причины: Когда уксусную кислоту приводятъ въ прикосновеніе съ угле-кислымъ натромъ, $NaOCO_2$, то послѣдній разлагается, причемъ углекислота улетучивается, и ее замѣщаетъ уксусная кислота, которая образуетъ уксусокислый натръ. При анализированіи этой соли оказывается, что пай углекислоты (CO_2), равняющійся 22 вѣсовымъ частямъ (ср. стр. 13, таблицу), замѣщается не 15 вѣсовыми частями уксусной кислоты, соотвѣтствующими формулѣ CHO ($=15$, потому что $C=6$, $H=1$, и $O=8$), а 51, что вполнѣ согласно съ формулою $C_4H_3O_3$ ($=51$), представляющею составъ безводной уксусной кислоты; если къ послѣдней прибавить одинъ пай воды, $HO=9$, то получимъ пай водной уксусной кислоты, $C_4H_4O_4=60$, какъ показано въ нашей таблицѣ. Хининъ имѣетъ свойство крѣпкой щелочи: 324 вѣсовыя части его соединяются съ однимъ паемъ сѣрной кислоты и образуютъ среднюю соль; по этому пай хинина выражается формулою $C_{40}H_{24}N_2O_4$ ($=324$), которая не можетъ быть упрощена, потому что онъ только при такомъ отношеніи вѣсовыхъ частей соединяется съ однимъ паемъ сѣрной кислоты. Подобныя же обстоятельства служили основаніемъ формулъ и другихъ органическихъ соединеній.

§ 134. *Изомерныя тѣла.* При анализированіи органическихъ тѣлъ оказывается, что есть много такихъ органическихъ соединеній, которыя совершенно одинаковы по своимъ составнымъ частямъ, а между тѣмъ обнаруживаютъ весьма различныя химическія и физическія свойства. Такія соединенія называютъ *изомерными*; для примѣра приведемъ слѣдующія:

Скипидарное масло . . = $C_{20}H_{16}$
Лимонное масло . . = $C_{20}H_{16}$
Муравьиный эоиръ . . = $C_6H_6O_4$
Меѳилоуксусный эѳиръ = $C_6H_6O_4$
Безводный сахаръ . . = $C_6H_5O_5$
Крахмалъ . . . . = $C_6H_5O_5$
Древесина . . . . = $C_6H_5O_5$

Это удивительное явленіе въ органической химіи мы можемъ объяснить себѣ только тѣмъ, что тѣла выказываютъ совершенно различныя свойства, смотря потому, какимъ образомъ въ нихъ расположены частицы ихъ составныхъ частей. Подобныя же явленія мы видѣли и въ неорганической химіи (при описаніи углерода, сѣры, фосфора, мягкой и закаленной стали); такъ напр. алмазъ и сажа, не смотря на свои громадныя различія, состоятъ изъ одного углерода; ледъ, т. е. вода въ твердомъ видѣ, по физическимъ свойствамъ своимъ, совершенно различна отъ воды, а между тѣмъ по составу эти тѣла совершенно тождественныя, и т. д.

§ 135. *Объ атомахъ*. Всѣ естествоиспытатели допускаютъ, что всякое тѣло состоитъ изъ чрезвычайно малыхъ *частицъ*, или *атомовъ*, которыхъ нельзя ни раздробить, ни даже разсмотрѣть въ микроскопъ. На этомъ основаніи образовалась такъ называемая атомическая теорія, главныя начала которой слѣдующія:

1. Всякое тѣло состоитъ изъ мелкихъ частицъ, называемыхъ *атомами*, которые не могутъ быть раздѣлены и которые до того малы, что ихъ нельзя разсмотрѣть даже съ помощью микроскопа. Всѣ атомы имѣютъ шарообразный видъ. Тѣла бываютъ тверды, жидки, или воздухообразны, смотря по вліянію теплоты на притягательную силу атомовъ (ср. физику, § 22).

2. Всѣ простыя тѣла состоятъ изъ однообразныхъ атомовъ.

3. Атомы различныхъ элементовъ имѣютъ различный удѣльный вѣсъ, который соотвѣтствуетъ цифрамъ таблицы, помѣ-

щенной въ неорганической химіи, стр. 13, т. е. водородъ = 1; кислородъ = 8 и т. д.

4. Химическія соединенія или сложныя тѣла образуются вслѣдствіе того, что атомы разныхъ эмементовъ притягиваютъ другъ друга и группируются. Каждая группа химически соединенныхъ атомовъ называется *молекулью*. Слѣдовательно молекуль есть малѣйшая часть сложнаго тѣла, которая однакожъ можетъ быть разложена на атомы, изъ которыхъ она состоитъ. Такимъ образомъ кусокъ мѣла или мрамора состоитъ изъ молекюлей углекислой извести $CaOCO_2$.

§ 136. Принимая, что тѣла состоятъ изъ самыхъ малыхъ атомовъ, легко объяснитъ себѣ химическіе законы паевъ: Въ любомъ количествѣ киновари, напр., мы всегда найдемъ 100 частей по вѣсу ртути въ соединеніи съ 16 частями сѣры, потому что киноварь состоитъ изъ молекюлей, а каждая изъ нихъ равна HgS, т. е. 100 атомовъ ртути и 16 частямъ сѣры.

§ 137. *Теорія объемовъ*. До сихъ поръ мы разсматривали только отношеніе *вѣса*, въ которомъ элементы соединяются между собою. Но если разсмотримъ *объемы*, въ какихъ тѣла газообразныя (или такія, которыя могутъ переходить въ газообразное состояніе) соединяются между собою, то и въ этомъ отношеніи найдемъ опредѣленную правильность. Такъ напр. одинъ объемъ хлорнаго газа, соединяясь съ однимъ объемомъ водорода, образуетъ два объема газообразной хлороводородной кислоты; два объема водорода, соединяясь съ однимъ объемомъ кислорода, образуютъ также два объема водяныхъ паровъ; три объема водорода соединяются съ однимъ объемомъ азота и образуютъ опять таки только два объема амміака. Изъ этого видно, что объемъ образующихся соединеній или равенъ суммѣ объемовъ ихъ составныхъ частей, или онъ меньше послѣднихъ, потому что при соединеніи произошло уплотнѣніе газовъ. Относительный вѣсъ равныхъ объемовъ газообразныхъ тѣлъ называется ихъ *удѣльнымъ вѣсомъ*. Такъ напр., если одинъ объ-

емъ хлора вѣситъ 2,458 грамма, то такой же объемъ водорода вѣситъ 0,0693 грамма. По этому, для образованія химическаго соединенія, все равно, берутъ ли эти газы въ этихъ вѣсовыхъ отношеніяхъ или только равные объемы ихъ. А такъ какъ 1 пай хлора (=35,5 вѣсовымъ частямъ) соединяется съ 1 паемъ водорода (=1 вѣсовой части) (см. § 13), то между удѣльнымъ вѣсомъ этихъ двухъ тѣлъ должно быть такое же отношеніе какъ между эквивалентами. И дѣйствительно, 2,458 : 0,0693=35,5 : 1.

§ 138. *Невозможность искуственнаго образованія органическихъ соединеній.* Благодаря атомической теоріи, внутреннее устройство каждаго тѣла представляется намъ гораздо яснѣе. Мы видимъ, что такое тѣло состоитъ изъ множества атомовъ, которые однообразны у простыхъ тѣлъ и различны въ химическихъ соединеніяхъ. Въ послѣднихъ мы различаемъ группы атомовъ, изъ которыхъ образовались молекюли, а молекюли съ своей стороны группируются по законамъ образованія кристалловъ.

Сравнивая неорганическія соединенія съ органическими, мы видимъ, что первыя состоятъ изъ меньшихъ атомическихъ группъ, чѣмъ послѣднія, т. е. что молекюль неорганическаго соединенія вообще содержитъ въ себѣ меньшее число атомовъ, чѣмъ молекюль органическаго. Такъ напр. молекюль углекислоты, CO_2, содержитъ въ себѣ всего три атома, а молекюль лимонной кислоты, $C_{12}H_8O_{14}$—34 атома.

Этимъ объясняются нѣкоторыя особенности, которыя мы замѣчаемъ въ органическихъ соединеніяхъ. Неорганическія соединенія, какъ мы видѣли, легко добываются искуственнымъ образомъ, какъ скоро всѣ ихъ составныя части приводятъ въ непосредственное прикосновеніе; органическія же соединенія напротивъ не происходятъ такимъ путемъ; и не мудрено; гораздо легче соединить небольшое число атомовъ, чѣмъ огромное число ихъ. Углеродъ, при гараніи, тотчасъ же соединяется съ кис-

лородомъ и образуетъ углекислоту. Въ органическихъ же соединеніяхъ замѣчается совершенно другое: хотя мы знаемъ, напр., что въ 100 фунтахъ сахара содержатся 42 фунта углерода, 6 фунтовъ водорода и 52 фунта кислорода, однакожъ дѣлать сахара изъ этихъ составныхъ частей рѣшительно не можемъ. Точно также напрасно стали бы мы трудиться надъ искуственнымъ образованіемъ многихъ другихъ органическихъ соединеній непосредственно изъ ихъ элементовъ, какъ напр. уксусной кислоты, лимонной кислоты и т. д., не смотря на то, что мы достовѣрно знаемъ, изъ какихъ они состоятъ элементовъ, и даже въ какихъ вѣсовыхъ отношеніяхъ послѣдніе находятся между собою. Эта невозможность искуственнаго образованія органическихъ соединеній изъ ихъ составныхъ частей, безъ всякаго сомнѣнія объясняется только многосложностью атомовъ и незнаніемъ условій ихъ группированія.

Только въ новѣйшее время удалось образовать нѣкоторыя органическія соединенія (какъ напр. винный спиртъ, $C_4H_6O_2$) прямо изъ ихъ неорганическихъ элементовъ и безъ содѣйствія органическихъ продуктовъ. Но способъ приготовленія ихъ чрезвычайно сложенъ, а эта-то сложность и доказываетъ, какъ трудно группировать многіе атомы въ одно химическое соединеніе.

§ 139. *Разлагаемость химическихъ соединеній* также зависитъ отъ особенности ихъ состава. Если разлагающему вліянію подвергается какое нибудь неорганическое соединеніе, какъ напр. вода, HO, окись ртути, HgO, мѣлъ, $CaOCO_2$, то соединенные элементы его при этомъ только отдѣляются другъ отъ друга. Не то мы видимъ въ органическихъ соединеніяхъ: сахаръ, $C_6H_5O_5$, напр., подвергаясь разложенію, распадается на нѣсколько группъ новыхъ соединеній, а это происходитъ оттого, что онъ состоитъ изъ множества составныхъ атомовъ. Крахмалъ, $C_6H_5O_5$, какъ извѣстно, легко превращается въ изомерный сахаръ, а послѣдній, подъ вліяніемъ броженія, въ

винный спиртъ и углекислоту, наконецъ изъ виннаго спирта дѣлается уксусная кислота и многія другія органическія соединенія.

Для разложенія органическихъ соединеній служатъ крѣпкія щелочи и кислоты, хлоръ и разныя окисляющія вещества, какъ напр. азотная кислота, хромовая кислота и перикиси. Подъ вліяніемъ теплоты всякое органическое соединеніе также образуетъ цѣлый рядъ продуктовъ разложенія. Не менѣе замѣчательно также такъ называемое самостоятельное разложеніе органическихъ веществъ. Всѣмъ извѣстно, что органическія тѣла, подъ вліяніемъ кислорода воздуха и содержащейся въ нихъ воды, подвергаются сильному химическому измѣненію, которое большею частью выражается слѣдующими тремя явленіями: броженіемъ, гніеніемъ и тлѣніемъ.

§ 140. *Замѣщеніе.* Когда на органическія соединенія дѣйствуетъ хлоръ, то послѣдній или соединяется съ ними, или отнимаетъ у нихъ часть водорода и образуетъ при этомъ хлороводородную кислоту. Въ послѣднемъ случаѣ, который есть самый обыкновенный, въ органическомъ соединеніи мѣсто выдѣлявшагося водорода занимаетъ равное число паевъ хлора. Замѣчательно однакожъ, что отъ такого замѣщенія водорода хлоромъ, химическія свойства органическихъ соединеній въ сущности не измѣняются. Если напр. изъ уксусной кислоты, $C_4H_4O_4$, при содѣйствіи хлора, выдѣлимъ три пая водорода и замѣстимъ ихъ тремя паями хлора, то произойдетъ такъ называемая хлороуксусная кислота, $C_4HCl_3O_4$, которая по своимъ химическимъ свойствамъ имѣетъ большое сходство съ обыкновенною уксусною кислотою. Точно такимъ же образомъ водородъ можетъ быть замѣщенъ другими элементами, особенно бромомъ и іодомъ, и даже сложными тѣлами.

§ 141. *Сложными радикалами* называются такія химическія соединенія, которыя соединяются съ другими тѣлами, какъ простыя тѣла, т. е. пай сложнаго соединенія соединяется съ извѣстнымъ числомъ паевъ другихъ тѣлъ. Въ неорга-

ческой химіи мы также видѣли сложные радикалы, а именно *ціанъ*, C_2N, и *амміакъ*, NH_3, изъ которыхъ первый имѣетъ свойства солерода (§ 69), а другой свойства металла. Химическій анализъ показалъ, что извѣстное число паевъ сложныхъ радикаловъ можетъ служить основою цѣлаго ряда веществъ. Такъ напр. въ слѣдующемъ ряду соединеній основою служитъ сложный радикалъ C_4H_5, который химики назвали *эѳиломъ* и обозначали знакомъ *Ae*:

C_4H_5O = AeO . . . . . = эѳиръ (окись эѳила).
C_4H_5Cl = AeCl. . . . . = хлористый эѳилъ.
C_4H_5I = AeI . . . . . = іодистый эѳилъ.
C_4H_5S = AeS . . . . . = сѣрнистый эѳилъ.
$C_4H_5O.HO$ = $AeOHO_2$ . . . . = винный спиртъ.
$C_4H_5O.CO_2$ = $AeCO_3$ . . . . = углекислый эѳиръ.
$C_4H_5O.C_4H_3O_3$ . . . . = уксусный эѳиръ.

Въ слѣдующей таблицѣ видна замѣчательная соотвѣтственность между органическими и неорганическими соединеніями, все различіе которыхъ заключается въ томъ, что въ первыхъ радикаломъ служитъ эѳилъ, а въ послѣднихъ металлъ:

AeO. . . . . = окись эѳила.	KO . . . . . = окись калія.
AeCl . . . . = хлористый эѳилъ.	KCl . . . . . = хлористый калій.
AeI . . . . . = іодистый эѳилъ.	KI. . . . . = іодистый калій.
AeS. . . . . = сѣрнистый эѳилъ.	KS . . . . . = сѣрнистый калій.
AeOHO . . . = водная окись эѳила (винный спиртъ).	KOHO. . . . = водная окись калія.
$AeOCO_2$. . . = углекислая окись эѳила.	$KOCO_2$. . . . = углекислое кали.
$AeO.C_4H_3O_3$. = уксусокислая окись эѳила. и т. д.	$KO.C_4H_3O_3$. . = уксусокислое кали. и т. д.

Въ другихъ органическихъ соединеніяхъ также оказываются органическіе радикалы, напр. въ древесномъ спиртѣ—*меѳилъ*, C_2H_3; въ сивушномъ маслѣ—*амилъ*, $C_{10}H_{11}$; въ росноладанной кислотѣ открыли радикалъ, который содержитъ въ себѣ даже кислородъ, а именно *бензоилъ*, $C_{14}H_5O_2$, а въ уксусной кислотѣ—*ацетоилъ*, $C_4H_3O_2$, и мн. др.

§ 142. *Группы одноименныхъ соединеній.* Органическія соединенія, какъ по своимъ химическимъ и физическимъ свойствамъ, такъ и по составу своему, находятся въ такомъ тѣсномъ отношеніи между собою, что ихъ можно раздѣлить на извѣстныя группы, какъ это видно изъ слѣдующей таблицы:

Рядъ органическихъ кислотъ:

Муравейная кислота	$C_2H_2O_4$
Уксусная кислота.	$C_4H_4O_4$
Пропіоновая кислота	$C_6H_6O_8$
Бутировая кислота	$C_8H_8O_4$
Валеріановая кислота.	$C_{10}H_{10}O_4$
. . . . .	
. . . . .	
Маргариновая кислота	$C_{34}H_{34}O_4$
Стеариновая кислота	$C_{36}H_{36}O_4$

Рядъ спиртовъ:

Древесный или меѳиловый спиртъ . .	$C_2H_4O_2$
Винный или эѳиловый спиртъ . . .	$C_4H_6O_2$
Пропиловый спиртъ	$C_6H_8O_2$
Бутиловый спиртъ	$C_8H_{10}O_2$
Амиловый спиртъ	$C_{10}H_{12}O_2$
. . . . .	
. . . . .	
Эталъ	$C_{32}H_{34}O_2$

Изъ этой таблицы мы усматриваемъ, что въ ряду одноименныхъ органическихъ соединеній, каждое послѣдующее соединеніе содержитъ CH двумя паями больше, чѣмъ предыдущее, и что всѣ соединенія, принадлежащія къ одному и тому же разряду, обладаютъ соотвѣствующими свойствами.

§ 143. Относительно точки кипѣнія одноименныя соединенія также подчиняются опредѣленному закону, а именно отъ каждыхъ 2 лишнихъ паевъ углерода и водорода (C_2H_2), точка кипѣнія органическихъ соединеній возвышается на 15° Р. Такъ напримѣръ:

Муравейная кислота $=C_2H_2O_4$; кипитъ при температурѣ $=80°$Р.
Уксусная кислота $=C_4H_4O_4$ » » » $=95°$—
Пропіоновая кислота $=C_6H_6O_4$ » » » $110°$—
Бутировая кислота $=C_8H_8O_4$ » » » $125°$—

§ 144. Органическая химія раздѣляется на четыре отдѣла: 1, органическія кислоты; 2, спирты и продукты ихъ разложенія; 3, органическія основанія; 4, индиферетныя органическія соединснія.

I. ОРГАНИЧЕСКІЯ КИСЛОТЫ.

§ 145. Многія органическія кислоты содержатся въ сокахъ различныхъ частей растеній, особенно въ плодахъ, которымъ онѣ сообщаютъ пріятный кислый вкусъ; потому этими кислотами нерѣдко приправляютъ пищу. Нѣкоторыя органическія кислоты входятъ въ составъ жировъ, смолъ и разныхъ другихъ растительныхъ и животныхъ веществъ. Хотя многія изъ нихъ бываютъ крѣпкія кислоты и съ самыми крѣпкими основаніями образуютъ совершенно среднія соли, однакожъ сѣрною кислотою ихъ всегда можно выдѣлить изъ ихъ соединеній съ основаніями.

Нѣкоторыя органическія кислоты летучи, другія, напротивъ, нелетучи, но всѣ онѣ обыкновенно добываются слѣдующимъ образомъ: жидкость, которая содержитъ въ себѣ кислоту, на-

сыщаютъ известью, и образующуюся при этомъ известковую соль сперва высушиваютъ, а потомъ обливаютъ сѣрною кислотою; вслѣдствіе чего органическая кислота дѣлается свободною, такъ что ее можно отдѣлить перегонкою или процѣживаніемъ.

Нелетучія кислоты обыкновенно добываются слѣдующимъ способомъ: жидкость, содержащую въ себѣ кислоту, соединяютъ съ окисью свинца; причемъ образуется свинцовая соль, которая, если ее разлагаютъ въ водѣ сѣроводородомъ, даетъ нерастворимый осадокъ чернаго сѣрнистаго свинца; свободная же кислота остается въ водѣ, отъ которой она отдѣляется процѣживаніемъ.

Болѣе часто встрѣчающіяся органическія кислоты химики нерѣдко обозначаютъ особыми знаками, состоящими изъ начальныхъ буквъ ихъ латинскихъ названій, надъ которыми ставятъ поперечную черточку.

1. *Щавельная кислота*, C_2O_3.

Acidum oxalicum: $\overline{O}$.

§ 146. Сокъ кислицы и щавеля содержитъ въ себѣ *щавелекислое кали*, $KO+2C_2O_3$, которое добывается изъ сока въ видѣ безцвѣтныхъ кристалловъ. Это соединеніе, точно также какъ и самая кислота, въ немъ содержащаяся, образуетъ съ окислами желѣза легко растворимыя соли, а потому оба нерѣдко употребляются для выведенія чернильныхъ пятенъ. Въ красильномъ искуствѣ они также находятъ себѣ частое примѣненіе.—Щавельная кислота большею частью приготовляется искуственнымъ образомъ: для этого берутъ сахаръ или крахмалъ, обливаютъ его азотною кислотою и затѣмъ подогрѣваютъ. Такъ какъ эта кислота довольно простаго состава и къ тому же можетъ быть приготовляема искуственно, то ее можно причислять также къ неорганическимъ соединеніямъ.

Щавельная кислота и ея растворимыя соли ядовиты.

2. *Муравьиная кислота*, C_2HO_3.

Acidum formicicum $\overline{F}$.

§ 147. Муравьи содержатъ въ себѣ довольно ѣдкую кислоту, которая этимъ крошечнымъ животнымъ вѣроятно служитъ для обороны. Въ крапивѣ и соснѣ также находятъ эту кислоту, свойства которой начали изслѣдовать точнѣе съ тѣхъ поръ, какъ нашли средство добывать ее искуственнымъ образомъ, а именно перегонкою смѣси сахара съ перекисью марганца и сѣрною кислотою. Крѣпкая муравьиная кислота представляетъ безцвѣтную, летучую жидкость, имѣющую острый запахъ и весьма ѣдкія свойства, потому что отъ прикосновенія ея къ кожѣ, на послѣдней немедленно образуется пузырь, подобно тому какъ это бываетъ отъ ожоги. Растворъ муравьиной кислоты въ винномъ спиртѣ извѣстенъ подъ названіемъ муравьинаго спирта и употребляется какъ наружное средство для раздраженія кожи.

3. *Уксусная кислота*, $C_4H_3O_3+HO$.

Acidum aceticum: $\overline{A}$.

§. 148. Въ растительныхъ сокахъ и животныхъ жидкостяхъ уксусная кислота встрѣчается только въ соединеніи съ основаніями, и то довольно рѣдко. Но она легко образуется сама собою, когда винный спиртъ или такъ называемые бродящіе соки (въ которыхъ содержится винный спиртъ), при извѣстныхъ обстоятельствахъ, подвергаются вліянію воздуха, или когда растительныя вещества, особенно дерево, подвергаютъ сухой перегонкѣ.

Самая чистая, крѣпкая уксусная кислота при $0^oЦ$. образуетъ красивые и прозрачные какъ вода кристаллы, которые однакожъ только при $+16^o$ Ц. переходятъ въ жидкое состояніе. Эта летучая кислота имѣетъ чрезвычайно пріятный, освѣжающій

вкусъ и запахъ, почему ее разбавляютъ большимъ количествомъ воды и часто употребляютъ въ пищу подъ общеизвѣстнымъ названіемъ *уксуса*. — Изъ уксусокислыхъ солей всего болѣе заслуживаютъ вниманія слѣдующія:

Уксусокислая окись свинца, $PbOC_4H_3O_3+3HO$, получается, когда окись свинца растворяютъ въ крѣпкомъ уксусѣ, а образующейся при этомъ соли даютъ кристаллизоваться. Эта соль имѣетъ сладковатый вкусъ, и потому называется также *свинцовымъ сахаромъ*. Такъ какъ эта соль легко растворяется въ водѣ, то ее часто употребляютъ для добыванія другихъ уксусокислыхъ свинцовыхъ солей, какъ напр. бѣлилъ и т. п., а въ особенности въ красильномъ искуствѣ. Если къ раствору свинцоваго сахара прибавить окиси свинца и смѣсь эту вскипятить, то получится *трехуксусокислая окись свинца*, $3PbO.C_4H_3O_3$, растворъ которой имѣетъ сильно щелочныя свойства и употребляется въ медицинѣ, подъ названіемъ *свинцоваго уксуса*, какъ наружное средство для заживленія язвъ и т. д. Свинцовый уксусъ, разбавленный водою, называется *гуляровой* или *свинцовой водою* и употребляется въ медицинѣ для той же цѣли.—Свинцовый сахаръ часто кладутъ въ масляныя краски для того, чтобы онѣ скорѣе сохли. Свинцовый сахаръ есть сильный ядъ.

Уксусокислая окись мѣди, $CuO.C_4H_3O_3+HO$, находится въ торговлѣ въ видѣ темнозеленыхъ кристалловъ и извѣстна подъ названіемъ перегнанной яри мѣдянки. Она образуется, когда окись мѣди растворяется въ уксусной кислотѣ. Обыкновенная *ярь мѣдянка* есть смѣсь двухъ щелочныхъ солей, и образуется при прикосновеніи мѣди съ уксусомъ, когда листовую мѣдь кладутъ въ виноградныя выжимки; она представляетъ синезеленую краску, которая также ядовита.

Уксусокислое кали и *уксусокислый амміакъ* часто употребляются въ медицинѣ какъ средство, способствующее дѣятельности кожи.

4. *Бутировая* или *Масляная кислота*, $C_8H_7O_3HO$.

Acidum butyricum: $\overline{But}$.

§ 149. Свободная бутировая кислота содержится въ плодѣ сладкаго рожка (ceratonia siliqua), а въ соединеніи съ глицериномъ она находится въ коровьемъ маслѣ. Она образуется также при извѣстныхъ процессахъ броженія и разложенія, особенно сахара, и потому ее часто находятъ напр. въ капустѣ, соленыхъ огурцахъ и сырѣ. Когда къ смѣси сахарнаго раствора и порошка мѣла прибавляютъ нѣсколько гнилаго сыра и затѣмъ оставляютъ ее въ теченіе нѣсколькихъ недѣль въ теплѣ при 35° Ц., то при этомъ образуется бутирокислая известь, изъ которой кислоту можно выдѣлить посредствомъ сѣрной кислоты. — Бутировая кислота жидка, имѣетъ очень кислый вкусъ и проницательный запахъ, подобно уксусной кислотѣ, и кипитъ при 157° Ц. *Бутирокислый амміакъ* имѣетъ весьма противный запахъ, отзывающійся потомъ.

5. *Валеріановая кислота*, $C_{10}H_9O_3HO$.

Acidum valerianicum: $\overline{Val}$.

§ 150. Эта кислота находится въ корнѣ булдырьяна или валеріаны (valeriana officinalis); она образуется при гніеніи животныхъ веществъ, а потому ее находятъ также въ сырѣ. Она жидка, безцвѣтна, имѣетъ сильный запахъ, свойственный булдырьяну, и кипитъ при 176° Ц. Соли ея употребляются въ медицинѣ.

ЖИРОВЫЯ КИСЛОТЫ.

§ 151.—6. *Маргариновая кислота*, $C_{32}H_{31}O_4.HO$, содержится почти во всѣхъ жирахъ животнаго и растительнаго царства, а для добыванія его всего лучше брать оливковое

масло. Она кристаллизуется, принимая видъ блестящихъ какъ перламутръ чешуекъ, которыя плавятся при 62° Ц.

7. *Стеариновая кислота*, $C_{36}H_{35}O_3.HO$, находится обыкновенно вмѣстѣ съ маргариновою кислотою, въ салѣ, кристаллизуется въ видѣ серебристыхъ чешуекъ и плавится при 70° Ц. Синія растительныя краски она окрашиваетъ въ красный цвѣтъ.

8. *Олеиновая кислота*, $C_{36}H_{33}O_3.HO$, содержится въ большей части жировъ и маслъ; это безцвѣтная жидкость, не имѣющая ни запаха, ни вкуса.

ЖИРЫ.

§ 152. Жиры находятъ въ органическихъ тѣлахъ какъ животнаго, такъ и растительнаго царства; но до сихъ поръ еще не нашли средства приготовлять ихъ искуственнымъ образомъ. Они встрѣчаются или въ жидкомъ, или въ твердомъ состояніи, но относительно ихъ химическихъ свойствъ между ними замѣтно большое сходство, независимо оттого, происходятъ ли они отъ растеній или отъ животныхъ. Всякій жиръ заключаетъ въ себѣ жировую кислоту, соединенную съ глицериномъ.

Жировая кислота бываетъ жидкая или твердая и кристаллическая; въ первомъ случаѣ она называется *олеиновою*, а въ послѣднемъ *стеариновою* или *маргариновою*. Жиры большею частью представляютъ соединенія кислотъ съ глицериномъ, а твердое или жидкое состояніе ихъ зависитъ оттого, преобладаетъ ли въ нихъ олеиновая или одна изъ твердыхъ животныхъ кислотъ.

Жиры для человѣка чрезвычайно важны въ томъ отношеніи, что служатъ для него источникомъ теплоты, а потому жители холоднаго сѣвера употребляютъ въ пищу необыковенныя количества жира.

Жиры, по ихъ употребленію, можно раздѣлить на слѣдующія группы:

Масла, служащія питательными веществами: оливковое или деревянное масло, маковое масло, орѣховое масло, масло мадіи (o!eum madi), прованское масло, коровье масло, свиной жиръ, сало и т. д.

Масла, служащія горючими матеріалами: рѣпное масло, деревянное масло, конопляное масло, гусиный жиръ, ворвань (жиръ морскихъ млекопитающихъ животныхъ), сало и т. д.

Масла. употребляемыя для приготовленія мыла: деревянное масло, рѣпное масло, конопляное масло, пальмовый жиръ, кокосовое сало, ворвань, сало.

Масла, употребляемыя для пластырей: деревянное масло, свиной жиръ.

Масла, употребляемыя для лака и масляныхъ красокъ: льняное масло, масло волошскихъ орѣховъ, маковое масло, конопляное масло.

Жиры отличаются тѣмъ, что ихъ нельзя растворить ни въ водѣ, ни въ винномъ спиртѣ, ни даже въ кислотахъ; они растворяются только въ летучемъ маслѣ каменноугольнаго дегтя или такъ называемомъ бензинѣ, а также въ скипидарномъ маслѣ, эѳирѣ и ѣдкихъ щелочахъ. Другое отличительное свойство жировъ состоитъ въ томъ, что они сильно поглощаются скважистыми тѣлами, но кромѣ того, глиноземомъ и сукновальною глиною. На бумагѣ они всегда оставляютъ жировое пятно, котораго нельзя вывести никакимъ нагрѣваніемъ, потому что жиры нисколько не улетучиваются. Отъ теплоты и нѣкоторыхъ химическихъ дѣйствій въ иныхъ жирахъ образуются особеннаго рода летучія кислоты, которыя большею частью имѣютъ отвратительный, *затхлый* запахъ, зависящій въ особенности отъ образованія бутировой кислоты. По этому, при добываніи такихъ жировъ и маслъ, которые употребляются въ пищу, всегда нужно избѣгать слишкомъ сильнаго жара. Подъ вліяніемъ сильнаго жара жиры разлагаются на горючіе газы (масляный газъ), причемъ образуется также *акреолинъ*, летучее вещество съ чрез-

вычайно ѣдкимъ запахомъ, который поражаетъ не только носъ, но и глаза. Это вещество содержится въ противномъ парѣ, который отдѣляется отъ только что погашенной сальной свѣчи.

Большая часть жировъ не измѣняется подъ вліяніемъ воздуха, и они въ теченіе многихъ лѣтъ сохраняютъ свои свойства. Однакожъ нѣкоторые изъ нихъ вбираютъ въ себя кислородъ, въ соединеніи съ которымъ они образуютъ смолистый лакъ, особенно льняное масло. Въ маслахъ, выжимаемыхъ изъ сѣмянъ, всегда содержится извѣстное количество воды и растительной слизи, которыя дѣлаютъ ихъ неспособными для горѣнія. Чтобы очистить ихъ отъ этихъ посторонних примѣсей нужно давать имъ долго отстаиваться или сперва сболтать ихъ съ небольшимъ количествомъ сѣрной кислоты, а потомъ дать отстояться.

Жиры легче воды, и потому они всегда плаваютъ на ея поверхности, и никогда не смѣшиваются съ нею. Но если масло предварительно смѣшать съ густою слизью изъ камеди, или съ яичнымъ бѣлкомъ, то оно смѣшивается съ водою, раздѣляясь въ ней въ видѣ мелкихъ шариковъ или капелекъ; полученная такимъ образомъ жидкость имѣетъ видъ молока и называется *эмульсіею*. Вообще молоко млекопитающихъ животныхъ, растительныхъ соковъ и миндальное молоко состоитъ изъ жировыхъ капелекъ, которыя связаны съ водяною жидкостью посредствомъ соединительнаго вещества. Изъ всякой подобной жидкости, если она долго стоитъ, выдѣляются нѣкоторыя изъ ея составныхъ частей.

§ 153. *Мыло* происходитъ отъ соединенія жировыхъ кислотъ съ кали или натромъ. Различаютъ преимущественно два сорта мыла: 1, *мягкое* или *жидкое мыло*, состоящее изъ олеиновой кислоты и кали; и 2, *твердое мыло*, которое происходитъ отъ соединенія натра съ маргариновою или стеариновою кислотою. Химическій процессъ образованія обоихъ сортовъ мыла одинъ и тотъ же, потому что и въ томъ, и въ другомъ

случаѣ щелочи (кали или натръ) заступаютъ мѣсто *глицерина*, который онѣ вытѣсняютъ изъ его соединенія съ кислотами. Для достиженія этой цѣли мыловаръ сперва приготовляетъ *ѣдкую щелочь* (§ 73), обливая смѣсь жженой извести и углекислаго натра водою. Отъ продолжительнаго кипяченія этой щелочи съ саломъ наконецъ начинаетъ совершаться процессъ омыленія, т. е. образуется студенистая масса, или такъ называемая мыльная слизь, которая однакожъ содержитъ въ себѣ еще очень большое количество воды. Чтобы отдѣлить мыло изъ воды, къ мыльной массѣ прибавляютъ извѣстное количество поваренной соли, которая образуетъ съ водою крѣпкій, тяжеловѣсный растворъ, осаждающійся внизъ, между тѣмъ какъ мыло остается на поверхности воды и по охлажденіи дѣлается твердымъ. Чѣмъ совершеннѣе было омыленіе и выдѣленіе мыла, тѣмъ оно тверже. Тѣ сорты мыла, которые содержатъ въ себѣ отъ 10 до 50 процентовъ воды или слабой щелочи, конечно, гораздо хуже, а слѣдовательно и гораздо дешевле. Примѣшивая къ мыльной массѣ разныя краски, получаютъ разноцвѣтные и пестрые сорты мыла, которые однакожъ отъ этого нисколько не пріобрѣтаютъ лучшія свойства. Въ чистой водѣ, а также въ винномъ спиртѣ, мыло растворяется. Но водяной растворъ мыла обыкновенно образуетъ мутную жидкость, мыльную воду, потому что стеаринокислый натръ легко разлагается на щелочную и на нерастворимую кислую соль, изъ которыхъ послѣдняя выдѣляется. Другою причиною мутности служитъ иногда присутствіе въ водѣ извести.

Стеариновая кислота, въ соединеніи съ *известью*, образуетъ твердую массу, нерастворимую въ водѣ. По этому и отъ натроннаго мыла, когда его приводятъ въ прикосновеніе съ водою, содержащею въ себѣ известь, всегда образуется нерастворимое известковое мыло въ видѣ бѣлыхъ клочковъ. Понятно, что въ такой известковой водѣ нельзя стирать бѣлья; но ее можно сдѣлать годною для этой цѣли: стоитъ только смѣшать ее съ

известковымъ молокомъ и, процѣдивъ эту смѣсь, прибавлять къ ней раствора соды до тѣхъ поръ, пока она не перестанетъ мутиться. Отъ дѣйствія кислотъ мыло разлагается, выдѣляя жировыя кислоты; на этомъ основывается добываніе жировыхъ кислотъ, о которыхъ мы говорили въ § 151. Мыло тѣмъ лучше, чѣмъ больше въ немъ содержится жировой кислоты, чѣмъ меньше оно теряетъ вѣсъ при высушиваніи и чѣмъ меньше отъ него остается, когда его растворяютъ въ винномъ спиртѣ или сожигаютъ. Послѣднимъ путемъ легко узнать, нѣтъ ли въ немъ примѣси глины, тяжелаго шпата, крахмала, песку, пемзы и разныхъ другихъ постороннихъ веществъ.

Пластыри приготовляются изъ соединенія олеиновой кислоты съ окисью свинца, которое получается, когда масло нагрѣваютъ со свинцовымъ глетомъ или сурикомъ. При низкой температурѣ образуется бѣлый свинцовый пластырь, при высокой температурѣ, напротивъ того, бурый.

§ 154. *Стеариновыя свѣчи* состоятъ изъ смѣси стеариновой кислоты съ маргариновою. Для приготовленія ихъ сперва дѣлаютъ известковое мыло, обливая сало известковымъ молокомъ; затѣмъ мыло разлагаютъ сѣрною кислотою, которая, соединяясь съ известью, образуетъ гипсъ, между тѣмъ какъ жировыя кислоты выдѣляются; послѣднія выжимаютъ, чтобы удалить изъ нихъ олеиновую кислоту, и наконецъ примѣшиваютъ къ нимъ небольшое количество воска; изъ приготовленнаго такимъ образомъ вещества дѣлаются свѣчи. Какъ побочные продукты при этомъ получаются *олеиновая кислота* и *глицеринъ*. Первая употребляется для приготовленія мыла.

§ 155. *Глицеринъ*, $C_6H_5O_3$, представляетъ безцвѣтную сиропоподобную жидкость, сладкаго вкуса, но безъ всякаго запаха; онъ не можетъ подвергаться спиртному броженію, и не растворяется въ эѳирѣ, но легко растворяется въ водѣ и въ винномъ спиртѣ. На воздухѣ онъ принимаетъ бурный цвѣтъ, но въ сущности не измѣняется. Его часто употребляютъ для вти-

ранія, особенно при опухоляхъ и сильныхъ боляхъ; а кромѣ того для сохраненія органическихъ веществъ и даже пищи. Подъ вліяніемъ теплоты онъ разлагается и образуетъ *акреолинъ*, имѣющій отвратительный запахъ (§ 152).

§ 156. *Воскъ*, по свойствамъ своимъ, имѣетъ большое сходство съ жирами. Въ природѣ онъ встрѣчается во первыхъ какъ продуктъ растительнаго царства, потому что цвѣточная пыль и нѣкоторыя другія части растеній содержатъ его въ значительномъ количествѣ; однакожъ онъ почти всегда бываетъ окрашенъ въ зеленый, бурый и красный цвѣтъ, такъ какъ въ немъ заключается примѣсь смолы и красильныхъ веществъ; а во вторыхъ какъ продуктъ пищеваренія, получаемый въ видѣ медовыхъ сотовъ отъ пчелъ, обладающихъ способностью дѣлать воскъ изъ меда, который онѣ высасываютъ изъ цвѣтовъ. При растапливаніи медовыхъ сотъ получается обыкновенный сырой воскъ, имѣющій желтый цвѣтъ и особенный запахъ, которые отчасти зависятъ отъ содержащейся въ немъ примѣси меда. Для приданія ему бѣлизны, его разрѣзываютъ на тонкія полоски, потомъ смачиваютъ водою и подвергаютъ вліянію солнечнаго свѣта. Въ такомъ очищенномъ видѣ воскъ представляетъ безцвѣтную массу, не имѣющую ни запаха, ни вкуса, нерастворимую въ водѣ, трудно растворимую въ кипящемъ винномъ спиртѣ, и напротивъ легко растворимую въ горячемъ эѳирѣ.

Воскъ растопляется при $+68^{\circ}$Ц., а плотность его равняется 0,96. Подобно жирамъ, воскъ большею частью состоитъ изъ особеннаго вещества, пазываемаго *церином*ъ, который отъ дѣйствія щелочи кали превращается въ мыло, и еще другаго вещества, называемаго *мерицином*ъ. Онъ преимущественно употребляется для свѣчей, а также въ медицинѣ и т. д. Такъ называемый японскій или китайскій воскъ, который получается отъ вываривания коры и плодовъ разныхъ деревьевъ, въ главныхъ свойствахъ своихъ мало отличается отъ пчелинаго.

9. *Росноладанная кислота*, $C_{14}H_5O_3.HO$.

Acidum benzoicum: $\overline{Bz}$.

§ 157. Эта кислота получается при возгонкѣ смолы роснаго ладана, въ видѣ безцвѣтныхъ, тонкихъ кристаллическихъ иголокъ и заслуживаетъ особеннаго вниманія по своимъ отношеніямъ къ нѣкоторымъ другимъ соединеніямъ. Когда горькій миндаль перегоняютъ вмѣстѣ съ водою, изъ него образуется *масло (масло горькаго миндаля)*, которое отличается особеннымъ, весьма пріятнымъ запахомъ, но которое очень ядовито, потому что оно содержитъ въ себѣ синильную кислоту. Впрочемъ послѣднюю всегда можно удалить изъ него водною известью и растворомъ желѣза. Очищенное такимъ образомъ масло все еще отзывается запахомъ горькаго миндаля, но уже не имѣетъ ядовитыхъ свойствъ. Составъ его $C_{14}H_6O_2$, а если его подвергаютъ вліянію кислорода, то оно вбираетъ въ себя два пая его и вслѣдствіе того превращается въ росноладанную кислоту: $C_{14}H_6O_2 + 2O = C_{14}H_5O_3.HO$.

Когда росноладанную кислоту перегоняютъ вмѣстѣ съ водною известью, то при этомъ получается безцвѣтная жидкость, извѣстная подъ названіемъ *бензола*, $C_{12}H_6$, который находятъ также въ продуктахъ разложенія каменнаго угля и маслъ подъ вліяніемъ жара. Бензолъ, въ соединеніи съ азотною кислотою, образуетъ маслообразную жидкость, такъ называемый *нитробензолъ*, $C_{12}H_5NO_4$, который имѣетъ весьма пріятный запахъ, отзывающійся горькимъ миндалемъ, и который поэтому служитъ матеріаломъ для духовъ (essence de Mirban).

10. *Молочная кислота*, $C_{12}H_{10}O_{10}.2HO$.

Acidum lacticum: $\overline{L}$.

§ 158. Эта кислота отчасти находится въ нѣкоторыхъ ра-

стительныхъ и животныхъ веществахъ, частью же образуется только при разложеніи ихъ. Она содержится также въ желудочномъ сокѣ, а въ кисломъ молокѣ является какъ продуктъ разложенія молочнаго сахара; кромѣ того ее находятъ въ сокѣ капусты и въ другихъ кислыхъ веществахъ, напр. въ огурцахъ. Въ большомъ количествѣ молочная кислота образуется при такъ называемомъ броженіи, которое происходитъ въ растворѣ сахара, когда къ нему прибавляютъ мыла и гнилаго сыра и затѣмъ смѣсь эту ставятъ въ такое мѣсто, гдѣ 30°Ц. тепла. При продолжительномъ броженіи изъ этой смѣси образуется бутировая кислота (§ 149). Молочная кислота никогда не кристаллизуется; она имѣетъ очень кислый вкусъ и большею частью остается безъ всякаго употребленія. Впрочемъ кислая сыворотка, въ которой также содержится молочная кислота, употребляется для удаленія изъ тканей нѣкоторыхъ пятенъ. У покойниковъ въ мышцахъ находятъ свободную кислоту, которая, по сходству своему съ молочною, называется *параммлечною*.

11. *Яблочная кислота*, $C_8H_4O_8.2HO$.

Acidum malicum: $\overline{M}$.

§ 159. Эта кислота содержится почти во всѣхъ кислыхъ плодахъ, особенно въ яблокахъ и рябинѣ, изъ которыхъ она обыкновенно и добывается. Она можетъ превращаться въ кристаллы, имѣетъ кислый вкусъ и также не находитъ себѣ никакого особеннаго употребленія.

12. *Винная* или *виннокаменная кислота*, $C_8H_4O_{10}.2HO$.

Acidum tartaricum: $\overline{T}$.

§ 160. Эта кислота преимущественно содержится въ сокѣ винограда и въ чистомъ видѣ представляетъ безцвѣтныя кри-

сталлическія плиточки, имѣющія очень кислый вкусъ. Съ кали она образуетъ важное соединеніе, извѣстное подъ названіемъ сыраго виннаго камня, который въ видѣ сѣрой коры отлагается въ бочкахъ съ молодымъ виномъ. Очищенный винный камень имѣетъ бѣлый цвѣтъ и очень часто употребляется въ медицинѣ (cremor tartari). Винный камень состоитъ изъ двухвиннокислаго кали, $KOHO + 2C_8H_4O_{10}$. Въ красильномъ искуствѣ виннокаменная кислота употребляется какъ протрава. Двойная соль, т. е. соединеніе виннокислаго кали съ виннокислою окисью сюрьмы, $KOSb_2O_3 + 2C_8H_4O_{10} + 2HO$, часто употребляется въ медицинѣ подъ названіемъ *рвотнаго камня*.

13. *Лимонная кислота*, $C_{12}H_5O_{11} + 3HO$.

Acidum citricum: $\overline{C}$.

§ 161. Въ свободномъ состояніи эту кислоту находятъ особенно въ лимонахъ, но также въ крыжовникѣ, смородинѣ и другихъ плодахъ. Она отличается пріятнымъ кислымъ вкусомъ и образуетъ кристаллическіе столбики, которые, подобно предыдущей кислотѣ, часто употребляются въ красильномъ искуствѣ. Обѣ эти кислоты служатъ также для приготовленія лимонада, шипучихъ порошковъ и газовыхъ водъ (§ 58).

14. *Дубильная кислота*, $C_{54}H_{19}O_{31} + 3HO$.

Acidum quercitannicum: Qt.

§ 162. Эта кислота чрезвычайно сильно распространена въ растительномъ царствѣ, потому что она болѣе или менѣе содержится во всѣхъ растительныхъ веществахъ, имѣющихъ вяжущій вкусъ. Ее находятъ преимущественно въ древесной корѣ, особенно въ дубовой, также въ листьяхъ сумаха и въ кожицѣ большой части фруктовъ. Самая чистая дубильная кислота со-

держится въ чернильныхъ орѣшкахъ, которые притомъ же изобилуетъ ею. Дубильная кислота, добываемая изъ чернильныхъ орѣшковъ, представляетъ желтоватый порошокъ чрезвычайно вяжущаго вкуса; но кислыя свойства ея весьма незначительны, а потому ее очень справедливо называютъ *дубильнымъ веществомъ*. Въ медицинѣ дубильная кислота, благодаря своему вяжущему свойству, употребляется какъ наружное и внутреннее средство, особенно при кровотеченіяхъ.

Кромѣ того дубильная кислота замѣчательна тѣмъ, что съ солями желѣза она образуетъ разноцвѣтныя соединенія (отъ темнофіолетовыхъ до черныхъ), которыя употребляются для *чернилъ*. Процессъ приготовленія чернилъ довольно простъ: на 2 или на 3 кружки воды берутъ 6 лотовъ толченныхъ чернильныхъ орѣшковъ и два лота сѣрнокислой закиси желѣза, и затѣмъ даютъ этой смѣси хорошенько вскипѣть; потомъ прибавляютъ къ ней 2 лота кампешеваго дерева и 3 лота аравійской камеди, чтобы жидкость сдѣлалась нѣсколько гуще. Подобные растворы дубильнокислыхъ соединеній служатъ также для окрашиванія тканей въ черный, сѣрый или фіолетовый цвѣтъ.

Когда хотятъ узнать, содержитъ ли колодезная вода желѣзо, то берутъ стаканъ, наполненный этою водою, и опустивъ въ него привязанный за нитку чернильный орѣхъ, оставляютъ его въ водѣ отъ десяти до двѣнадцати часовъ; тогда,—если только въ водѣ находится хотя даже малѣйшая примѣсь желѣза, на орѣхѣ образуется слой фіолетоваго соединенія дубильнокислаго желѣза. Если плоды разрѣзываютъ ножемъ, то кислоты ихъ при этомъ всегда растворяютъ нѣсколько желѣза, которое потомъ соединяется съ дубильною кислотою, находящеюся въ особенности въ кожѣ плодовъ, и образуетъ синее или черное соединеніе.

Всякое вино, содержащее въ себѣ дубильную кислоту, также окрасится въ фіолетовый цвѣтъ, если его смѣшать съ минеральною водою, въ которой есть примѣсь желѣза. Клей и ду-

бильная кислота взаимно выдѣляютъ другъ друга изъ растворовъ, образуя безцвѣтный, клочковатый осадокъ, который не растворяется въ водѣ.

Наконецъ дубильная кислота имѣетъ еще одно замѣчательное свойство, а именно превращать животную шкуру въ *кожу*, и потому служитъ сыромятникамъ весьма важнымъ вспомогательнымъ средствомъ при выдѣлкѣ кожъ.

Нѣкоторые изъ продуктовъ, получаемыхъ при разложеніи дубильной кислоты, также заслуживаютъ вниманія: когда дубильную кислоту варятъ съ разведенною сѣрною кислотою, то она разлагается, превращаясь частью въ сахаристое вещество, называемое *глюкозомъ*, частью въ *галлусовую кислоту*, $C_{14}H_6O_{10}$. Послѣдняя образуется изъ дубильной кислоты также вслѣдствіе особаго рода броженія, которое происходитъ, когда чернильные орѣшки смачиваютъ водою и потомъ долго даютъ имъ лежать. Галлусовая кислота кристаллизуется, принимая форму безцвѣтныхъ иголокъ, и даетъ съ растворомъ окиси желѣза черный осадокъ, но въ растворѣ клея не образуетъ осадка. Изъ окисей металловъ, а въ особенности изъ солей серебра она быстро поглощаетъ кислородъ и при этомъ превращается въ черное вещество. *Пирогаллусовая кислота*, которая получается возгонкою предыдущей кислоты, еще болѣе обладаетъ этимъ свойствомъ, благодаря которому обѣ эти кислоты находятъ себѣ примѣненіе въ фотографіи (§ 127).

15. *Гипуровая кислота*, $C_{18}H_8NO_5.HO$.

§ 163. Эта кислота находится въ мочѣ травоядныхъ млекопитающихъ животныхъ, особенно въ лошадиной, а также въ человѣческой. Она кристаллизуется въ видѣ безцвѣтныхъ иголокъ и красивыхъ квадратныхъ столбиковъ. Когда ее варятъ вмѣстѣ съ разведенными щелочами и кислотами, она разлагается на росноладанную кислоту и клеевой сахаръ или глюкоколъ.

16. *Мочевая кислота*, $C_{10}H_2N_4O_4.2HO$.

§ 164. Мочевая кислота, содержащая въ себѣ 33 процента азота, находится въ мочѣ человѣка и плотоядныхъ животныхъ, а еще больше въ мочѣ птицъ, земноводныхъ и другихъ низкихъ классовъ животныхъ, равно и въ мочевыхъ камняхъ. Добывается она обыкновенно изъ бѣлаго шаровиднаго помета змей, который состоитъ почти изъ гипуровой кислоты; а также изъ птичьяго помета, извѣстнаго подъ названіемъ *гуано*, сто фунтовъ котораго даютъ два фунта чистой мочевой кислоты. Послѣдняя бѣла, не имѣетъ ни запаха, ни вкуса, кристаллизуется мелкими иголками или чешуйками и весьма трудно растворяется въ водѣ.—Для науки мочевая кислота имѣетъ особенный интересъ по значительному числу продуктовъ ея разложенія, изъ которыхъ самый замѣчательный *мурексидъ* или *пурпурокислый амміакъ*, $C_{16}H_8N_6O_{12}$, состоящій изъ превосходныхъ блестящихъ зеленаго цвѣта кристаллическихъ иголокъ, растворяющихся въ водѣ и сообщающихъ ей красивый багряный цвѣтъ, который отъ прибавленія кали обращается въ фіолетовый. Для образованія мурексида изъ мочевой кислоты, послѣднюю нагрѣваютъ вмѣстѣ съ азотною кислотою, затѣмъ выпариваютъ и прибавляютъ углекислаго амміака. Этимъ способомъ можно также опредѣлить въ какой нибудь жидкости присутствіе самаго малаго количества мочевой кислоты. Мурексидъ употребляется въ красильномъ искуствѣ.

17. *Гремучая кислота*, $C_4N_2O_2+2HO$.

§ 165. Она извѣстна только въ соединеніи съ окисями и образуется при разложеніи виннаго спирта. *Гремучекислая окись ртути* разлагается отъ удара, тренія или нагрѣванія, и при этомъ производитъ сильный взрывъ и трескъ; оттого

она вмѣстѣ съ селитрою и сѣрою употребляется для огнестрѣльныхъ капсюль (пистоновъ). Соль эта добывается довольно легко: для этого къ одиннадцати частямъ виннаго спирта 85% примѣшиваютъ растворъ одной части ртути въ двѣнадцати частяхъ азотной кислоты и затѣмъ смѣсь эту подвергаютъ легкому нагрѣванію; по охлажденіи ея соль выдѣляется въ видѣ бѣлыхъ кристалловъ.

II. АЛКООЛИ ИЛИ СПИРТЫ И ПРОДУКТЫ ИХЪ ПРЕВРАЩЕНІЯ.

§ 166. Подъ названіемъ спиртовъ разумѣютъ указанный нами въ § 142 рядъ одноименныхъ соединеній, которыя какъ по своимъ химическимъ свойствамъ, такъ и по продуктамъ разложенія имѣютъ между собою большое сходство. Такъ напр. всякій спиртъ, утрачивая 2 пая водорода, превращается въ соединеніе, называющееся *алдегидомъ* того спирта, изъ котораго онъ образовался; если же спиртъ, напротивъ того, поглощаетъ 2 пая кислорода, то происходитъ *кислота* соотвѣтствующаго спирта.

1. *Эѳиловый спиртъ*, $C_4H_6O_2$.

§ 167. Его обыкновенно называютъ *алкоолемъ*; теоретическое же названіе его—*водная окись эѳила*, $C_4H_5O.HO = C_4H_6O_2$; подъ названіемъ виннаго спирта (spiritus vini) разумѣютъ алкооль, въ которомъ содержится 15 процентовъ воды.

Въ природѣ нѣтъ готоваго виннаго спирта; онъ образуется только какъ продуктъ разложенія сахара и къ тому же вслѣдствіе особаго рода *броженія*, которое мы опишемъ ниже. Послѣ образованія виннаго спирта, жидкость, въ которой происходило броженіе, подвергаютъ перегонкѣ въ особыхъ снарядахъ, при-

чемъ винный спиртъ, какъ болѣе летучее, чѣмъ вода, содержащаяся въ жидкости, переходитъ изъ сосуда въ пріемникъ, а вода остается. Если винный спиртъ нѣсколько разъ подвергаютъ перегонкѣ и притомъ вмѣстѣ съ жженою известью, то онъ наконецъ совершенно освобождается отъ содержащейся въ немъ воды, и тогда онъ называется *безводнымъ* или *абсолютнымъ винным*ъ спиртомъ или просто *алкоолемъ*. Послѣдній безцвѣтенъ, имѣетъ пріятный оживляющій запахъ и жгучій вкусъ. Плотность его равняется 0,79; а кипитъ онъ при 78° Ц. Принятый внутрь онъ дѣйствуетъ ядовито. Многія вещества, напр. соли, которыя хотя растворяются въ водѣ, нерастворимы въ винномъ спиртѣ, но за то онъ растворяетъ большую часть смолъ и эѳирныхъ маслъ. Винный спиртъ горитъ слабымъ пламенемъ, безъ дыма, и потому часто употребляется какъ топливо. Къ водѣ онъ имѣетъ большое сродство, потому что онъ притягиваетъ ее даже изъ воздуха. Когда влажныя растительныя или животныя вещества кладутъ въ винный спиртъ, то послѣдній извлекаетъ изъ нихъ всю содержащуюся въ нихъ воду, и тѣмъ самымъ предохраняетъ ихъ отъ порчи. Жженіе, которое при употребленіи спирта ощущается во-рту и желудкѣ, происходитъ оттого, что спиртъ поглощаетъ воду, содержащуюся на ихъ поверхности. На нервы онъ производитъ особое дѣйствіе, извѣстное всѣмъ подъ названіемъ хмеля или опьяненія.

Съ водою винный спиртъ смѣшивается въ весьма различныхъ пропорціяхъ. Когда онъ содержитъ 15% или 20% воды, то, какъ мы уже сказали, его называютъ *алкоолемъ* или *спиртомъ*, а если въ немъ отъ 40% до 50% воды, то его называютъ водкою. Для опредѣленія крѣпости спирта, т. е. содержанія въ немъ воды, употребляется такъ называемый *алкоолометръ*, устройство котораго основано на томъ, что винный спиртъ гораздо легче чистой воды, и слѣдовательно одинъ и тотъ же предметъ долженъ погружаться въ винный спиртъ глубже, чѣмъ въ воду. Для устройства алкоолометра берутъ

трубку (рис. 62), погружаютъ ее въ воду и у того мѣста, по которое она опустилась, ставятъ 0°, а у верхней точки, по которую она входитъ въ абсолютный алкооль, отмѣчаютъ 100°. Затѣмъ приготовляютъ смѣси изъ 1, 2, 3, 4 . . до 99 частей алкооля съ 99, 98, 97, 96 . . до 1 части воды, такъ что получаютъ 100 различныхъ смѣсей, содержащихъ въ себѣ отъ 0 до 100 процентовъ алкооля. А такъ какъ алкоолометръ будетъ погружаться въ эти жидкости тѣмъ глубже, чѣмъ больше въ каждой изъ нихъ алкоголя, то, погружая его по очереди въ каждую изъ нихъ, отмѣчаютъ цифрами всѣ тѣ точки, по которыя онъ входитъ въ жидкость. Такимъ образомъ получается скала, посредствомъ которой можно вѣрно опредѣлить процентное содержаніе виннаго спирта въ любой жидкости.



Рис. 62.

Этотъ алкоолометръ придуманъ *Гэ-Люсакомъ* и *Траллесомъ*, и почти вездѣ введенъ во всеобщее употребленіе.

Къ сожалѣнію не всѣ слѣдовали этому удобному раздѣленію; такъ напр. Картье, Боме, Бекъ и многіе другіе раздѣлили скалу по произволу на извѣстное число равныхъ между собою градусовъ.

Слѣдующая таблица показываетъ отношенія разныхъ алкоолометровъ:

Удѣльный вѣсъ.	Процентные объемы по Траллесу	Вѣсовые проценты при 12,5° Р.	Градусы по Картье.	Градусы по Беку.	Градусы по Боме.
1,000	0	0	10	0	10
0,991	5	4,0			
0,985	10	8,0	12		
0,980	15	12,1		3	13
0,975	20	16,2			
0,970	25	20,4	14	5	
0,964	30	24,6	15	6	15
0,958	35	28,9			16
0,951	40	33,4		9	17
0,942	45	37,9	18		
0,933	50	42,5		12	20
0,923	55	47,2	21	14	
0,912	60	52,2		16	24
0,901	65	57,2	24	19	
0,889	70	62,5	27		28
0,876	75	67,9		24	
0,863	80	73,5	30	27	32
0,848	85	79,5	35	30	35
0,833	90	85,7		34	38
0,815	95	92,4	40	38	42
0,793	100	100,0	44	44	48

Винный спиртъ уже былъ извѣстенъ аравитянамъ въ двѣнадцатомъ столѣтіи, и отъ нихъ онъ и получилъ названіе алкооля. Сначала употребляли его только какъ лекарство. Впрочемъ онъ и до сихъ поръ еще употребляется въ медицинѣ, но кромѣ того находитъ обширное примѣненіе въ технической промышленности. Въ научномъ отношеніи это одно изъ важнѣйшихъ веществъ *органической химіи*, потому что образуетъ множество соединеній, изъ которыхъ мы здѣсь опишемъ только нѣкоторыя.

§ 168. *Эѳиръ*, C_4H_5O, или *окись эѳила*, AeO, получается, когда смѣсь трехъ частей сѣрной кислоты и двухъ частей вин-

наго спирта подвергаютъ перегонкѣ; при этомъ, по мѣрѣ того какъ въ пріемники переходитъ образующійся эѳиръ, постоянно прибавляютъ свѣжаго алкооля (AeO.HO), который разлагается при этомъ на воду и эѳиръ. Послѣдній представляетъ чрезвычайно летучую и прозрачную какъ вода жидкость 0,71 удѣльнаго вѣса, которая кипитъ при 35°Ц., а замерзаетъ и твердѣетъ при 44°Ц. Эѳиръ имѣетъ весьма пронизительный, оживляющій запахъ, о которомъ всякій можетъ судить по общеизвѣстнымъ *гофмановымъ каплямъ*, которыя состоятъ изъ одной части эѳира и двухъ частей виннаго спирта. Эѳиръ не смѣшивается съ водою и не растворяетъ никакихъ солей, но за то растворяетъ всѣ смолы, эѳирныя масла и жиры. Онъ употребляется въ медицинѣ и для нѣкоторыхъ химическихъ операцій. Отъ вдыханія эѳирныхъ паровъ утрачивается сознаніе и чувствительность. При быстромъ испареніи эѳира происходитъ значительный холодъ. Прежде его называли *нафтою*, а также *сѣрнымъ эѳиромъ* (aether sulphuricus), но это послѣднее названіе совершенно невѣрно, потому что въ немъ не содержится ни малѣйшей части сѣры.

§ 169. *Сложные эѳиры.* Подъ этимъ названіемъ разумѣютъ всѣ соединенія, которыя эѳиръ образуетъ съ неорганическими и органическими кислотами, и которыя добываются при перегонкѣ виннаго спирта вмѣстѣ съ одною изъ этихъ кислотъ. Это большею частью летучія жидкости, имѣющія особенный, часто очень нѣжный благовонный запахъ и пріятный вкусъ. Благоуханіе и ароматъ, которые распространяются отъ большей части плодовъ и напитковъ, образовавшихся подъ вліяніемъ броженія, зависятъ отъ присутствія въ нихъ одного или нѣсколькихъ сложныхъ эѳировъ.

Въ медицинѣ употребляются: *азотный эѳиръ*, смѣсь азотистокислой окиси эѳила, $AeONO_3$, съ виннымъ спиртомъ; онъ имѣетъ пріятный запахъ; *хлористый эѳиръ*, смѣсь хлорнаго эѳила, AeCl, съ виннымъ спиртомъ; *уксусный эѳиръ*, AeO.

$C_4H_3O_3$, имѣетъ очень освѣжающій запахъ и содержится въ старомъ винѣ.

Для поддѣлки рома, коньяка, и для сообщенія кондитерскимъ издѣліямъ аромата употребляются: *энантовый эѳиръ*, получаемый перегонкою вина и винныхъ дрожжей; *бутирокислый эѳиръ*, $A^cO.C_8H_7O_3$, отзывающійся запахомъ ананаса, вслѣдствіе чего его называютъ также *ананасовымъ масломъ*; *валеріанокислый эѳиръ*, имѣющій запахъ рома, и т. п. Всѣ эти жидкости извѣстны подъ названіемъ искуственныхъ плодовыхъ эссенцій.

§ 170. *Алдегидъ*, $C_4H_4O_2$. Когда винный спиртъ подвергаютъ перегонкѣ вмѣстѣ съ сѣрною кислотою и перекисью марганца, то кислородъ послѣдняго отнимаетъ у алкооля 2 пая водорода, вслѣдствіе чего получается алдегидъ,—жидкость съ особеннымъ эѳирнымъ запахомъ. Поглощая 2 пая кислорода, алдегидъ переходитъ въ уксусную кислоту, $C_4H_4O_4$. Когда алдегидъ нагрѣваютъ въ стеклянномъ сосудѣ, вмѣстѣ съ небольшимъ количествомъ раствора серебра и амміака, то серебро выдѣляется и покрываетъ всю внутреннюю стѣнку стекла зеркальнымъ слоемъ.

2. *Меѳиловый спиртъ*, $C_2H_4O_2$.

§ 171. При сухой перегонкѣ дерева получается летучая, горючая жидкость, извѣстная подъ названіемъ *древеснаго спирта*, изъ котораго легко добыть меѳиловый спиртъ, потому что для этого стоитъ только очистить его и удалить воду. Удѣльный вѣсъ меѳиловаго спирта равняется 0,814, а кипитъ онъ при 60,5°Ц.; по химическимъ свойствамъ своимъ онъ вполнѣ соотвѣтствуетъ эѳиловому спирту. Онъ также имѣетъ особенный спиртный запахъ, но только не совсѣмъ пріятный. Неочищенный древесный спиртъ содержитъ въ себѣ 15 процентовъ воды и употребляется какъ горючій матеріалъ, особенно въ Англіи.

Хлороформъ, C_2HCl_3, добывается изъ разведенныхъ спиртовъ, древеснаго и виннаго, которые для этого подвергаютъ перегонкѣ вмѣстѣ съ хлорною известью. Это безцвѣтная жидкость, имѣющая пріятный, эѳирный запахъ и сладковатый вкусъ; удѣльный вѣсъ его 1,48, и точка кипѣнія 61°Ц. Отъ продолжительнаго вдыханія паровъ хлороформа утрачивается сознаніе и чувствительность, а потому его часто употребляютъ при очень мучительныхъ хирургическихъ операціяхъ.

3. *Амиловый спиртъ*. $C_{10}H_{12}O_2$.

§ 172. Амиловый спиртъ или *водная окись амила*, $C_{10}H_{11}O.HO$, образуется вмѣстѣ съ эѳиловымъ спиртомъ отъ броженія сахаристыхъ жидкостей, особенно при добываніи картофельной водки. Въ неочищенномъ видѣ оно называется *сивушнымъ масломъ*. Очищенный же амиловый спиртъ представляетъ маслообразную жидкость противнаго запаха и жгучаго вкуса; удѣльный вѣсъ его 0,818, а кипитъ онъ при 132° Ц.; онъ горючъ, но самъ по себѣ остается безъ употребленія. Въ продажу онъ поступаетъ или въ видѣ валеріанокислой окиси амила, смѣшанной съ виннымъ спиртомъ, подъ названіемъ *яблочнаго масла*, или въ видѣ смѣси уксусокислой окиси амила и уксуснаго эѳира, подъ названіемъ *грушеваго масла*.

III. ОРГАНИЧЕСКІЯ ОСНОВАНІЯ ИЛИ АЛКАЛОИДЫ.

§ 173. Нѣкоторыя растительныя вещества, какъ напр. хинная кора, опій и т. п. уже давно обратили на себя вниманіе какъ своею необыкновенною горечью, такъ и благотворнымъ дѣйствіемъ, которое они оказываютъ на разстроенный организмъ человѣческаго тѣла и почти также давно занимаютъ мѣсто ме-

жду самыми лучшими, дѣйствительными лекарствами. Однакожъ только въ новѣйшее время изслѣдованія показали, что далеко не вся масса этихъ веществъ обладаетъ такою цѣлебною силою, и что, напротивъ того, большая часть ея состоитъ изъ такихъ веществъ, которыя не оказываютъ никакого дѣйствія, какъ напр. изъ растительныхъ волоконъ, смолы, камеди и т. д., между тѣмъ какъ собственно дѣйствительная составная часть составляетъ, по вѣсу, только самую незначительную долю всей массы.

Въ 1804 году нѣмецкому химику Сертюрнеру впервые удалось выдѣлить изъ опія его дѣйствительную составную часть, а послѣ того начали открывать подобныя же вещества и въ другихъ растеніяхъ. Изъ опытовъ, произведенныхъ надъ этими веществами, убѣдились, что они имѣютъ одинакія свойства съ щелочами, такъ какъ они оказываютъ такое же дѣйствіе, и въ соединеніи съ кислотами образуютъ такія же безцвѣтныя, кристаллизующіяся и совершенно среднія соли, какъ и неорганическія щелочи. На этомъ основаніи эти вещества назвали *органическими основаніями* или *алкалоидами*.

Всѣ алкалоиды содержатъ въ себѣ азотъ и большею частью представляютъ безцвѣтныя тѣла, лишенныя всякаго запаха, но имѣющія обыкновенно чрезвычайно горкій вкусъ. Въ водѣ они растворяются трудно, но легко растворяются въ винномъ спиртѣ, а нѣкоторые и въ эѳирѣ. На организмъ животныхъ и растеній они, большею частью даже въ малыхъ пріемахъ, оказываютъ очень сильное дѣйствіе, вслѣдствіе чего нѣкоторые изъ нихъ считаются страшными ядами. Они употребляются преимущественно въ медицинѣ, которая извлекаетъ изъ нихъ большую пользу. Такъ напр. до открытія алкалоидовъ одержимые перемежающеюся лихорадкою должны были глотать большія количества порошка хинной коры, между тѣмъ какъ теперь они принимаютъ всего нѣсколько грановъ содержащагося въ ней алкалоида—хинина; это для больныхъ не только пріятнѣе, но и гораздо полезнѣе, потому что, принимая чистый хининъ, они не

глотаютъ прочихъ недѣйствующихъ составныхъ частей коры, которыя нерѣдко только мѣшаютъ дѣйствію алкалоида. Такъ напр. хинная кора содержитъ въ себѣ много вяжущей дубильной кислоты, а опій значительное количество одуряющаго вещества—обстоятельства, по которымъ оба эти вещества въ иныхъ случаяхъ даже не могутъ быть употребляемы, между тѣмъ какъ алкалоиды ихъ, которые не представляютъ этихъ невыгодъ, можно принимать съ большимъ успѣхомъ.

Алкалоиды добываются вообще слѣдующимъ образомъ: растительное вещество, содержащее въ себѣ алкалоидъ, варятъ съ водою, къ которой прибавлено немного сѣрной кислоты. При этомъ получается растворимая сѣрнокислая соль, для разложенія которой прибавляютъ щелочь, потому что тогда трудно растворимый алкалоидъ выдѣлится въ видѣ осадка. Но полученный такимъ образомъ алкалоидъ бываетъ еще окрашенъ, а потому его снова растворяютъ въ разведенной кислотѣ, затѣмъ варятъ съ животнымъ углемъ и осаждаютъ щелочью; все это повторяютъ до тѣхъ поръ, пока не получится совершенно безцвѣтный алкалоидъ. Осажденные алкалоиды промываются въ кипящемъ винномъ спиртѣ, затѣмъ обезцвѣчиваются углемъ и окончательно очищаются кристаллизаціею. Этотъ способъ добыванія алкалоида, по видимому, очень простъ; однакожъ въ дѣйствительности онъ сопряженъ съ немалыми затрудненіями и требуетъ большой опытности.

Въ животномъ организмѣ находятъ гораздо меньше алкалоидовъ, чѣмъ въ растительныхъ тѣлахъ. Но алкалоиды обоихъ царствъ состоятъ изъ четырехъ элементовъ, а именно изъ водорода, кислорода, углерода и азота.

Многіе алкалоиды приготовляются также искуственнымъ образомъ, но они состоятъ только изъ трехъ веществъ (не заключая въ себѣ кислорода), и добываются или сухою перегонкою азотныхъ органическихъ тѣлъ, или особеннымъ разложеніемъ извѣстныхъ соединеній.

Алкалоиды растительнаго царства.

§ 174. *Хининъ*, $C_{40}H_{24}N_2O_4$, добывается изъ различныхъ видовъ хинной коры, въ которой его иногда содержится до 3 процентовъ. Кристаллы его имѣютъ видъ иголокъ, блестятъ какъ шелкъ и растворяются въ 200 частяхъ воды. Растворъ хинина имѣетъ синеватый отливъ и чрезвычайно горькій вкусъ, а отъ прибавленія къ нему дубильнаго вещества въ немъ образуется осадокъ. Противъ перемежающейся лихорадки обыкновенно употребляютъ *сѣрнокислый хининъ*, фунтъ котораго стоитъ 50 гульденовъ (30 р. с.).

Морфинъ или *морфій*, $C_{34}H_{19}NO_6+2HO$, добывается изъ опія, который содержитъ его до двѣнадцати процентовъ; кристаллы этого алкалоида имѣютъ форму ромбическихъ столбиковъ; на вкусъ онъ очень горекъ, на организмъ производитъ одуряющее, ядовитое дѣйствіе, а раствору солей окиси желѣза сообщаетъ темносиній цвѣтъ. Въ медицинѣ преимущественно употребляется уксусокислый морфій.

Стрихнинъ, $C_{42}H_{22}N_2O_4$, содержится въ различныхъ частяхъ южноамериканскихъ деревьевъ изъ рода челибухи (strychnos) и добывается преимущественно изъ плодовъ ихъ, извѣстныхъ подъ названіемъ игнатьевыхъ бобовъ (faba Sti Ignatii s. febrifuga) и рвотныхъ орѣховъ. Онъ кристаллизуется въ видѣ четырехгранныхъ столбиковъ, которые отъ сѣрной кислоты и хромокислаго кали принимаютъ фіолетовый цвѣтъ. Стрихнинъ имѣетъ чрезвычайно горькій и вмѣстѣ съ тѣмъ металлическій вкусъ и дѣйствіе его весьма ядовито; онъ сильно раздражаетъ спинной мозгъ и производитъ страшныя судороги, вслѣдствіе чего онъ дается больнымъ только въ самыхъ небольшихъ пріемахъ.

Кофеинъ, $C_{16}H_{10}N_4O_4$. Этотъ слабый алкалоидъ, кристаллы котораго имѣютъ видъ тонкихъ шелковистыхъ иголокъ,

находится не только въ кофе, но и во всякомъ чаѣ, не исключая и парагвайскаго (почему его и называютъ также *теиномъ*). Въ какао же находятъ такъ называемый *теоброминъ*, $C_{14}H_8N_4O_4$. При внутреннемъ употребленіи кофеинъ усиливаетъ дѣятельность сердца и мозга, производитъ біеніе сердца, дрожаніе мышцъ и волненіе крови; но вмѣстѣ съ тѣмъ онъ, какъ иные полагаютъ, замедляетъ пищевареніе.

Слѣдующіе растительные алкалоиды не содержатъ въ себѣ кислорода:

Конінъ, $C_{16}H_{15}N$, добывается изъ растенія, извѣстнаго подъ названіемъ пятнистаго омега (conium maculatum), въ видѣ маслообразной летучей жидкости, имѣющей пронзительный, одуряющій запахъ. Этотъ алкалоидъ также очень ядовитъ.

Никотинъ, $C_{10}H_7N$, добываемый изъ листьевъ табака (nicotiana), также представляетъ безцвѣтное летучее масло и притомъ такого же пронзительнаго запаха и такого же ядовитаго свойства, какъ и предыдущій.

Алкалоиды животнаго царства.

§ 175. *Креатинъ*, $C_8H_9N_3O_4+2HO$, входитъ въ составъ мяса позвоночныхъ животныхъ; онъ трудно растворяется, кристаллизуется въ видѣ безцвѣтныхъ, прозрачныхъ и блестящихъ столбиковъ, и оказываетъ химическія свойства слабой щелочи.

Мочевина, $C_2H_4N_2O_2$, находится въ мочѣ плотоядныхъ животныхъ, въ которой ея содержится отъ 5 до 10 процентовъ. Она кристаллизуется въ видѣ длинныхъ, безцвѣтныхъ столбиковъ, легко растворяется въ водѣ, не имѣетъ никакого запаха, но вкусомъ сильно смахиваетъ на селитру. Мочевину можно добывать также искуственнымъ образомъ изъ другихъ соединеній; если нагрѣвать напр. соединеніе ціанистой кислоты, $C_2NO.HO$, съ амміакомъ, то оно превратится въ мочевину:

$$NH_4O.C_2NO = C_2H_4N_2O_2.$$

Глюкоколь, $C_4H_5NO_4$, образуется изъ различныхъ животныхъ веществъ (особенно изъ клея), когда ихъ разлагаютъ дѣйствіемъ кислотъ и щелочей; онъ имѣетъ сладкій вкусъ и потому называется также *клеевымъ сахаромъ*.

Лейцинъ, $C_{12}H_{13}NO_4$, образуется въ гниломъ сырѣ и находится въ различныхъ частяхъ животнаго тѣла; онъ образуется также вмѣстѣ съ глюкоколомъ при подобныхъ же обстоятельствахъ.

§ 176. *Искуственныя органическія щелочи.* Хотя эти щелочи имѣютъ для насъ большой интересъ въ томъ отношеніи, что по нимъ можно судить объ успѣхахъ, сдѣланныхъ химіею, однакожъ практической пользы онѣ приносятъ еще немного. Изъ множества искуственныхъ щелочей приведемъ для примѣра слѣдующій:

Анилинъ, $C_{12}H_7N$, получается изъ каменноугольнаго дегтя, а также при разложеніи индиго посредствомъ кали, въ видѣ безцвѣтной маслообразной жидкости 1,02 удѣльнаго вѣса, имѣющей слабый, но весьма непріятный запахъ, и оказывающей вообще дѣйствіе слабой щелочи; кипитъ онъ при 184° Ц. Раствору хлорной извести онъ сообщаетъ багряно-фіолетовый цвѣтъ, а съ кислотами образуетъ кристаллизующіяся соли, растворъ которыхъ окрашиваетъ сосновое дерево въ густую желтую краску. Съ помощью окисляющихъ средствъ изъ анилина приготовляются превосходныя синія и красныя краски, которыя въ красильномъ искуствѣ находятъ себѣ большое примѣненіе.

IV. ИНДИФЕРЕНТНЫЯ ОРГАНИЧЕСКІЯ СОЕДИНЕНІЯ.

§ 177. Въ первыхъ трехъ отдѣлахъ мы говорили о такихъ органическихъ соединеніяхъ, которыя представляются частью въ

видѣ твердыхъ кристаллизующихся веществъ, частью въ видѣ жидкостей, имѣющихъ опредѣленную точку кипѣнія и опредѣленный удѣльный вѣсъ. Всѣ они, какъ мы видѣли, соединяются не только другъ съ другомъ, но и съ неорганическими кислотами, щелочами и простыми тѣлами, и притомъ всегда въ опредѣленныхъ вѣсовыхъ отношеніяхъ, такъ что химическій ихъ составъ можно было опредѣлить съ тою же точностью, какъ и составъ неорганическихъ соединеній. Теперь же мы переходимъ къ разсмотрѣнію такихъ соединеній, химическій характеръ которыхъ выражается не такъ ясно и не такъ опредѣленно, такъ что сдѣлать систематическое раздѣленіе этихъ веществъ нѣтъ никакой возможности. По этому мы удовольствуемся раздѣленіемъ ихъ на нѣкоторыя естественныя группы. Въ теоретическомъ отношеніи они, правда, представляютъ мало интереса, но за то въ практическомъ отношеніи они чрезвычайно важны, потому что къ нимъ принадлежатъ наши главныя питательныя вещества, а также и такія, которыя имѣютъ обширное примѣненіе въ технической промышленности.

Мы раздѣлимъ индиферентныя органическія соединенія на слѣдующія группы: 1. Гидраты углерода; 2. Красильныя вещества; 3. эѳирныя масла; 4. смолы; 5. клеевыя вещества; 6. бѣлковыя вещества.

ГИДРАТЫ УГЛЕРОДА.

§ 178. Тѣла, принадлежащія къ этому отдѣлу, состоятъ изъ углерода, водорода и кислорода, изъ которыхъ послѣдніе два содержатся въ нихъ въ такой же пропорціи, какая нужна для образованія воды. Слѣдовательно всѣ эти соединенія можно разсматривать какъ соединенія углерода съ водою, $C+HO$, хотя это не подтверждается способомъ ихъ разложенія.

1. *Растительное волокно*, $C_{12}H_{10}O_{10}$.

§ 179. Растительное волокно составляетъ главную часть растеній и называется также *клѣтчаткою*, потому что она состоитъ частью изъ маленькихъ клѣточекъ или ячеекъ, частью же изъ такъ называемыхъ сосудовъ. Эта клѣтчатка окружаетъ собою разныя другія вещества, а именно крахмалъ, растительную зелень, сахаръ, красильныя вещества и т. д., которыя однакожъ могутъ быть удалены изъ растенія водою, виннымъ спиртомъ, кислотами и другими растворяющими средствами. Въ ста частяхъ очищенной растительной клѣтчатки содержится 44,4 углерода, 6,2 водорода и 49,4 кислорода.

Бѣленная хлопчатая бумага, ленъ, конопля, а также писчая и всякая другая бумага, приготовленная изъ тряпокъ, представляютъ довольно чистое растительное волокно, которое не растворяется ни въ водѣ, ни во всякой другой жидкости, кромѣ аміачной окиси мѣди. Благодаря этому свойству волокна, въ любой ткани можно отличить бумагу отъ шелка и шерсти; потому что изъ упомянутаго раствора кислоты всегда выдѣляютъ клѣтчатку въ видѣ кашицеобразной массы. Растительное волокно сильно поглощаетъ водянистыя жидкости, и на этомъ свойствѣ основывается питаніе растеній. Когда хлопчатую бумагу, древесные опилки или солому обливаютъ крѣпкою сѣрною кислотою, то они сперва обращаются въ камедь, а затѣмъ, при продолжительномъ кипѣніи, въ виноградный сахаръ, который, вслѣдствіе броженія, въ свою очередь переходитъ въ винный спиртъ. Если бумагу на нѣсколько секундъ погрузить въ сѣрную кислоту, то она получитъ видъ пергамента, а когда тѣ же вещества нагрѣваютъ вмѣстѣ съ крѣпкимъ растворомъ кали, то изъ нихъ образуется щавельная, уксусная и угольная кислоты, которыя соединяются съ кали. Хлопчатая бумага, пролежавшая

нѣсколько времени въ ѣдкой щелочи, становится гораздо плотнѣе (почти какъ шерсть) и лучше принимаетъ краски.

Если хлопчатую бумагу облить дымящеюся азотною кислотою, то въ ней произойдетъ замѣчательная перемѣна, потому что она послѣ этого пріобрѣтетъ свойство разлагаться съ сильнымъ взрывомъ, какъ отъ быстраго нагрѣванія до 50° или 75°Р., такъ и отъ удара. Такая бумага называется *гремучею хлопчатою бумагою* или *пироксилиномъ* и можетъ быть употребляема вмѣсто пороха. Для приготовленія пироксилина хлопчатую бумагу погружаютъ на 4 или на 5 минутъ въ смѣсь 1 части по вѣсу дымящейся азотной кислоты и $1^1/_2$ до 2 частей сѣрной кислоты, а потомъ вымываютъ и высушиваютъ при 40°Р. Въ гремучей хлопчатой бумагѣ три пая H замѣщены тремя паями NO_4, и потому составъ ея соотвѣтствуетъ формулѣ $C_{12}H_7N_3O_{22}$; значительнымъ содержаніемъ въ ней кислорода объясняется ея быстрое и совершенное сгараніе.

Растворъ гремучей хлопчатой бумаги въ эѳирѣ называется *коллодіемъ* и представляетъ сиропообразную жидкость, которая будучи вылита на какую нибудь поверхность, напр. кожи, послѣ быстраго испаренія эѳира, образуетъ безцвѣтный, прозрачный, вязкій слой. Благодаря этому свойству коллодій часто употребляется въ хирургіи и въ фотографіи.

Растительная клѣтчатка соединяется съ нѣкоторыми щелочными солями, особенно глинозема и окиси желѣза, а также съ красильными веществами, которыя образуютъ на ней болѣе или менѣе прочный слой. На этомъ основывается окрашиваніе льняныхъ и бумажныхъ тканей (ср. § 94).

2. *Крахмалъ (amylum)*, $C_{12}H_{10}O_{10}$.

§ 180. Крахмалъ содержится во многихъ частяхъ растеній,— въ сѣменахъ зернового хлѣба, стручковыхъ плодовъ, въ кар-

тофелѣ, въ сердцевинѣ пальмъ, въ разныхъ плодахъ, каштанахъ, желудяхъ, яблокахъ и т. д. и даже въ корѣ деревьевъ, но только въ меньшемъ количествѣ.

Когда такія растительныя части растираютъ и смѣшиваютъ съ водою, то изъ нихъ крахмалъ выдѣляется въ видѣ бѣлаго осадка, который тщательно промываютъ нѣсколько разъ и затѣмъ сушатъ.

Крахмалъ не растворяется ни въ холодной водѣ, ни въ винномъ спиртѣ; въ кипяткѣ же онъ разбухаетъ и образуетъ студенистую массу, извѣстную подъ названіемъ клейстера. Въ большомъ количествѣ горячей воды крахмалъ хотя также растворяется, но несовершенно.

Хотя крахмалъ имѣетъ чрезвычайно незначительное химическое сродство къ другимъ веществамъ, но съ *іодомъ* онъ образуетъ замѣчательное соединеніе темнофіолетоваго цвѣта. Химическое сродство этихъ разнородныхъ тѣлъ до того сильно, что съ помощью іода всегда можно открыть присутствіе даже самой ничтожной примѣси крахмала, и наоборотъ съ помощью крахмала самую малѣйшую примѣсь іода.

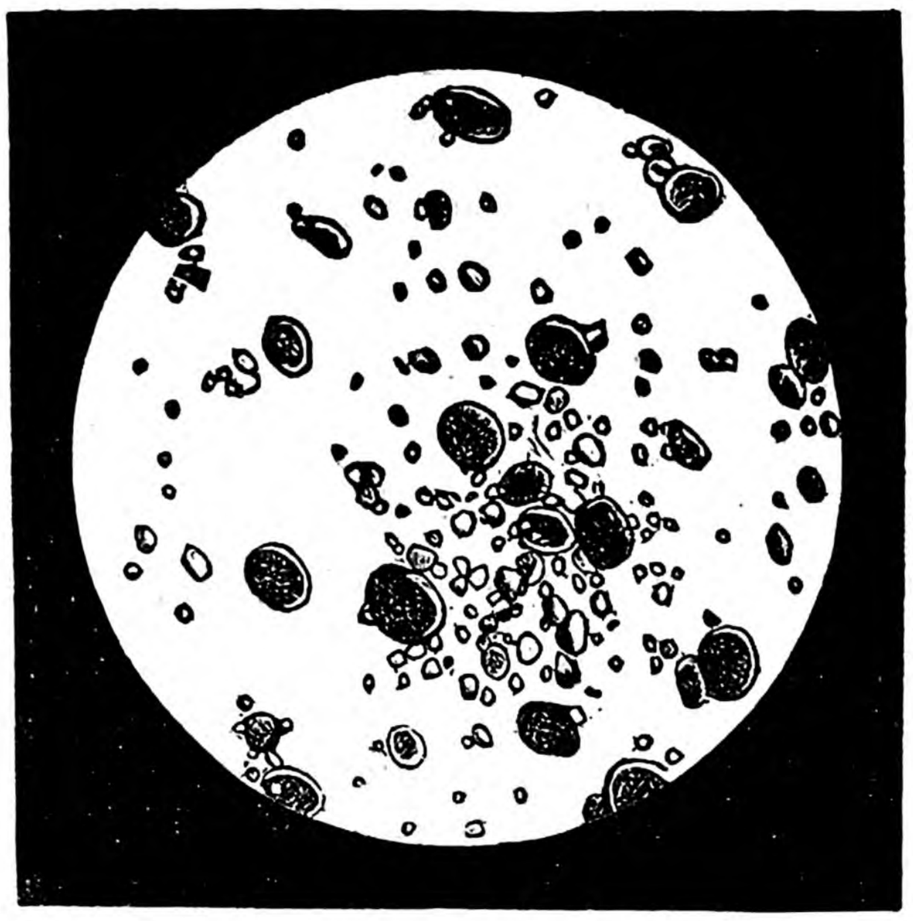
Крахмалъ употребляется въ пищу, для приготовленія клейстера, для сгущенія красокъ на ситцевыхъ фабрикахъ, для накрахмаливанія полотна, каленкора и т. д. Смотря по растеніямъ, изъ которыхъ онъ добывается, различаютъ нѣсколько сортовъ крахмала, какъ то: картофельный крахмалъ, пшеничный крахмалъ, *саго*, получаемый изъ сердцевины пальмъ, *аророутъ*, приготовляемый изъ корня стрѣльной травы; *кассава* или *таніока*, также добываемая изъ американскаго растенія; но всѣ эти различные сорты крахмала въ существенныхъ свойствахъ своихъ нисколько не отличаются другъ отъ друга. Нерѣдко очень важно умѣть отличать одинъ сортъ крахмала отъ другаго, напр. для того, чтобы узнать, не подмѣшено ли къ пшеничной мукѣ картофельной. Для этого прибѣгаютъ къ микроскопу, увеличивающему предметы въ двѣсти кратъ, потому что въ такой ми-

кроскопъ всегда можно разглядѣть, что картофельный крахмалъ (рис. 63) состоятъ изъ продолговатыхъ зернышекъ, кожица которыхъ состоитъ изъ нѣсколькихъ другъ на друга положенныхъ слоевъ; кромѣ того зернышки картофельнаго крахмала рѣзко отличаются своею величиною отъ зернышекъ всѣхъ другихъ сортовъ крахмала. Крахмалъ пшеницы и всякаго другаго зерноваго хлѣба состоитъ изъ чечевицеобразныхъ зернышекъ (рис. 64), изъ которыхъ большія и маленькія лежатъ другъ

Рис. 63.



Рис. 64.



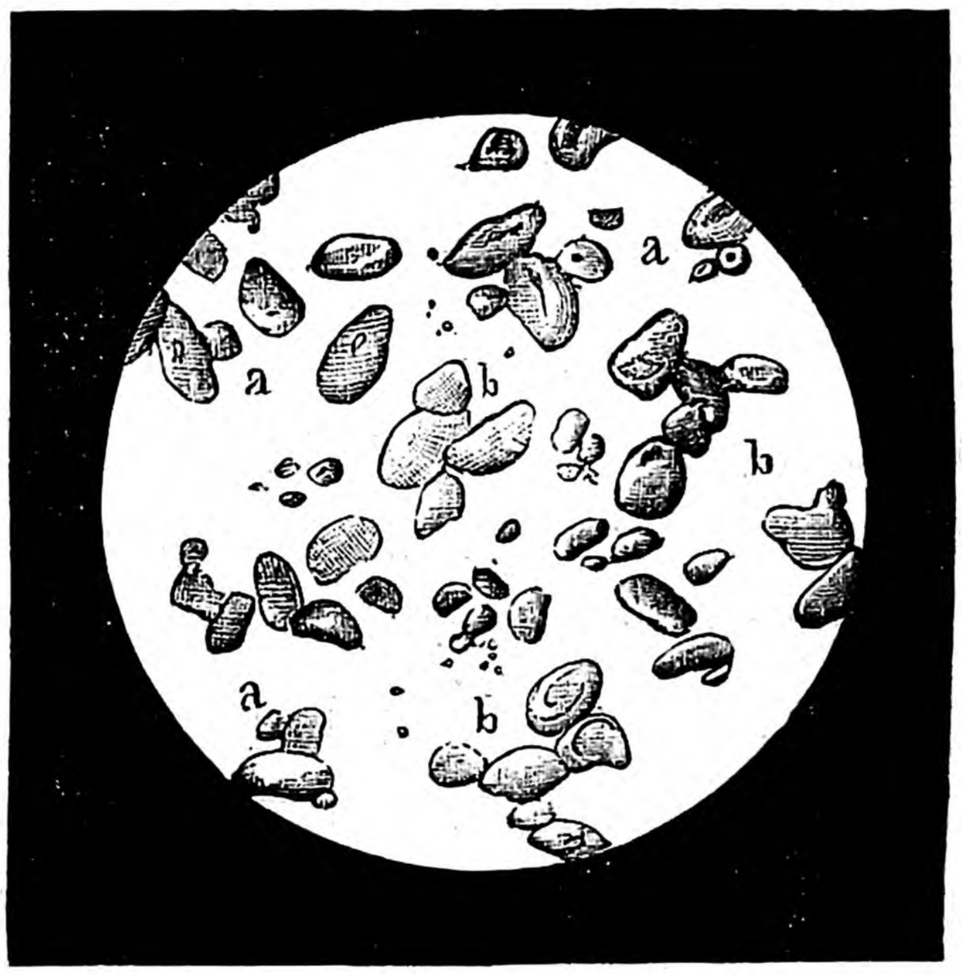
возлѣ друга, безъ переходныхъ степеней величины. Зернышки крахмала, приготовляемаго изъ гороха (рис. 65) и другихъ стручковыхъ плодовъ, отличаются особенною выемкою по срединѣ.

Крахмалъ важенъ также по продуктамъ своего разложенія. Когда его нагрѣваютъ или жарятъ, то часть его при этомъ превращается въ растворимую камедь, которая въ такомъ случаѣ называется *лейкомомъ*, употребляемымъ на ситцевыхъ фабрикахъ. Для той же цѣли употребляется *декстринъ*, который образуется, когда крахмалъ смачиваютъ съ сильно разбавленною сѣрною кислотою и затѣмъ нѣкоторое время нагрѣваютъ; декстринъ имѣетъ почти всѣ свойства аравійской камеди. При

болѣе продолжительномъ дѣйствіи кислоты на крахмалъ, онъ наконецъ превращается въ *крахмальный сахаръ*.

Отъ дѣйствія дымящейся азотной кислоты крахмалъ превращается въ вещество, способное произвести взрывъ.

Рис. 65.



Зерновой хлѣбъ, пустившій ростки, содержитъ вещество, называемое *діастазомъ*, который обладаетъ свойствомъ превращать крахмалъ въ камедь и сахаръ, подобно тому какъ это бываетъ при смѣшеніи его съ сѣрною кислотою.

Съ крахмаломъ имѣютъ большое сходство слѣдующія два вещества: *инулинъ*, содержащійся въ корневыхъ луковицахъ земляныхъ грушъ (helianthos tuberosus, topinambour), цикоріи и т д.; *лихенинъ* или *мшистый* крахмалъ, содержащійся въ мшистыхъ лишаяхъ (lichen); оба эти вещества совершенно растворяются въ кипящей водѣ.

3. *Камедь*, $C_{10}H_{10}O_{10}$.

§ 181. Хотя камедь содержится въ очень многихъ ристительныхъ веществахъ, однакожъ ее добываютъ только изъ не-

многихъ восточныхъ растеній, принадлежащихъ къ разряду мимозъ, на которыхъ камедь выступаетъ каплями и затѣмъ засыхаетъ на воздухѣ. Въ этомъ твердомъ видѣ ее встрѣчаютъ въ продажѣ подъ общеизвѣстнымъ названіемъ *аравійской камеди* (gummi arabicum). Самая чистая камедь или такъ называемый *арабинъ* представляетъ безцвѣтную массу, растворяющуюся въ водѣ, но нерастворимую въ винномъ спиртѣ, такъ что посредствомъ послѣдняго ее всегда можно выдѣлить изъ водянаго раствора. Она преимущественно употребляется для приготовленія клея, красокъ, лаковъ и др., но ее часто замѣняютъ крахмальною камедью, которая имѣетъ такой же составъ и почти тѣже свойства. Съ крѣпкою азотною кислотою аравійская камедь образуетъ *слизистую кислоту*, между тѣмъ какъ изъ крахмальной камеди, облитой этою кислотою, образуется щавельная кислота. Должно замѣтить, что въ общежитіи камедью называется всякій засохшій растительный сокъ, но въ химіи подъ этимъ названіемъ разумѣютъ только описанный нами сортъ камеди.

§ 182. Растительная слизь содержится во многихъ растительныхъ веществахъ, которымъ она сообщаетъ свойство разбухать въ водѣ и образовать съ нею тягучую, слизистую жидкость; послѣдняя часто употребляется какъ успокоительное средство противъ кашля и грудныхъ страданій. Къ веществамъ, состоящимъ почти изъ одной растительной слизи или содержащимъ ее въ значительномъ количествѣ, принадлежатъ: трагакантная камедь, вишневый клей, салепный корень, ирландскій мохъ (lichen carragheen s. fucus irlandicus), льняное сѣмя, квитовыя ядрышки, проскурнячный корень (radix althaeae) и др.

§ 183 *Растительная студень* или *пектинъ* содержится въ сокѣ большей части плодовъ и корней. Если сокъ, напр. малиновый, варятъ съ сахаромъ, то пектинъ образуетъ *желе*, а когда растительный сокъ смѣшиваютъ съ виннымъ спиртомъ, то студень выдѣляется въ видѣ прозрачной массы.

4. *Сахаръ.*

§ 184. Сахаромъ называются всѣ тѣ гидраты углерода, которые имѣютъ сладкій вкусъ, легко растворяются въ водѣ и винномъ спиртѣ, и которые, приходя въ броженіе отъ прибавленія къ нимъ дрожжей, разлагаются на винный спиртъ и углекислоту. Онъ сильно распространенъ въ природѣ, особенно въ растительномъ царствѣ. Сахаръ бываетъ различныхъ сортовъ, которые отличаются другъ отъ друга содержаніемъ воды, кристаллизаціею и отношеніемъ къ поляризованному свѣту. Мы опишемъ слѣдующіе сорты:

§ 185. *Тростниковый сахаръ*, $C_{12}H_{11}O_{11}$, самый извѣстный и наиболѣе употребительный изъ всѣхъ сортовъ. Тростниковымъ онъ называется потому, что прежде его добывали исключительно изъ сахарнаго тростника, который, какъ извѣстно, содержитъ въ себѣ большое количество сахара; но онъ встрѣчается также во многихъ другихъ растеніяхъ, особенно въ сокѣ свекловицы и клена, также въ стебелькахъ маиса, сахарнаго проса, въ тыквахъ и мн. др.

Изъ сахарнаго тростника, который разводится преимущественно въ восточной и западной Индіи, сахаръ добывается слѣдующимъ образомъ: тростникъ сперва растираютъ, потомъ выжимаютъ и полученный такимъ образомъ сокъ, содержащій въ себѣ около 10 процентовъ сахара, смѣшиваютъ съ небольшимъ количествомъ известковаго молока, чтобы удалить изъ него бѣлокъ и растительныя кислоты, затѣмъ нагрѣваютъ и даютъ ей отстояться, послѣ чего ее быстро выпариваютъ, для того, чтобы въ ней не происходило броженія. Приготовленный такимъ образомъ *сырецъ* или *сахарный песокъ* представляетъ, смотря по тщательности его приготовленія, желтый или бурый сырой порошокъ, имѣющій непріятный запахъ и посторонній вкусъ, для уничтоженія которыхъ его необхо-

димо рафинировать, т. е. очистить. Послѣдняя операція производится уже въ Европѣ на обширныхъ заводахъ.

Цвѣтъ сахарнаго песка зависитъ частью отъ примѣшанныхъ къ нему красильныхъ веществъ, а частью также оттого, что бѣлый сахаръ во время выпариванія самъ по себѣ претерпѣваетъ значительное измѣненіе, отчасти превращаясь въ бурый слизистый сахаръ. По этому сахарный песокъ всегда растворяютъ въ возможно меньшемъ количествѣ воды и варятъ его очень долго съ животнымъ углемъ, вслѣдствіе чего онъ становится почти бѣлымъ. Затѣмъ жидкость пропускаютъ черезъ войлочные мѣшки; но такъ какъ она при этомъ все еще не совсѣмъ освобождается отъ мелкихъ угольныхъ частицъ, то ее варятъ съ бѣлкомъ или съ кровью, которая также содержитъ бѣлокъ. Послѣдній, свертываясь, вбираетъ въ себя всѣ постороннія примѣси, такъ что сахаръ остается совершенно чистый, и его послѣ этого выпариваютъ въ котлахъ до кристаллизаціи. Затѣмъ сахарную массу размѣщаютъ по конусообразнымъ формамъ, которыя имѣютъ по одному отверстію на своей верхушкѣ, обращенной внизъ. Въ этихъ формахъ она постепенно твердѣетъ, образуя мелкіе зернистые кристаллы, между тѣмъ какъ слизистый сахаръ, образовавшійся во время варки, вытекаетъ въ подставленный сосудъ въ видѣ темнобурой, маркой и липкой массы, извѣстной подъ названіемъ *сахарнаго сиропа* или *патоки*. Но такъ какъ въ сахарѣ все еще остается небольшое количество этой патоки, то на него кладутъ губку, пропитанную водою, которая, проникая черезъ сахаръ, уноситъ съ собою патоку и вмѣстѣ съ нею вытекаетъ черезъ отверстіе конусообразной формы: Послѣ того такъ называемыя головы сахара вынимаютъ изъ формы и высушиваютъ. Сахаръ этотъ извѣстенъ въ общежитіи подъ названіемъ *рафинада* или *мелиса*.— Если сахаръ варится не очень долго и затѣмъ ставится въ теплую комнату, то онъ образуетъ большіе желтые или бурые кристаллы и въ такомъ видѣ называется *леденцемъ* или *кандисомъ*.

СОДЕРЖАНІЕ.

Электрохим. явленія . стр. 161
Электролизъ . . . . . —
Гальванопластика . . . 164
Гальваническое золоченіе. . 166
Гальваническое серебреніе . 167
Химическія дѣйствія свѣта . —
Дагеротипныя картины . . 169
Фотографія 170
Органическая химія . . . 172
Органическій анализъ . . 174
Изомерныя тѣла 179
Объ атомахъ или частицахъ . 180
Теорія объемовъ. . . . 181
Замѣщеніе 184
Сложные радикалы . . . —
Органическія кислоты . . 187
Щавельная кислота . . . 188
Муравьиная кислота . . . 189
Уксусная кислота . . . —
Уксусокислая окись свинца . 190
Свинцовый сахаръ . . . —
Свинцовый уксусъ . . . —
Гуляровая или свинцовая вода —
Уксусокислая окись мѣди. . —
Ярь мѣдянка. . . . . —
Бутировая или масляная кисл. 191
Валеріановая кислота . . —
Жировыя кислоты . . . —
Маргариновая кислота . . —
Стеариновая кислота. . . 192
Олеиновая кислота . . . —
Жиры . . . . . —
Масла 193
Акреолинъ . . . . . —
Мыло 194
Пластыри 196
Стеариновыя свѣчи . . . —
Глицеринъ . . . . . —
Воскъ 197
Росноладанная кислота . . 198
Масло горькаго миндаля . . —
Бензолъ и нитробензолъ . . —
Молочная кислота . . . —
Парамлечная кислота . . 199
Яблочная кислота . . . —
Винная или виннокамен. кисл. —
Лимонная кислота . . . 200
Дубильная кислота . . . —
Дубильное вещество . . . 201
Пирогаллус. кислота . стр. 202
Гипуровая кислота . . . —
Мочевая кислота. . . . 203
Мурексидъ или пурпурокислый амміакъ. . . . . —
Гремучая кислота . . . —
Алкооли или спирты. . . 204
Эѳиловый спиртъ или водная окись эѳила. . . . —
Абсолютный или безводный винный спиртъ 205
Алкоолометръ Гэ-Люсака и Траллеса 206
Эѳиръ или окись эѳила . . 207
Гофмановы капли . . . 208
Нафта или сѣрный эѳиръ. . —
Сложные эѳиры . . . . —
Энантовый эѳиръ . . . 209
Ананасовое масло . . . —
Валеріанокислый эѳиръ . . —
Алдегидъ . . . . . —
Меѳиловый спиртъ . . . —
Хлороформъ 210
Амиловый спиртъ . . . —
Алкалоиды . . . . . —
Морфинъ, стрихнинъ, кофеинъ 213
Конеинъ и никотинъ. . . 214
Креатинъ и мочевина . . —
Глюкоколъ, лейцинъ, анилинъ 215
Индифер. орг. соед. . . . —
Гидраты углерода . . . 216
Растительное волокно . . 217
Клѣтчатка . . . . . —
Гремучая хлопчатая бумага или пироксинъ 218
Крахмалъ . . . . . —
Лейкомъ. 220
Инулинъ и лихенинъ. . . 221
Камедь . . . . . —
Аравійская камедь . . . 222
Арабинъ . . . . . —
Слизистая кислота . . . —
Растительная студень . . —
Сахаръ 223
Тростниковый сахаръ . . —
Сырецъ или сахарный песокъ —
Патока или сахарный сиропъ. 224
Рафинадъ или мелисъ . . —
Леденецъ или кандисъ . . —

Рисунковъ: *отъ* 52 *по* 65.

Дозволено Цензурою. С.-Петербургъ, 20 іюля 1865 года.

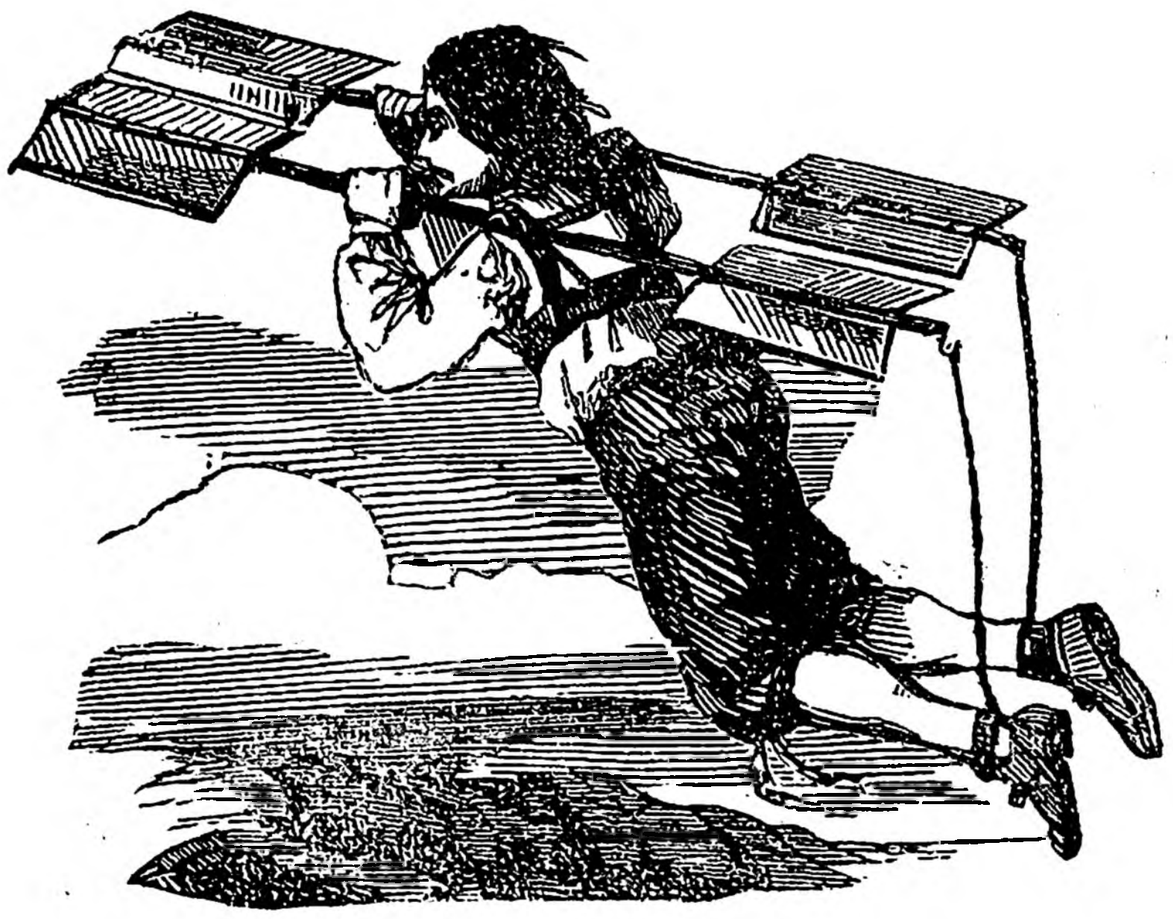
ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА. — *Редакторъ М. Ханъ.*

САМООБРАЗОВАНІЕ,

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ, УЧЕНО-ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЖУРНАЛЪ ДЛЯ ЛЮДЕЙ ВСЯКАГО ВОЗРАСТА,

ИЗДАВАЕМЫЙ М. ХАНОМЪ.

ГОДЪ ТРЕТІЙ.



КНИГА ПРИРОДЫ.

№ 8 за Августъ 1865 г.

При фабрикаціи сахара надо слѣдить преимущественно затѣмъ, чтобы образовалось какъ можно меньше сиропа, такъ какъ послѣдній гораздо дешевле сахара. По этому всегда стараются какъ можно скорѣе выпарить сахаръ при низкой температурѣ и при устраненіи доступа воздуха; это достигается тѣмъ, что водяной паръ, образующійся въ закрытыхъ котлахъ (въ которыхъ варятъ сахаръ) удаляютъ посредствомъ воздушнаго насоса.

Свекловичный сахаръ.

Въ 1747 году берлинскій химикъ Маргравъ открылъ, что въ свекловицѣ содержится такой же кристаллизующійся сахаръ, какъ и въ сахарномъ тростникѣ. Въ самомъ большомъ количествѣ его находятъ въ бѣлой силезской свеклѣ, которая содержитъ его отъ 10 до 12 и даже 14 процентовъ. Но свекловичный сокъ, кромѣ сахара, заключаетъ въ себѣ также значительное количество бѣлковинныхъ веществъ и солей, а это обстоятельство въ началѣ до того затрудняло добываніе свекловичнаго сахара, что многіе заводчики, потратившіе на эту фабрикацію огромные капиталы, должны были отказаться отъ этого предпріятія. Однакожъ, благодаря успѣхамъ физики и химіи, всѣ трудности мало по малу были преодолены, такъ что теперь и во Франціи, и въ Германіи большая часть потребнаго для этихъ странъ сахара добывается изъ свекловицы. — Изъ сахарнаго тростника ежегодно добываютъ около 41 милліона, а изъ свекловицы только $4^1/_2$ милліона центнеровъ сахара.

Изъ свеклы сахаръ добывается подобнымъ же образомъ, какъ и изъ сахарнаго тростника. Ее или растираютъ и затѣмъ выжимаютъ изъ нея сокъ, или разрѣзаютъ на кружки, изъ которыхъ потомъ сокъ извлекается водою, или же наконецъ изрѣзаютъ на куски и высушиваютъ. Въ послѣднемъ случаѣ свеклу можно долго сохранять и затѣмъ извлекать изъ нея сокъ небольшимъ количествомъ воды. Изъ сока же приготовляютъ

сахаръ описаннымъ выше образомъ. Патока, получаемая изъ сока свекловицы, употребляется для добыванія виннаго спирта, а изъ того, что остается отъ перегонки, дѣлаютъ поташъ. Выжатая свекловица идетъ на удобреніе земли, въ кормъ животнымъ и на бумажныя фабрики.

Самый чистый тростниковый и свекловичный сахаръ кристаллизуется въ видѣ свѣтлыхъ косыхъ столбиковъ. Съ известью, баритомъ и нѣкоторыми другими металлическими окисями онъ образуетъ соединенія, которыя растворяются въ водѣ. Нагрѣтый до 200°Ц., онъ превращается въ безвкусную бурую массу — *карамель*, $C_{12}H_9O_9$, которая растворяется въ водяныхъ жидкостяхъ, окрашивая ихъ въ темножелтый или бурый цвѣтъ, и потому употребляется для окрашиванія вина и другихъ жидкостей.

§ 186. *Виноградный сахаръ*, $C_{12}H_{12}O_{12}+2HO$. Этотъ сортъ сахара содержится въ виноградномъ сокѣ, въ сладкихъ плодахъ и въ медѣ; но онъ образуется также изъ тростниковаго сахара, крахмала, камеди и растительныхъ волоконъ, когда на эти вещества дѣйствуютъ разбавленныя кислоты; а потому его называютъ также *крахмальнымъ (картофельнымъ) сахаромъ*. Изъ крахмала виноградный сахаръ добывается слѣдующимъ образомъ: 2 части сѣрной кислоты, разведенной въ 300 или 400 частяхъ воды, нагрѣваютъ до кипѣнія и затѣмъ къ нимъ прибавляютъ 100 частей крахмала, предварительно смѣшаннаго съ водою. При этомъ сначала образуется декстринъ, который отъ продолжительной варки мало по малу превращается въ сахаръ. Когда затѣмъ при смѣшеніи одной части жидкости съ 6 частями чистаго алкооля не образуется осадка, а происходитъ только слабая мутность, то это значитъ, что весь крахмалъ совершенно превратился въ сахаръ. Чтобы получить изъ этой жидкости сахаръ, нужно сперва удалить изъ нея сѣрную кислоту, прибавивъ къ ней углекислаго барита или извести, потомъ тщательно очистить и выпарить ее.

Чистый виноградный сахаръ кристаллизуется въ видѣ бездвѣтныхъ зернышекъ, которыя не такъ легко растворяются и имѣютъ гораздо менѣе сладости, чѣмъ тростниковый сахаръ; онъ служитъ для фабрикаціи вина и для поддѣлки мелиса. Всего важнѣе, однакожъ, виноградный сахаръ по продуктамъ, которые образуются при его броженіи. Синій растворъ сѣрнокислой окиси мѣди, нагрѣваемый вмѣстѣ съ виноградным сахаромъ и кали, утрачиваетъ свой цвѣтъ, такъ какъ мѣдная окись при этомъ превращается въ краснобурую закись мѣди.

Слизистымъ сахаромъ или *глюкозомъ* называютъ некристаллизующееся сахарное вещество, которое вмѣстѣ съ другими видами сахара содержится въ сиропѣ, медѣ и сладкихъ плодахъ.

Молочный сахаръ, $C_{12}H_{11}O_{11}+HO$, содержится въ молокѣ млекопитающихъ животныхъ и добывается изъ сыворотки; онъ не очень сладокъ и трудно растворяется.

Манный сахаръ или *манитъ* содержится преимущественно въ маннѣ, но кромѣ того встрѣчается въ сокахъ, выдѣляемыхъ многими растеніями, а также въ грибахъ; это однакожъ не настоящій сахаръ, потому что отъ дрожжей онъ не приходитъ въ броженіе.

II. КРАСИЛЬНЫЯ ВЕЩЕСТВА.

§ 187. Красильныхъ веществъ растительнаго царства относительно весьма немного, потому что большая часть изъ нихъ, а въ особенности тѣ, которыя заключаются въ цвѣтахъ, сильно разрушаются отъ свѣта и воздуха. Что касается до болѣе прочныхъ красильныхъ веществъ, то они выказываютъ такія различныя свойства, что нѣтъ возможности подвести ихъ подъ одну общую категорію, а описывать каждое изъ нихъ въ отдѣльности намъ здѣсь нельзя, потому что это повело бы насъ слишкомъ далеко. Однакожъ вообще можно сказать, что красильныя вещества частью растворяются въ водѣ, винномъ спиртѣ и эѳи-

рѣ, частью, подобно кислотамъ, соединяются со щелочами, особенно съ глиноземомъ (§ 94); хлоръ разрушаетъ всѣ красильныя вещества безъ исключенія. Съ шерстью, шелкомъ, холстомъ и бумажною тканью нѣкоторыя красильныя вещества соединяются непосредственно, а другія не иначе какъ посредствомъ *протравы*, т. е. слоя другаго вещества, къ которому пристаетъ краска, а для этого преимущественно служатъ соли глинозема, окиси желѣза и хлористаго олова. Такъ какъ большая часть красильныхъ веществъ не кристаллизуется, то и химическій составъ ихъ менѣе извѣстенъ, чѣмъ составъ другихъ органическихъ индиферентныхъ веществъ. Въ красильномъ искуствѣ преимущественно употребляются слѣдующія красильныя вещества:

ЖЕЛТЫЯ КРАСКИ.

Церва, *желтое дерево*, *кверцитронъ*, *желтыя* или *персидскія ягоды*, *куркума* или *желтый корень*, *орлеанъ* и *шафранъ*.

КРАСНЫЯ КРАСИЛЬНЫЯ ВЕЩЕСТВА.

Крапъ, — это корень, который безспорно принадлежитъ къ самымъ важнымъ красильнымъ веществамъ и изъ котораго добываются превосходныя и вообще очень прочныя красныя, фіолетовыя и бурыя краски. При обработкѣ растертаго крапа сѣрною кислотою, красота и растворимость его красильнаго вещества усиливается и кромѣ того при этомъ получается, какъ продуктъ разложенія, вещество, называемое *гаранцином*ъ. Изъ крапа получается также *ализаринъ*, который при возгонкѣ выдѣляется въ видѣ длинныхъ, блестящихъ, красныхъ иголокъ. *Кампешевое дерево* или *синій сандалъ*; *фернамбукъ* или *бразильское дерево*; *сафлоръ*; *алканскій корень*, *коше-*

нилъ (насѣкомое, водящееся въ южной Америкѣ на различныхъ видахъ кактуса); *орсель* и *персіо*, получаемыя изъ лишаевъ; *драконовая кровь*.

ЗЕЛЕНЫЯ КРАСКИ.

Зеленыхъ растительныхъ красокъ очень мало. Въ красильномъ искуствѣ употребляется только такъ называемая соковая зеленая краска, получаемая изъ сока жестера. *Хлорофилъ*, отъ котораго зависитъ зеленый цвѣтъ всѣхъ вообще растеній, имѣетъ смолистое свойство, однакожъ для краски онъ не годится.

СИНІЯ КРАСКИ.

Къ нимъ принадлежитъ между прочимъ *лакмусъ*, который добывается изъ нѣкоторыхъ лишаевъ и который, какъ мы уже видѣли, употребляется химиками для опредѣленія кислаго или щелочнаго свойства тѣлъ (ср. § 20).

Изъ всѣхъ синихъ красокъ *индиго*, безспорно, самая важная. Онъ добывается въ Индіи изъ многихъ растеній и содержитъ въ себѣ азотъ. Главнѣйшее преимущество его передъ другими синими красками заключается въ томъ, что онъ даже отъ самыхъ крѣпкихъ кислотъ не окрашивается въ красный цвѣтъ. При возгонкѣ встрѣчаемаго въ торговлѣ индига, получается чистое красильное вещество въ видѣ пурпуровыхъ кристалловъ. Въ дымящейся сѣрной кислотѣ индиго растворяется и образуетъ сѣрнокислый индиго, который употребляется для краски; а если въ этотъ растворъ прибавить углекислаго кали, то въ немъ образуется осадокъ въ видѣ синяго порошка, называемаго *индиговымъ карминомъ*, который состоитъ изъ индигосѣрнокислаго кали.

Когда индиго приходитъ въ прикосновеніе съ раскисляющими

веществами, напр. съ закисью желѣза, виноградным̀ъ сахаром̀ъ, и т. п., то онъ̀ превращается въ растворимое безцвѣтное вещество, извѣстное подъ названіем̀ъ *бѣлаго индига*. Ткани, погруженныя въ растворъ такого индига, принимаютъ затѣм̀ъ, при высушиваніи ихъ на воздухѣ, синій цвѣтъ индига, вслѣдствіе окисленія красильнаго вещества. Отъ дѣйствія крѣпкой азотной кислоты индиго превращается въ желтое красильное вещество, называемое *пикриновою кислотою*.

III. Эѳирныя масла.

§ 188. Летучія или эѳирныя масла находятся готовыми въ растительном̀ъ царствѣ; они бо̀льшею частью самыми мелкими каплями распредѣляются въ такъ называемыхъ желѣзкахъ различныхъ частей растеній, особенно цвѣтовъ, листьевъ и плодовъ, и этим̀ъ самым̀ъ обусловливаютъ своеобразный запахъ послѣднихъ. Всѣ эѳирныя масла вещества жидкія, которыя въ самом̀ъ чистом̀ъ видѣ бо̀льшею частью бываютъ безцвѣтны и имѣютъ проницательный, но болѣе или менѣе пріятный запахъ и жгучій вкусъ. На бумагѣ отъ нихъ всегда остается жирное пятно, которое однакожъ со временем̀ъ исчезаетъ, потому что эти масла летучи. Въ водѣ они очень мало растворяются, напротивъ легко растворяются въ винном̀ъ спиртѣ, эѳирѣ и жирахъ. Относительно химическаго состава своего эѳирныя масла должны быть раздѣлены на двѣ главныя группы, потому что одни изъ нихъ состоятъ только изъ углерода и водорода, между тѣм̀ъ какъ другія кромѣ того содержатъ въ себѣ еще кислород̀ъ, а въ нѣкоторыхъ есть даже сѣра или азотъ.

На воздухѣ летучія масла поглощаютъ кислород̀ъ, и вслѣдствіе того постепенно сгущаются и наконецъ превращаются въ смолистыя тѣла. Многія изъ нихъ, особенно при нѣкоторой степени холода, выдѣляютъ кристаллическое вещество, называемое

стеароптеномъ. Летучія масла находятъ себѣ самое разнообразное примѣненіе. Вещества, въ которыхъ они содержатся, часто употребляются для приправы, для приготовленія настоекъ, ликеровъ, благовонныхъ водъ и какъ лекарства; для всѣхъ этихъ цѣлей могутъ быть употребляемы и самыя эѳирныя масла.

Летучія масла обыкновенно добываются перегонкою большихъ количествъ пахучихъ растительныхъ веществъ вмѣстѣ съ небольшимъ количествомъ воды; при этомъ послѣдняя переходитъ въ пріемникъ вмѣстѣ съ эѳирнымъ масломъ, которое, будучи легче, плаваетъ на ея поверхности.

Изъ эѳирныхъ маслъ наиболѣе замѣчательно *скипидарное*, C_5H_4, которое содержится во всѣхъ частяхъ хвойныхъ деревьевъ. Это масло въ особенности важно по своей способности растворять многія смолы и образовать съ ними *лакъ*. Оно служитъ также для растворенія и разбавленія лака изъ льняного масла, который употребляется для масляной краски. Оно, какъ и всѣ вообще летучія масла, легко воспламеняется и сгараетъ сильно дымящимся пламенемъ. Чистое, хорошо перегнанное скипидарное масло употребляется, подъ названіемъ *камфина*, для освѣщенія, особенно для лампъ.

Для духовъ преимущественно употребляютъ: *лимонное масло*, получаемое изъ лимонной корки; *бергамотное масло*, добываемое изъ корки бергамота; *масло* изъ *оранжевыхъ цвѣтовъ; гвоздичное масло; коричное масло; лавандное масло; масло горькаго миндаля* (см. § 157) и *розовое масло*, которое добывается преимущественно на востокѣ и стоитъ очень дорого.

Для приправы хлѣбнаго вина и ликеровъ употребляютъ *можжевеловое*, *анисовое*, *укропное*, *тминное*, *коричное*, *гвоздичное* и *мятное масла*.

Изъ маслъ, употребляемыхъ какъ лекарство, особенно замѣчательно *ромашковое*, которое отличается красивымъ темно-синимъ цвѣтомъ.

Изъ летучаго масла лавроваго дерева, растущаго въ Индіи, выдѣляется твердое вещество, извѣстное подъ названіемъ *камфоры*, которая употребляется снаружи и внутрь какъ раздражающее и оживляющее средство.

Кумаринъ есть вещество, весьма похожее на камфору и имѣющее пріятный запахъ; онъ содержится въ тонканскихъ бобахъ и благовонной травѣ.

Эѳирныя масла, содержащія сѣру. Сюда принадлежитъ, во первыхъ, раздражающее масло, извѣстное подъ названіемъ сѣрнистаго *алила*, C_6H_5S, и добываемое перегонкою изъ лука и чеснока; а во вторыхъ, *эѳирное горчичное масло* или *сѣроціанистый алилъ*, $C_6H_5C_2NS$. Оба эти масла ядовиты.

IV. Смолы.

§ 189. Всѣ смолы, продукты растительнаго царства, состоятъ изъ водорода и небольшаго количества кислорода. Онѣ вытекаютъ изъ поврежденныхъ частей нѣкоторыхъ растеній, притомъ обыкновенно вмѣстѣ съ какимъ нибудь летучимъ масломъ, которое въ химическомъ отношеніи близко подходитъ къ смолѣ. Почти всѣ смолы имѣютъ желтоватый цвѣтъ и не обнаруживаютъ никакихъ признаковъ кристаллизаціи. Отъ примѣшеннаго къ нимъ масла, смолы обыкновенно получаютъ и запахъ, и вкусъ, а при сгараніи на угольяхъ многія изъ нихъ распространяютъ сильное благоуханіе, вслѣдствіе чего ихъ часто употребляютъ для куренія. Въ водѣ смолы не растворимы, но онѣ растворимы или въ алкоолѣ, или въ эѳирѣ, или въ летучихъ маслахъ, а нѣкоторыя даже во всѣхъ этихъ жидкостяхъ. Когда этимъ растворомъ намазываютъ какую нибудь поверхность и затѣмъ подвергаютъ вліянію воздуха, то растворяющая жидкость улетучивается и на поверхности остается лоскъ, зависящій отъ оставшагося слоя смолы и называемый *лакомъ* или

политурою. Мы выше видѣли, что смолы отъ тренія электризуются, однакожъ сами онѣ не могутъ служить проводниками электричества.

Относительно химическихъ свойствъ, смолы соотвѣтствуютъ слабымъ кислотамъ, а съ крѣпкими щелочами онѣ образуютъ такія же соединенія какъ и жировыя кислоты, а именно *смолистыя мыла*, которыя употребляются во многихъ ремеслахъ, особенно на бумажныхъ фабрикахъ. Болѣе крѣпкія кислоты выдѣляютъ смольныя кислоты изъ ихъ соединеній, и тогда онѣ представляются кристаллическими, безцвѣтными и не имѣютъ никакого запаха.

Мы здѣсь опишемъ только самыя важныя смолы:

Скипидаръ, который вытекаетъ изъ различныхъ видовъ ели, и въ особенности изъ лиственницы, представляетъ смѣсь летучаго масла и смолы. Когда его перегоняютъ вмѣстѣ съ водою, въ пріемникъ переходитъ скипидарное масло, а въ самомъ сосудѣ остается бурая смола, извѣстная подъ названіемъ *канифоли;* когда же скипидаръ высыхаетъ на воздухѣ, то изъ него получается желтая смола, которая, будучи растоплена и очищена, обращается въ такъ называемый *бѣлый варъ*. При сожиганіи смолистыхъ частей хвойныхъ растеній, особенно сосны, сначала получается свѣтлый деготь, отъ котораго при перегонкѣ вмѣстѣ съ водою остается *бѣлый варъ;* затѣмъ изъ нихъ отдѣляется черный деготь, отъ котораго при перегонкѣ остается *черный варъ*. Изъ смолы, которая въ большомъ количествѣ привозится изъ Америки, посредствомъ перегонки получается такъ называемое *кодовое* или *смолистое масло*, служащее свѣтительнымъ матеріаломъ и для приготовленія колесной мази.

Копалъ привозится изъ Индіи свѣтложелтыми кусками, которые по растопленіи и раствореніи въ льняномъ маслѣ образуютъ самый прочный лакъ, не измѣняющійся отъ дѣйствія на него виннаго спирта.

Мастика и *сандаракъ* представляютъ смолы, состоящія изъ бѣлыхъ или свѣтложелтыхъ зеренъ, которыя, растворяясь въ винномъ спиртѣ, образуютъ свѣтлые лаки. Обѣ эти смолы, вмѣстѣ съ *роснымъ ладаномъ* и *стираксою*, служатъ преимущественно для куренія.

Брусковая камедь или *шеллакъ* вытекаетъ изъ разныхъ остъиндскихъ деревьевъ, протачиваемыхъ червецами. Онъ идетъ преимущественно на выдѣлку сургуча, а изъ раствора его въ винномъ спиртѣ приготовляется столярная политура. Отъ хлора эта смола дѣлается совершенно безцвѣтною и въ такомъ видѣ она служитъ для приготовленія бѣлаго лака.

Ялапная смола, добываемая изъ корня ялапы, употребляется въ медицинѣ какъ слабительное. Мягкія жидкія смолы называются *бальзамами*, напр. перуанскій, толутанскій и т. д.

§ 190. *Каучукъ* содержится въ млечномъ сокѣ многихъ растеній, между прочимъ и въ салатѣ; но добывается онъ исключительно изъ сока различныхъ деревьевъ, растущихъ въ Остъиндіи и Вестъиндіи. Англичанинъ Макинтошъ первый началъ приготовлять изъ него непромокаемыя ткани; для этого каучукъ растворяютъ въ летучемъ дегтярномъ маслѣ, которое получается какъ посторонній продуктъ при добываніи свѣтильнаго газа. Однако эти каучуковыя ткани оказались непрочными, потому что, по истеченіи извѣстнаго времени, сама начинаетъ выдѣляться изъ нихъ, а потому онѣ теперь уже почти совсѣмъ вышли изъ употребленія. Но каучукъ сдѣлался очень важнымъ матеріаломъ съ тѣхъ поръ, какъ нашли, что его можно мѣшать съ сѣрою и что онъ при этомъ пріобрѣтаетъ больше упругости, которая не утрачивается даже отъ холода. Благодаря тому, что каучукъ можетъ соединяться съ сѣрою и гуттаперчею въ какихъ угодно пропорціяхъ, изъ него въ настоящее время приготовляются массы различной твердости и гибкости, которыя, подобно дереву, рогу или кожѣ, служатъ матеріаломъ для всевозможныхъ издѣлій. Сѣроуглеродъ (§ 66) находитъ обшир-

ное примѣненіе на каучуковыхъ фабрикахъ. Каучукъ, содержащій въ себѣ около 10 процентовъ сѣры, называется *вулканизированнымъ*. Чистый каучукъ состоитъ изъ углерода и водорода, C_8H_7.

Гутта-перчу начали привозить въ Европу только съ 1843 года. Ее добываютъ въ Остъ-индіи, а въ особенности на островахъ Борнео, Сингапурѣ и др., гдѣ она изъ высокаго дерева вытекаетъ въ видѣ молочнаго сока, который на воздухѣ высыхаетъ и превращается въ плотную массу. Въ продажѣ она встрѣчается или въ видѣ мелкихъ кусочковъ, уподобляющихся обрѣзкамъ кожи, или въ видѣ большихъ брусковъ бѣлосѣраго цвѣта, очень похожихъ на гнилое дерево.

Сухую гутта-перчу нельзя растворить ни въ водѣ, ни въ винномъ спиртѣ, ни даже въ щелочахъ и слабыхъ кислотахъ, а въ эѳирѣ только отчасти, за то въ скипидарномъ маслѣ она растворяется легко. Самое важное свойство ея состоитъ въ томъ, что отъ кипячей воды она дѣлается мягкою какъ воскъ, и изъ нея тогда можно приготовлять разныя издѣлія, а также оттиски, потому что данную ей форму она сохраняетъ даже по охлажденіи. Гутта-перча чрезвычайно тягуча, но не имѣетъ ни малѣйшей упругости. Впрочемъ она пріобрѣтаетъ и это свойство, если къ ней прибавляютъ нѣсколько каучука. Изъ гутта-перчи очень удобно дѣлать снимки съ гравюръ для гальванопластическихъ изображеній (см. § 123).

Янтарь есть минеральная смола и встрѣчается въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ были нѣкогда громадные лѣса, кодорые нынѣ являются въ видѣ бураго каменнаго угля. Эта твердая смола, отличающаяся своимъ красивымъ желтымъ цвѣтомъ, идетъ на разныя издѣлія, а также на лакъ, для приготовленія котораго янтарь плавятъ и затѣмъ растворяютъ въ горячемъ скипидарномъ маслѣ. Янтарный лакъ имѣетъ передъ прочими то преимущество, что онъ не портится ни отъ мыла, ни отъ виннаго спирта.

§ 191. *Камедистыми смолами* называются смѣси смолы съ камедью, летучими маслами и другими веществами. Онѣ вытекаютъ изъ разныхъ растеній тропическихъ странъ, и важны преимущественно по своимъ цѣлебнымъ свойствамъ; изъ нихъ особенно замѣчательны слѣдующія: *гуммигутъ*, служащій также превосходною желтою краскою; *аммоніакъ*, такъ называемая *вонючая камедь* (assa foetida); *мирра*; *сабуръ*, очень горькое вещество, употребляемое какъ слабительное; *опій* и мн. др.

V. КЛЕЕВЫЯ ВЕЩЕСТВА.

§ 192. Нѣкоторыя части животнаго организма, а въ особенности кожа, костяные хрящи (ср. § 56) и плавательные пузыри рыбъ, отъ продолжительнаго нагрѣванія вмѣстѣ съ водою, совершенно растворяются и по охлажденіи образуютъ студень, которая будучи высушена получаетъ названіе клея, и употребляется, какъ связывающее средство. Питательныхъ свойствъ клей не имѣетъ, и потому въ пищу никогда не употребляется. Въ 100 частяхъ клея содержится: 49,3 углерода, 6,6 водорода, 18,3 азота, 25,8 кислорода, и кромѣ того небольшое количество сѣры.

Самый чистый клей добывается изъ плавательнаго пузыря бѣлуги, который для этого растворяютъ въ кипячей водѣ, причемъ получается безцвѣтная жидкость, не имѣющая ни вкуса, ни запаха, и которая, по высушиваніи называютъ *рыбьимъ клеемъ*. Послѣдній на воздухѣ не измѣняется, но когда его долго кипятятъ вмѣстѣ съ разбавленною сѣрною кислотою, или съ кали, то онъ превращается въ сладковатый клеевой сахаръ, *глюкоколь* и *лейцинъ* (см. § 175). Изъ всѣхъ свойствъ клея заслуживаетъ особеннаго вниманія то, что онъ съ дубильною кислотою образуетъ соединеніе, не растворяющееся въ водѣ; если напр. растворъ клея смѣшать съ отваромъ хинной коры

или чернильныхъ орѣшковъ, то въ немъ тотчасъ же образуётся значительный клочковатый осадокъ.

§ 193. *Дубленіе или выдѣлка кожи*. Шкура животныхъ состоитъ изъ трехъ различныхъ слоевъ: 1, изъ верхняго слоя, называемаго *кожицею*; 2, собственно *кожи*, и 3, жировой *клѣтчатки*. Мы здѣсь будемъ говорить только о среднемъ слоѣ, который вообще подразумѣваютъ всегда, когда говорятъ просто о кожѣ. Для отдѣленія кожи отъ остальныхъ слоевъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ: сырыя шкуры, какъ онѣ есть, или осыпанныя солью, зарываютъ на нѣсколько времени въ яму, чтобы вызвать въ нихъ такъ называемый *потъ*, потому что вслѣдствіе потѣнія онѣ начинаютъ нѣсколько разлагаться; послѣ того тупыми ножами соскабливаютъ съ одной стороны кожицу и волосы, а съ другой жировую клѣтчатку. Ѣдкая известь и сѣрнистый кальцій (§ 89) также могутъ служить для удаленія волосъ и жира. Въ такой очищенной кожѣ различаютъ внутреннюю или мясную сторону и наружную или рубцовую. Съ помощью микроскопа можно разсмотрѣть, что она состоитъ изъ тонкихъ, прозрачныхъ волоконъ, которыя, при высыханіи кожи склеиваются между собою, вслѣдствіе чего самая кожа дѣлается жесткою, хрупкою и негодною для употребленія. Подъ вліяніемъ сырости кожа начинаетъ гнить, и въ этомъ состояніи имѣетъ способность разлагать органическія соединенія.

Но если влажную кожу подвергаютъ *дубленію*, то она пріобрѣтаетъ большую твердость и гибкость, и въ высшей степени противодѣйствуетъ гніенію; для этого преимущественно употребляютъ дубильную кислоту, квасцы и жиры.

Чтобы очищенную кожу сдѣлать годною для подошвъ и сапоговъ, ее кладутъ въ проточную воду и оставляютъ въ ней до тѣхъ поръ, пока она не сдѣлается рыхлою, затѣмъ ее перекладываютъ въ ящики, наполненные слабою дубильною жидкостью, т. е. отваромъ дубовой коры. Чѣмъ постепеннѣе и совершеннѣе кожа пропитывается этою жидкостью, тѣмъ лучше

она выходитъ, а потому ее нужно держать въ ящикахъ по крайней мѣрѣ нѣсколько мѣсяцевъ.

При сыромятномъ дубленіи, кожу предварительно обрабатываютъ ѣдкою известью (которую потомъ удаляютъ промываніемъ и съ помощью слабыхъ кислотъ) и затѣмъ кладутъ въ растворъ квасцовъ, смѣшанный съ поваренною солью; а для полученія замши, кожу нѣсколько разъ пропитываютъ масломъ и затѣмъ подвергаютъ валянію. Избытокъ масла удаляется щелочью.

§ 194. *Роговое вещество.* Рога, волосы, шерсть, кожица, перья, копыта, ногти и нѣкоторыя другія животныя части, состоятъ изъ роговаго вещества, которое отъ дѣйствія ѣдкихъ щелочей растворяется при развитіи амміака; въ водѣ, кипящей подъ вліяніемъ высокаго давленія, оно почти также совершенно растворяется, однакожъ по охлажденіи жидкости выдѣляется снова. Сто частей роговаго вещества содержатъ въ себѣ приблизительно 50 ч. углерода, 6 водорода, 17 азота, отъ 21 до 23 кислорода и отъ 3 до 5 сѣры. Всѣ роговыя вещества употребляются для приготовленія кровяныхъ солей, а также для удобренія земли.

VI. БѢЛКОВЫЯ ВЕЩЕСТВА.

§ 195. Въ растительныхъ и животныхъ веществахъ мы находимъ еще другую группу тѣлъ, которыя относительно химическаго состава и свойствъ также имѣютъ другъ съ другомъ большое сходство. Этихъ тѣлъ, извѣстныхъ подъ названіемъ *бѣлковинныхъ* или *протеинныхъ веществъ*, всего только три, а именно *альбуминъ* или *бѣлковина*, *фибринъ* или *волокнина*, и *казеинъ* или *сырное вещество*.

Всѣ они, кромѣ углерода, водорода и кислорода, содержатъ въ себѣ также азотъ и сѣру. Впрочемъ составъ ихъ еще неопредѣленъ съ точностью, потому что, во первыхъ эти тѣла

очень трудно добыть въ совершенно чистомъ видѣ, а во вторыхъ потому, что нельзя съ точностью опредѣлить количество содержащейся въ нихъ сѣры, которое вообще очень незначительно. За всѣмъ тѣмъ не подлежитъ никакому сомнѣнію, что по вѣсовымъ отношеніямъ составныхъ частей, тѣла эти очень близко подходятъ другъ къ другу; они даже долгое время принимались химиками за тождественныя вещества; однако это предположеніе опровергнуто новѣйшими изслѣдованіями. Мы здѣсь ограничимся описаніемъ общихъ свойствъ и приблизительнаго состава протеинныхъ веществъ.

Въ 100 частяхъ по вѣсу бѣлковинныхъ веществъ, среднимъ числомъ содержится 53 ч. углерода, 7 ч. водорода, 22 кислорода и 16 ч. азота. Количество содержащейся въ нихъ сѣры различно и простирается обыкновенно отъ $^1/_2$ до 2 процентовъ. Всего больше сѣры мы находимъ въ яичной бѣлковинѣ, потому что въ ней ея содержится отъ 1,7 до 2-хъ процентовъ.

§ 196. Общія свойства бѣлковинныхъ веществъ состоятъ въ слѣдующемъ: они не кристаллизуются, въ жидкомъ состояніи представляютъ бѣлую массу, которая по высыханіи принимаетъ полупрозрачный, роговой видъ. Въ растительныхъ и животныхъ тѣлахъ бѣлковинныя вещества находятся въ жидкомъ состояніи, потому что они тамъ растворены въ водѣ: однакожъ подъ вліяніемъ органической дѣятельности, жара, а также отъ дѣйствія слабой кислоты или виннаго спирта, они превращаются въ вещества, которыхъ нельзя растворить ни въ водѣ, ни въ винномъ спиртѣ, ни въ эѳирѣ, ни въ жирахъ. Въ слабыхъ щелочахъ, они хотя и растворяются, однакожъ отчасти опять выдѣляются изъ нихъ дѣйствіемъ кислотъ; въ крѣпкой же соляной кислотѣ бѣлковинныя вещества не только растворяются, но при этомъ принимаютъ еще темносиній цвѣтъ. Подъ вліяніемъ теплоты они растворяются также въ кисломъ желудочномъ сокѣ, но только довольно медленно.

Если влажныя бѣлковинныя вещества разлагаются сами собою, т. е. подвергаются гніенію, то отъ нихъ распространяется чрезвычайно дурной запахъ; зависящій отъ образованія углекислаго амміака, сѣрнистаго аммонія и бутировой кислоты. Замѣчательно также, что каждый разъ, когда гніющее бѣлковинное вещество приходитъ въ прикосновеніе съ растворомъ сахара, послѣдній разлагается на углекислоту и винный спиртъ.

Бѣлковинныя вещества особенно важны по своей питательности; плотныя части мяса, крови, мозга и многихъ другихъ животныхъ частей большею частью состоятъ изъ бѣлковинныхъ веществъ. По этому вещества, изобилующія бѣлковиною, волокинною и казеиномъ, считаются особенно питательными, т. е. способными образовать мясо, кровь и т. д.

§ 197. *Албуминъ* или *бѣлковина*. Всѣ растительные соки и животныя жидкости, свертывающіеся при нагрѣваніи, содержатъ въ себѣ бѣлокъ. Когда зеленыя растительныя вещества, напр. обыкновенную зелень, растираютъ и выжимаютъ, то получается зеленый сокъ, изъ котораго при нагрѣваніи выдѣляется бѣлковина. Зеленый цвѣтъ этого сока зависитъ отъ присутствія хлорофила (§ 187), который впрочемъ всегда можно удалить виннымъ спиртомъ. Когда куски рѣпы или картофеля нѣкоторое время остаются въ водѣ, то послѣдняя извлекаетъ изъ нихъ бѣлковину, которая при нагрѣваніи воды выдѣляется въ видѣ бѣлыхъ хлопьевъ. Самая чистая бѣлковина содержится въ яйцахъ и въ крови. Свѣжая кровь, какъ извѣстно, по истеченіи нѣкотораго времени, свертывается и раздѣляется на двѣ части, изъ которыхъ одна плотна какъ печень, а другая жидка и извѣстна подъ названіемъ кровяной сукровицы. Если послѣднюю нагрѣть, то изъ нея выдѣлится свернувшаяся бѣлковина, которую кровяная сукровица содержитъ въ себѣ всегда въ растворѣ.

Главныя свойства бѣлковины слѣдующія: Въ сокахъ растеній и животныхъ она находится въ растворенномъ видѣ, но если

ее нагрѣваютъ до точки кипѣнія воды, то она свертывается и выдѣляется въ видѣ бѣлой клочковатой массы, которая затѣмъ уже болѣе не растворяется въ водѣ и называетея *свернувшимся бѣлкомъ*. При этомъ она вбираетъ въ себя другія вещества, находящіяся съ нею въ одной жидкости. Благодаря этому свойству, бѣлковыя вещества употребляются для очищенія мутныхъ жидкостей, особенно на сахарныхъ заводахъ (§ 185).—Если жидкость, въ которой содержится бѣлковина, смѣшать съ виннымъ спиртомъ или съ какою нибудь кислотою, то изъ нея бѣлковина выдѣлится въ видѣ осадка.

§ 198. *Фибринъ* или *волокнина*. Это вещество, подобно бѣлковинѣ, встрѣчается какъ въ жидкомъ, такъ и въ твердомъ состояніи. Красная масса, изъ которой состоятъ мышцы или мясо животныхъ, ничто иное какъ *твердый* фибринъ. Въ жидкомъ состояніи онъ находится въ теплой крови, но по охлажденіи послѣдней онъ выдѣляется изъ нея въ видѣ свертка, извѣстнаго подъ названіемъ кровяной *печенки*; послѣдняя имѣетъ красный цвѣтъ, зависящій отъ содержащагося въ крови красильнаго вещества, но который можно удалить водою. *Растительный фибринъ* получается слѣдующимъ образомъ: берутъ пшеничную муку, кладутъ ее въ мѣшокъ, обливаютъ водою и затѣмъ мѣсятъ до тѣхъ поръ, пока изъ мѣшка не перестанетъ течь молочновидная вода. Послѣдняя, удаляя изъ пшеничной муки весь крахмалъ, оставляетъ въ мѣшкѣ тягучую, клейкую массу, извѣстную подъ названіемъ *клейковины*. Эта клейковина состоитъ изъ *растительнаго клея* и *растительнаго фибрина*, но если ее облить кипячимъ спиртомъ, то первый растворится, и отсанется одинъ фибринъ, имѣющій одинакія свойства съ животнымъ фибриномъ.

§ 199. *Казеинъ* или *сырное вещество*. Молоко есть смѣсь жира (коровьяго масла) съ водянымъ растворомъ казеина. Когда нагрѣваютъ снятое молоко, т. е. такое, изъ котораго большая часть масла удалена, то на поверхности его образуется

бѣлая пленка, а когда послѣднюю снимаютъ, то она замѣняется новою. Эта пленка состоитъ изъ казеина. Изъ этого видно, что казеинъ свертывается не вдругъ, подобно бѣлку, а постепенно. Впрочемъ, если въ молоко пустить нѣсколько капель какой нибудь кислоты, то весь содержащійся въ немъ казеинъ свернется разомъ. Когда растертые бобы, горохъ или вообще стручковые плоды обливаютъ водою, то послѣдняя извлекаетъ изъ нихъ весь казеинъ, который при нагрѣваніи воды выдѣляется въ видѣ бѣлой пленки, имѣющей весьма большое сходство съ казеиномъ молока.

§ 200. *Діастазъ.* Если ячмень смочить водою и затѣмъ дать ему полежать, то онъ черезъ нѣсколько дней начнетъ пускать ростки; въ такомъ состояніи ячмень называется *солодомъ*. Этотъ послѣдній обладаетъ особенными свойствами, потому что когда его растираютъ вмѣстѣ съ водою и къ процѣженной жидкости прибавляютъ виннаго спирта, изъ него выдѣляется діастазъ, который содержитъ въ себѣ примѣсь бѣлковины и камеди. Это вещество отличается тѣмъ, что оно, подобно кислотамъ (ср. § 186), обладаетъ способностью превращать крахмалъ въ камедь и сахаръ.

Солодъ всегда содержитъ въ себѣ только весьма небольшое количество крахмала, потому что отъ дѣйствія діастаза, послѣдній почти весь превращается въ камедь и сахаръ, что впрочемъ доказывается уже сладкимъ вкусомъ солода. Этимъ свойсвомъ діастаза особенно пользуются для приготовленія сахаристыхъ жидкостей, входящихъ въ составъ пива, водки и уксуса (ср. § 207).

§ 201, *Питательныя вещества, содержащія бѣлковину.* Опытами дознано, что питательною способностью обладаютъ преимущественно тѣ вещества, въ которыхъ содержится больше бѣлковины, и что въ этомъ отношеніи первыя мѣста занимаютъ яйца, молоко, мясо и хлѣбъ. Слѣдуетъ однакожъ замѣтить, что во всѣхъ этихъ питательныхъ веществахъ со-

держится кромѣ того еще безазотистое, жирное или крахмальное вещество, а также разныя соли, и что этою-то самою примѣсью собственно и обусловливается ихъ настоящая питательная сила.

Яйца, какъ извѣстно, состоятъ изъ *бѣлковины* (или бѣлка) и *желтка;* послѣдній также содержитъ въ себѣ нѣсколько бѣлковины (около $^1/_6$ части) и воды, смѣшанной съ нѣсколькими каплями желтаго фосфористаго масла ($^1/_3$). Кромѣ того въ яйцахъ содержатся еще фосфорокислыя соли.

Молоко, получаемое отъ коровы, содержитъ въ себѣ среднимъ числомъ: отъ 4 до 5 процентовъ масла, 4 процента казеина, столько же молочнаго сахара, полпроцента солей,—т. е. всего отъ 12 до 14 процентовъ твердыхъ составныхъ частей, а все остальное составляетъ вода. Свѣжее молоко обыкновенно имѣетъ свойство слабой щелочи. Разсматривая молоко въ микроскопъ, можно убѣдиться въ томъ, что бѣлизна и непрозрачность его зависятъ отъ множества маленькихъ жировыхъ шариковъ съ весьма тоненькою кожицею; шарики эти плаваютъ въ водяной жидкости, при спокойномъ стояніи молока всплываютъ на его поверхность и образуютъ такъ называемыя *сливки* и *сметану*. Чѣмъ толще слой сметаны, тѣмъ лучше молоко. Когда сметану бьютъ, то кожица жировыхъ шариковъ лопается, вслѣдствіе чего содержащійся въ нихъ жиръ освобождается и затѣмъ, сливаясь вмѣстѣ, образуетъ ту массу, которая всѣмъ извѣстна подъ названіемъ *коровьяго масла*. Но послѣднее содержитъ въ себѣ нѣсколько молока, которое можетъ разлагаться и слѣдовательно образовать бутировую кислоту и бутирокислый амміакъ (§ 149), придающіе маслу прогорклый запахъ. По этому свѣжее масло всегда нужно промывать нѣсколько разъ въ водѣ. Для того, чтобы масло не такъ скоро портилось, къ нему прибавляютъ поваренной соли, а также нѣсколько сахара; если коровье масло подвергаютъ продолжительному нагрѣванію, то при этомъ изъ него не только

выпаривается вода, но и выдѣляются всѣ остальныя посторонніе примѣси; такое топленое масло можно сохранять по цѣлымъ годамъ.

Когда молоко нагрѣваютъ и затѣмъ прибавляютъ нѣсколько капель кислоты, то казеинъ тотчасъ же свертывается вмѣстѣ съ жиромъ и выдѣляется въ видѣ творога; то же самое происходитъ съ молокомъ, когда его подвергаютъ дѣйствію *сычужка*,—жидкости, получаемой при вымачиваніи разрѣзаннаго сычуга молодыхъ телятъ въ водѣ. Отъ сгустившейся такимъ образомъ массы отдѣляютъ *сладкую сыворотку*, содержащую въ себѣ молочный сахаръ, и затѣмъ, прибавивъ къ ней нѣсколько соли, приготовляютъ изъ нея разные сорты жирнаго сыра, какъ то швейцарскій, голландскій, честерскій и т. д.

Когда молоко предоставлено самому себѣ, то содержащійся въ немъ сахаръ мало по малу переходитъ въ молочную кислоту (§ 158), подъ вліяніемъ которой казеинъ свертывается въ видѣ крупныхъ клочковъ (простокваша или кислое молоко); при нагрѣваніи такого молока, отъ казеина отдѣляется *кислая сыворотка*. Изъ свернувшейся массы снятаго молока приготовляютъ нежирные сорты сыра. Запахъ и вкусъ сыра зависятъ отъ продуктовъ разложенія казеина, къ которымъ между прочимъ принадлежатъ бутировая и валеріановая кислоты.

§ 202. *Мясо* состоитъ преимущественно изъ нерастворимаго фибрина, въ которомъ развѣтвляются соединительная ткань, кровяные сосуды и нервныя нити; но кромѣ того въ немъ содержится еще большее или меньшее количество жира. Если мясо нагрѣваютъ въ водѣ постепенно, то при этомъ растворяются содержащіеся въ немъ *креатинъ*, *молочная кислота*, *бѣлокъ*, *соли* и такъ называемыя *вытяжныя вещества*, и образуется *бульонъ* или *супъ*. При продолжительномъ кипяченіи мяса въ водѣ отъ него остается волокнистая безвкусная и непитательная масса. Если же мясо кладутъ прямо въ кипящую воду, то бѣлковина его свертывается и препятствуетъ

извлеченію растворимыхъ составныхъ частей; въ такомъ случаѣ получается весьма сочное и вкусное вареное мясо, но за то слабый и малопитательный бульонъ. При жареніи, мясо также не теряетъ ни сока, ни питательности. Когда хотятъ получить очень крѣпкій бульонъ, мясо предварительно изрубаютъ на мелкіе куски, затѣмъ медленно нагрѣваютъ вмѣстѣ съ водою и выжимаютъ въ полотнѣ.

Американцы разрѣзаютъ мясо на тонкія полоски, затѣмъ высушиваютъ его, растираютъ въ порошокъ и смѣшиваютъ съ небольшимъ количествомъ сала, и такимъ образомъ получаютъ такъ называемый *пемиканъ*, который, будучи размягченъ въ горячей водѣ, составляетъ превосходное питательное вещество, употребляемое въ особенности мореплавателями. Если мясо посыпаютъ поваренною солью, то послѣдняя извлекаетъ изъ него часть воды и растворимыхъ составныхъ частей его и образуетъ разсолъ. Слѣдовательно и солонина не такъ питательна, какъ свѣжее мясо; то же самое должно сказать и о копченомъ мясѣ.

§ 203. *Хлѣбъ* уже съ древнихъ временъ считается такою необходимостью, что у всѣхъ образованныхъ народовъ онъ вошелъ даже въ поговорку, а въ молитвахъ, которыя ежедневно возносятся къ Всевышнему, этимъ словомъ обозначаютъ всѣ вообще питательныя вещества. Хотя есть много различныхъ сортовъ хлѣба, однако всѣ они приготовляются одинаковымъ образомъ, а именно хлѣбныя зерна обращаютъ въ муку, которую смѣшиваютъ съ водою и полученное такимъ образомъ тѣсто подвергаютъ сильному жару. Зерновой хлѣбъ состоитъ изъ крахмала, растительнаго фибрина и растительнаго клея, фосфорокислыхъ солей и древесины; послѣдняя преимущественно образуетъ наружную оболочку, изъ которой при молотьбѣ получаются *отруби*. На болѣе или менѣе тщательномъ отдѣленіи отрубей отъ муки основывается приготовленіе различныхъ сортовъ послѣдней, которые отличаются нѣжностью, бѣлизною и питательностью.

Когда изъ муки сдѣлано тѣсто, то часть крахмала ея начинаетъ превращаться въ камедь и сахаръ; затѣмъ послѣдній, подъ вліяніемъ бѣлковыхъ веществъ, подвергается броженію, т. е. онъ разлагается на винный спиртъ и углекислоту, которые стремятся улетучиться въ видѣ паровъ и газа; но такъ какъ тому препятствуетъ растительный клей, то тѣсто отъ остающихся въ немъ газовъ раздувается и слѣдовательно дѣлается ноздреватымъ. Во время печенія хлѣба воздушные пузыри еще болѣе расширяются, и эта скважность или рыхлость главнѣйшимъ образомъ и содѣйствуетъ удобоваримости хлѣба. Часть крахмала, превратившагося въ камедь, приходя въ прикосновеніе съ водяными парами, отлагается на наружной поверхности хлѣба и образуетъ на ней блестящій слой.

Однакожъ, приготовленіе хлѣба по описанному способу продолжалось бы очень долго. По этому, для ускоренія процесса броженія, употребляютъ или *закваску*, или *дрожжи*. Первая состоитъ изъ стараго прокиснувшаго тѣста, въ которомъ винный спиртъ перешелъ въ уксусную кислоту. Отъ прикосновенія закваски къ свѣжему тѣсту крахмалъ послѣдняго быстро превращается въ сахаръ, винный спиртъ и углекислоту, отъ которыхъ, какъ мы видѣли тѣсто разбухаетъ. Точно такимъ же образомъ дѣйствуютъ и дрожжи, съ тою только разницею, что онѣ не сообщаютъ хлѣбу кислаго вкуса, какъ это бываетъ при закваскѣ. Въ нѣкоторыя нѣжныя печенія, какъ напр. конфекты, для приданія имъ рыхлости, кладутъ углекислый натръ или кали.

Мука стручковыхъ плодовъ, напр. боба, сама по себѣ не годна для приготовленія хлѣба, потому что въ ней нѣтъ растительнаго клея и слѣдовательно изъ нея нельзя дѣлать рыхлаго тѣста. Тоже самое должно сказать какъ о картофельной, такъ и о рисовой мукѣ.

Продукты разложенія органическихъ соединеній.

§ 204. Въ предыдущихъ параграфахъ мы видѣли, что въ составъ всякаго растительнаго и животнаго организма входитъ множество различныхъ веществъ, свойства и химическое содержаніе которыхъ намъ вполнѣ извѣстны. Такъ напр. мы знаемъ уже, что главную массу животнаго тѣла составляютъ фибринъ, клеевыя вещества, бѣлокъ и жиръ, что фосфорокислая известь входитъ въ составъ костей, и что растительная масса образуется изъ растительнаго волокнина, хлорофила, бѣлковины, камеди, крахмала, масла и т. д. Мы знаемъ также, что большая часть этихъ составныхъ частей растительнаго и животнаго организмовъ или растворяется въ водѣ, или только размягчается въ ней и пропитывается ею (какъ напр. фибринъ, изъ котораго состоятъ мышцы), и что слѣдовательно въ нихъ всегда содержится большое количество воды. Наконецъ мы знаемъ также, что отдѣльныя частицы или атомы всѣхъ этихъ веществъ состоятъ изъ углерода, водорода, кислорода, азота и сѣры; слѣдовательно и самые организмы, какъ растительный, такъ и животный, состоятъ собственно изъ этихъ простыхъ тѣлъ. Если же въ послѣднихъ проявляется органическая дѣятельность, то это только потому, что организмы, въ составъ которыхъ они входятъ, обладаютъ какою то особенною жизненною силою. И дѣйствительно, когда организмъ утрачиваетъ свою жизненную силу, составныя части его тотчасъ же начинаютъ подчиняться общимъ законамъ химическаго притяженія безжизненныхъ тѣлъ; т. е. самый организмъ разлагается и атомы его группируются, образуя болѣе простыя соединенія, которыя въ химіи называются *продуктами разложенія*. При разложеніи органическихъ тѣлъ, главными дѣятелями являются кислородъ и вода, содержащаяся въ воздухѣ, а еще скорѣе оно совершается подъ

вліяніемъ теплоты. Разложеніе бываетъ двоякаго рода: такъ называемая *сухая перегонка*, при которой органическія тѣла разлагаются безъ содѣйствія воздуха; и *самопроизвольное разложеніе*, т. е. такое, которое совершается подъ вліяніемъ обыкновенной температуры и при содѣйствіи воздуха и воды.

Само собою разумѣется, что составъ продуктовъ разложенія долженъ быть гораздо проще состава тѣлъ органическихъ соединеній, изъ которыхъ они образовались, что продукты эти могутъ содержать въ себѣ только тѣ простыя вещества, которыя находились въ самыхъ органическихъ тѣлахъ, и что наконецъ, сумма ихъ вѣса можетъ превышать вѣсъ разложеннаго тѣла только въ такомъ случаѣ, когда въ составъ новыхъ соединеній входятъ кислородъ и вода другихъ тѣлъ.

1. *Самопроизвольное разложеніе.*

§ 205. Разложеніе органическихъ тѣлъ на болѣе простыя химическія соединенія подъ вліяніемъ обыкновенной температуры называется, какъ мы уже сказали, самопроизвольнымъ разложеніемъ. Однакожъ при извѣстныхъ обстоятельствахъ оно получаетъ и другія названія. Если напр. какое нибудь тѣло, содержащее въ себѣ сахаръ, отъ дѣйствія дрожжей разлагается на винный спиртъ и углекислоту, то такое разложеніе называется *броженіемъ*; а если разложеніе сопровождается образованіемъ вещества, распространяющаго дурный запахъ, то оно обыкновенно называется *гніемъ*; *вывътриваніемъ* органическаго тѣла называется такой процессъ, который совершается преимущественно подъ вліяніемъ кислорода воздуха, сѣры и воды, а *тлѣніе* происходитъ, когда органическія тѣла только въ незначительной степени подвергаются вліянію этихъ трехъ дѣятелей.

§ 206. *Броженіе.* Подъ словомъ броженія прежде разумѣли только разложеніе сахаристыхъ жидкостей при образованіи

виннаго спирта. Нынѣ же имъ обозначаютъ цѣлый рядъ явленій, происходящихъ отъ разложенія бродильнаго вещества какимъ нибудь *бродиломъ*, которое не имѣетъ къ нему никакого химическаго сродства и слѣдовательно даже вовсе не участвуетъ въ образованіи новыхъ соединеній. Бродило большею частью дѣйствуетъ даже въ небольшомъ количествѣ, т. е. его обыкновенно берутъ немного для разложенія относительно большаго количества матеріала. Однако оно и само разлагается во время броженія, а по окончаніи процесса утрачиваетъ даже свою разлагающую силу. Ходъ броженія и продукты разложенія обусловливаются не только свойствами матеріала и бродила, но и температурою. Такъ напр. сахаръ, отъ прикосновенія къ нему дрожжей, при температурѣ отъ 10 до 20° Ц., разлагается на винный спиртъ и углекислоту; а отъ гнилаго сыра и при температурѣ 35° Ц. тотъ же сахаръ разлагается на молочную, бутировую и валеріановую кислоты. Причины броженія для насъ также не понятны, какъ и химическое дѣйствіе свѣта и вліяніе сычужка на молоко.

Обыкновенное броженіе, называемое также *спиртнымъ броженіемъ*, можетъ совершаться во всѣхъ сахаристыхъ растительныхъ сокахъ, какъ напр. въ сокѣ винограда и другихъ плодовъ, кромѣ того въ сокѣ сахарнаго тростника, свекловицы, въ отварѣ солода, которые, кромѣ сахара, содержатъ въ себѣ также азотистое вещество, большею частью бѣлокъ или растительный фибринъ. Когда такую жидкость подвергаютъ дѣйствію воздуха, то прежде всего измѣняется содержащееся въ ней азотистое вещество, потому что оно вбираетъ въ себя кислородъ и постепенно выдѣляется въ видѣ бураго осадка, извѣстнаго подъ названіемъ *дрожжей*. Затѣмъ начинается измѣненіе виноградnаго сахара, содержащагося въ жидкости, потому что онъ разлагается на винный спиртъ и углекислоту. Жидкость при этомъ распространяетъ спиртный запахъ, между тѣмъ какъ углекислота всплываетъ на поверхность въ видѣ пузырьковъ

и тѣмъ самымъ обусловливаетъ образованіе пѣны, по которой всегда можно судить о степени совершающагося броженія.

Разложеніе можетъ быть выражено формулою:

1 пай безводнаго виноградnаго сахара $= C_{12}H_{12}O_{12}$ разлагается на:

2 пая виннаго спирта $= C_8H_{12}O_4$ и
4 пая углекислоты $= C_4 \quad O_8$

$C_{12}H_{12}O_{12}$

Броженіе продолжается до тѣхъ поръ, пока весь сахаръ не превратится въ винный спиртъ. Должно замѣтить, что когда подвергается броженію тростниковый сахаръ, послѣдній, вслѣдствіе поглощенія имъ воды, превращается сперва въ виноградный сахаръ, а потомъ уже претерпѣваетъ дальнѣйшее разложеніе.

Выдѣляющіяся при броженіи дрожжи имѣютъ свойство разлагать сахаръ однимъ прикосновеніемъ своимъ, и для этого, какъ мы уже сказали, ихъ достаточно даже весьма не большаго количества. Но дрожжи утрачиваютъ эту способность по окончаніи вызваннаго ими броженія. Если бродящая жидкость изобилуетъ азотистыми веществами, какъ напр. солодъ пивоваровъ, то во время броженія въ ней образуется новое количество дрожжей. Въ микроскопъ можно разглядѣть, что дрожжи состоятъ изъ мелкихъ пузырьковъ или шариковъ, наполненныхъ жидкостью, и что эти шарики пускаютъ почки, которыя быстро увеличиваются и размножаются, подобно нѣкоторымъ микроскопическимъ грибамъ.

Однакожъ броженіе происходитъ не при всѣхъ обстоятельствахъ. Для этого во всякомъ случаѣ необходимо, чтобы воздухъ имѣлъ свободный доступъ и чтобы температура была отъ 20 до 30° Ц. При температурѣ ниже 10° Ц. броженія не бываетъ. Бродильныя вещества не разлагаются также въ такомъ случаѣ, когда къ нимъ прибавляютъ напр. летучаго горчичнаго масла, или также сѣрной и азотистой кислоты. Дрожжи

утрачиваютъ свою разлагающую силу, когда ихъ или совершенно высушиваютъ, или нагрѣваютъ до 100° Ц., а также когда ихъ смѣшиваютъ съ виннымъ спиртомъ, кислотами или щелочами.

Искуственныя дрожжи. Если вязкое пшеничное тѣсто держать нѣсколько дней въ тепломъ мѣстѣ, то оно наконецъ начнетъ издавать отъ себя винный запахъ, который зависитъ отъ образовавшихся въ тѣстѣ дрожжей.

§ 207. Всѣ *спиртные напитки* принадлежатъ къ продуктамъ броженія сахаристыхъ жидкостей, изъ которыхъ они добываются или перегонкою, какъ напр. винный спиртъ и различные сорты водки, или безъ перегонки, какъ вино и пиво.

Спиртные напитки, получаемые перегонкою, содержатъ, конечно, только летучія вещества, которыя преимущественно состоятъ изъ виннаго спирта и воды. Спиртныя жидкости, приготовляемыя изъ различныхъ растительныхъ веществъ, большею частью имѣютъ посторонній, болѣе или менѣе пріятный вкусъ и запахъ, которые зависятъ отъ запаха летучихъ маслъ или эѳира, образующихся во время броженія. Такъ напр. картофельная и хлѣбная водка обязана своимъ запахомъ и вкусомъ присутствію въ ней сивушнаго масла (см. § 169 и 162).

Ромъ приготовляется изъ сиропа тростниковаго сахара, а *аракъ* изъ риса; жители степей азіятскихъ нагорныхъ равнинъ приготовляютъ хмѣльный напитокъ даже изъ молочнаго сахара.

Такъ какъ крахмалъ превращается въ сахаръ не только отъ дѣйствія сѣрной кислоты, но и отъ діастаза (§ 200), то водку большею частію приготовляютъ изъ крахмалистыхъ растительныхъ веществъ. Для этого напр. зерновой хлѣбъ или вареный картофель кладутъ въ кадки, примѣшиваютъ къ нимъ солода и затѣмъ смѣсь эту обливаютъ водою; въ образовавшейся вслѣдствіе того кашицѣ происходитъ броженіе, по окончаніи котораго ее подвергаютъ перегонкѣ.

Количество виннаго спирта, заключающагося въ *винѣ*, зависитъ отъ количества сахара, содержащагося въ виноградѣ, изъ

котораго оно добывается. Такъ напр. обыкновенное нѣмецкое вино содержитъ въ себѣ отъ 8 до 10 процентовъ виннаго спирта, а самое крѣпкое рейнское вино только отъ 12 до 14 процентовъ, между тѣмъ какъ вина южной Франціи, Испаніи и Португаліи содержатъ его въ себѣ отъ 18 до 20 процентовъ. Въ винѣ мы находимъ всѣ тѣ составныя части винограда, которыя растворяются въ спиртной жидкости; кромѣ красильнаго вещества, къ нимъ принадлежатъ во первыхъ винный камень (§ 160), которымъ въ особенности изобилуютъ рейнскія вина и которому послѣднія обязаны своимъ кисловатымъ вкусомъ; во вторыхъ сахаръ, содержащійся преимущественно въ нѣкоторыхъ южныхъ винахъ, къ которымъ его прибавляютъ даже нарочно. Особенный запахъ, свойственный всѣмъ вообще винамъ, даже самымъ низшимъ сортамъ, зависитъ отъ энантоваго эѳира (§ 169); такъ называемый букетъ, отличительное свойство самыхъ лучшихъ сортовъ вина, а въ особенности благородныхъ рейнскихъ винъ, безъ всякаго сомнѣнія должно приписать присутствію различныхъ видовъ эѳира, приведенныхъ нами въ § 172. Нѣкоторыя красныя вина, особенно бордоскія, кромѣ красильнаго вещества, содержатъ въ себѣ также небольшое количество дубильнаго вещества, чѣмъ и объясняется ихъ вяжущій вкусъ.

Пиво приготовляется слѣдующимъ образомъ: ячменный солодъ кипитятъ въ водѣ, а полученный сладкій отваръ уваривaютъ; затѣмъ къ нему прибавляютъ извѣстное количество хмѣля и быстро охлаждаютъ въ плоскихъ деревянныхъ чанахъ. Послѣ того жидкость переливаютъ въ другіе чаны, въ которыхъ она, при температурѣ 5—10° Ц., подвергается медленному броженію; но пока еще не весь сахаръ превратился въ винный спиртъ, пиво разливается по бочкамъ, и такимъ образомъ или прямо идетъ въ употребленіе (молодое пиво), или оставляется на нѣкоторое время въ погребахъ. Всѣ приготовляемые такимъ образомъ сорты пива имѣютъ бурый цвѣтъ и болѣе или менѣе горь-

кій вкусъ. Отдѣляющіяся изъ нихъ дрожжи собираются на днѣ чана и состоятъ изъ отдѣльныхъ шариковъ.

Свѣтлое, негорькое или такъ называемое бѣлое пиво, которое всего болѣе употребительно въ сѣверной Германіи, получается когда въ пивную жидкость не кладутъ хмѣля и подвергаютъ ее броженію при температурѣ отъ 12° до 19° Ц. Въ этомъ пивѣ, вслѣдствіе быстраго развитія углекислоты, дрожжи накопляются всегда на поверхности, и если разсматривать ихъ въ микроскопъ, то можно видѣть, что онѣ состоятъ изъ шариковъ, соединенныхъ между собою въ видѣ развѣтвляющихся шнурковъ.

Изъ сказаннаго нами слѣдуетъ, что пиво состоитъ изъ воды, виннаго спирта (отъ 4 до 5 процентовъ), сахара, камеди (отъ которой зависитъ его липкость), горькаго вещества хмѣля и углекислоты, обусловливающей образованіе пѣны. Такъ какъ въ составъ пива не входитъ никакихъ азотистыхъ веществъ, то оно не можетъ служитъ питательнымъ веществомъ въ такой мѣрѣ, какъ описанныя нами въ § 195 питательныя вещества; но за то въ немъ содержится значительное количество фосфорокислыхъ солей, что также чрезвычайно важно. Пиво легко киснетъ, потому что содержащійся въ немъ винный спиртъ превращается въ уксусную кислоту; и превращеніе это совершается тѣмъ скорѣе, чѣмъ слабѣе пиво. Образованіе кислоты замедляется горькимъ веществомъ и эѳирнымъ масломъ хмѣля; поэтому пиво, къ которому прибавленъ хмѣль, не такъ скоро прокисаетъ, какъ сладкое. Но холодъ всего болѣе предохраняетъ пиво отъ порчи, а потому его обыкновенно держатъ въ погребахъ, гдѣ лѣтомъ температура не превышаетъ 8 или 10 градусовъ.

§ 208. *Уксусное броженіе* заключается въ томъ, что винный спиртъ подъ вліяніемъ кислорода воздуха превращается въ уксусную кислоту. При этомъ одинъ пай виннаго спирта, $C_4H_6O_2$, соединяется съ 3 паями кислорода и образуетъ 2 пая

воды, $2HO$, и уксусную кислоту, $C_4H_4O_3$. Въ большихъ размѣрахъ уксусное броженіе происходитъ при добываніи уксуса на заводахъ, гдѣ спиртныя жидкости подвергаются вліянію воздуха при температурѣ отъ 28 до 35° Ц. Бродиломъ въ этомъ случаѣ могутъ служить различныя вещества, но всего чаще для этого употребляютъ гущу, остающуюся отъ приготовленнаго вина или пива. Обыкновенно же для приготовленія уксуса берутъ бродившую жидкость (§ 207), которую подвергаютъ дѣйствію воздуха въ открытыхъ бочкахъ, поставленныхъ въ теплой комнатѣ.

Уксусъ можно добыть очень скоро; для этого стоитъ только разбавленную водку нѣсколько разъ пропустить черезъ бочку, наполненную стружками; потому что винный спиртъ, проходя черезъ стружки и медленно капая снизу, приходитъ въ прикосновеніе съ большимъ количествомъ кислорода воздуха, заключеннаго между стружками. Обыкновенный продажный уксусъ содержитъ въ себѣ отъ 2 до 3 процентовъ уксусной кислоты, а крѣпкій винный уксусъ — до 10 процентовъ. Нерѣдко къ уксусу подмѣшиваютъ сѣрной кислоты, но это весьма легко узнать: наливъ въ чашку нѣсколько уксуса и прибавивъ къ нему незначительное количество сахара, начинаютъ выпаривать его въ умѣренной теплотѣ; при этомъ, если только уксусъ содержитъ въ себѣ сѣрную кислоту, послѣдняя останется въ чашкѣ, между тѣмъ какъ сахаръ превратится въ черную, угольную массу.

§ 209. *Гніеніе*. Продукты разложенія при гніеніи бываютъ различны, смотря по температурѣ и присутствію влажности. Кромѣ того при разложеніи животныхъ тѣлъ получается гораздо больше продуктовъ, чѣмъ при гніеніи растительныхъ тѣлъ, потому что первыя гораздо болѣе заключаютъ въ себѣ сѣры и азота, чѣмъ послѣднія.

Вообще можно принять, что когда гніеніе какого либо органическаго тѣла совершается при низкой температурѣ, то оно

разлагается преимущественно на водородныя соединенія; при болѣе же высокой температурѣ и меньшей влажности изъ него образуется больше кислородныхъ соединеній.

Слѣдующая таблица лучше объяснитъ сказанное нами:

Продукты разложенія растительныхъ и животныхъ веществъ.

Подъ вліяніемъ значительнаго количества воды и низкой температуры		Подъ вліяніемъ небольшаго количества воды и высокой температуры.	
Вода	HO	Вода	HO
Углеводородъ (болотный воздухъ)	C_2H_4	Углекислота.	CO_2
Сѣроводородъ	SH	Сѣрная кислота	SO_3
Фосфороводородъ . . .	PH_3	Фосфорная кислота . .	PO_5
Амміакъ	NH_3	Азотная кислота . . .	NO_5

Однакожъ процессъ разложенія не всегда слѣдуетъ указанному нами правилу, потому что есть множество обстоятельствъ, вслѣдствіе которыхъ онъ часто измѣняется; но тѣмъ не менѣе въ началѣ гніенія, когда разлагающееся вещество содержитъ еще много воды, изъ него всегда образуется больше водородныхъ соединеній, между тѣмъ какъ въ концѣ преимущественно получаются кислородныя соединенія; часто также случается, что первоначальные продукты, т. е. водородные, вслѣдствіе окисленія превращаются въ послѣдніе соединенія. Наконецъ образовавшіеся продукты нерѣдко соединяются между собою, образуя при этомъ углекислый и азотнокислый амміакъ, сѣроводородный амміакъ и т. п.

Важную роль при гніеніи играютъ также вещества, находящіяся въ сосѣдствѣ. Если въ послѣднихъ содержатся напр. крѣпкія щелочи, особенно кали или известь, то преимущественно образуются кислоты, которыя съ ними соединяются. На этомъ основывается описанный нами способъ приготовленія азотной кислоты (см. § 74).

Всѣ упомянутые продукты разложенія содержатся въ навозѣ и въ болотѣ, а потому эти послѣдніе очень важны какъ питательныя вещества для растеній. Но такъ такъ всѣ эти продукты болѣе или менѣе летучи, то многіе изъ нихъ утрачиваются испареніемъ. По этому для того, чтобы по возможности препятствовать улетучиванію этихъ веществъ, къ навозу обыкновенно прибавляютъ известь, глину, гипсъ, желѣзный купоросъ и нѣкоторыя кислоты, особенно сѣрную, потому что тогда летучія вещества соединяются съ нелетучими и остаются въ навозѣ.

§ 210. Гніеніе органическихъ веществъ всегда можно предупредить, устранивъ вліяніе воды и воздуха, или подвергая ихъ дѣйствію очень низкой температуры. Извѣстно, что хорошо высушенныя животныя и растительныя вещества не подвергаются гніенію; сушить же ихъ можно или на воздухѣ, или искуственною теплотою, или наконецъ посредствомъ такихъ веществъ, которыя поглощаютъ воду, какъ напр. поваренная соль и сахаръ. На этомъ основывается соленіе мяса для предохраненія его отъ порчи, равно и приготовленіе варенья, къ которому, какъ извѣстно, всегда прибавляютъ сахаръ. Винный спиртъ также предохраняетъ органическія вещества отъ порчи, потому что онъ извлекаетъ изъ нихъ воду.

Если мясо или вообще какое нибудь съѣдобное вещество (какъ молоко, зелень и т. п.) положить въ жестяной сосудъ, потомъ послѣдній наполнить горячею водою и, плотно запаявъ его крышку, продержать его нѣсколько часовъ въ кипячей водѣ, то оно очень долго не будетъ портиться. Этотъ способъ предохраненія животныхъ и растительныхъ веществъ отъ порчи придуманъ Апертомъ и употребляется въ особенности для сохраненія съѣстныхъ припасовъ во время дальнихъ плаваній или въ теченіе зимы. Причина, почему пища въ этомъ случаѣ долго не портится, заключается въ совершенномъ устраненіи вліянія кислорода воздуха. Зеленые бобы, горохъ, капуста, коренья, плоды и т. п.

разрѣзаютъ на мелкіе куски и высушиваютъ при низкой температурѣ и быстрой перемѣнѣ воздуха. Однакожъ вкусъ и другія свойства сохраняемыхъ такимъ образомъ веществъ нѣсколько измѣняются, потому что при этомъ растворимыя бѣлковыя вещества дѣлаются нерастворимыми.

Въ Сибири какъ-то выкопали изъ земли замерзшаго мамонта,—животное, котораго нынѣ нигдѣ не встрѣчаютъ. На его кожѣ и волосахъ незамѣтно было ни малѣйшаго признака разложенія, а мясо его было еще такъ свѣже, что собаки даже ѣли его съ охотою. Весьма вѣроятно, что животное это лежало подъ землею въ такомъ состояніи нѣсколько тысячъ лѣтъ, а это явленіе служитъ убѣдительнымъ доказательствомъ тому, что холодъ предотвращаетъ гніеніе.

Нѣкоторыя вещества, которыя препятствуютъ броженію, въ то же время предупреждаютъ и гніеніе или по крайней мѣрѣ замедляютъ этотъ процессъ, какъ напр. летучее горчичное масло, креозотъ, и особенно древесный уксусъ, а также мышьякъ, сулема и мн. др. Муміи приготовляются слѣдующимъ образомъ: трупы сперва какъ можно тщательнѣе высушиваютъ и потомъ обработываютъ упомянутыми веществами, противодѣйствующими гніенію.

§ 211. *Медленное обугливаніе.* Когда растительныя части, особенно дерево, стебельки, корни, мохъ и т. д., самопроизвольно разлагаются при недостаточномъ доступѣ воздуха, или даже въ совершенно безвоздушномъ пространствѣ, то кислородъ, водородъ и часть углерода постепенно выдѣляются изъ нихъ въ видѣ углекислоты, воды и углеводорода (болотный воздухъ), между тѣмъ какъ углеродъ все болѣе и болѣе накопляется, о чемъ можно судить по цвѣту этихъ веществъ, который становится все темнѣе и темнѣе. Къ продуктамъ такого самопроизвольнаго разложенія относятся древесный перегной, илъ, черноземъ, торфъ, бурый уголь и каменный уголь.

Въ обыкновенной пахатной землѣ всегда содержится большое

количество полусгнившихъ растительныхъ частей, или такъ называемаго *перегноя*, отъ котораго зависитъ черный цвѣтъ верхняго слоя земли.

Благодаря постепенному разложенію растительныхъ веществъ, во многихъ странахъ накопляются огромныя массы углекислыхъ продуктовъ, изъ которыхъ человѣкъ извлекаетъ большую пользу, употребляя ихъ вмѣсто дорогаго топлива.

§ 212. *Торфъ*, одинъ изъ углеродистыхъ продуктовъ, образующихся еще въ настоящее время и передъ нашими глазами, обязанъ своимъ происхожденіемъ преимущественно торфовому мху (sphagnum), которымъ изобилуютъ тундры. Въ то время какъ нижняя часть этого мха теряетъ свою органическую силу, на верхней вырастаетъ новый слой, который черезъ годъ также умираетъ и въ свою очередь опять покрывается новымъ слоемъ и т. д., такъ что въ продолженіи 80 или 100 лѣтъ слой этотъ достигаетъ значительной толщины. Со временемъ обугливаніе увеличивается, т. е. въ нижнемъ слоѣ все болѣе и болѣе накопляются углеродистыя вещества, отчего онъ дѣлается все чернѣе, а въ тоже время, вслѣдствіе давленія на него верхнихъ слоевъ, пріобрѣтаетъ большую плотность.

По этому тѣ слои торфа, которые образовались раньше, т. е. нижніе, всегда лучше; они бываютъ гораздо чернѣе и тяжелѣе, такъ что въ нихъ едва можно различить слѣды растеній, изъ которыхъ они образовались. Недавно образовавшіеся слои торфа отличаются бурымъ цвѣтомъ и рыхлостью, и при томъ въ нихъ можно видѣть остатки растеній: стебельки, корни и т. д.

Количество земли, примѣшанной къ торфу, зависитъ отъ особенныхъ обстоятельствъ; въ нѣкоторыхъ сортахъ оно незначительно, въ другихъ же, напротивъ того, простирается отъ 30 до 50 процентовъ; въ послѣднемъ случаѣ, о достоинствѣ торфа надо судить уже не по удѣльному вѣсу его, а по количеству золы, остающейся при его сгараніи.

§ 213. *Бурый каменный уголь* или *лигнитъ* образовал-

ся въ самой глубокой древности. Болѣе или менѣе огромныя массы дерева внезапно или постепенно покрылись земляными пластами, подъ которыми онѣ вслѣдствіе различныхъ обстоятельствъ постепенно измѣнялись и наконецъ превратились въ темную массу, извѣстную подъ названіемъ *бураго угля*. Этотъ послѣдній представляетъ замѣчательный переходъ отъ древовидной формы къ каменноугольной. Онъ обыкновенно бываетъ бураго цвѣта, которому онъ и обязанъ своимъ названіемъ; но иногда онъ имѣетъ черный цвѣтъ, а благодаря давленію на него земляной массы, довольно значительную плотность. Бурый уголь служитъ превосходнымъ горючимъ матеріаломъ, который однакожъ часто содержитъ въ себѣ примѣсь сѣрнистаго желѣза, уменьшающаго его достоинство.

§ 214. *Каменный уголь* принадлежитъ къ еще болѣе древнимъ продуктамъ разложенія растительныхъ веществъ. Въ немъ даже нельзя узнать тѣхъ растеній, изъ которыхъ онъ образовался; подъ вліяніемъ продолжительнаго давленія и разныхъ другихъ обстоятельствъ они до того измѣнились, что въ новѣйшее время нѣкоторые ученые начали даже сомнѣваться въ томъ, что каменный уголь происходитъ отъ растеній. Впрочемъ растительное ихъ начало доказывается во первыхъ тѣмъ, что уже у торфа и бураго угля замѣтенъ ясный переходъ къ каменному углю, а во вторыхъ тѣмъ, что вездѣ, гдѣ попадается каменный уголь, встрѣчаются также остатки растительныхъ веществъ. Кромѣ того посредствомъ микроскопа всегда можно разглядѣть клѣтчатое строеніе каменнаго угля.

Однакожъ довольно трудно объяснить себѣ, какимъ образомъ могли произойти громадныя массы угля, лежащія толстыми пластами, и для образованія которыхъ требовалось неимовѣрно большаго количества лѣса и многихъ тысячелѣтій.

Каменный уголь представляетъ плотную, черную и блестящую массу, удѣльный вѣсъ которой $= 1,3$; и если сравнить плотность каменнаго угля съ плотностью дерева, то понятно,

что каменный уголь въ равномъ объемѣ долженъ содержать гораздо больше горючаго матеріала. И дѣйствительно, онъ оказывается превосходнымъ топливомъ, не смотря на то, что вслѣдствіе своей значительной плотности онъ не такъ скоро воспламеняется и требуетъ для этого гораздо большаго количества кислорода, а слѣдовательно и большаго притока воздуха, чѣмъ дерево и древесный уголь.

Каменный уголь состоитъ не изъ чистаго углерода, потому что онъ всегда содержитъ въ себѣ кислородъ, водородъ и нѣсколько азота, а именно отъ 1 до 2 процентовъ. Кромѣ того въ немъ находятъ также минеральныя составныя части, изъ которыхъ мы указываемъ особенно на сѣру въ соединеніи съ желѣзомъ.

Каменный уголь очевидно обравовался вслѣдствіе несовершеннаго обугливанія. Поэтому его нарочно обугливаютъ и притомъ точно также, какъ дрова, причемъ достигается еще та выгода, что изъ него выдѣляется сѣра. Такой выжженный каменный уголь называется *коксомъ*, который за исключеніемъ минеральныхъ веществъ, состоитъ изъ одного углерода и притомъ имѣетъ значительную плотность; потому коксъ оказывается самымъ лучшимъ горючимъ матеріаломъ, особенно въ такихъ случаяхъ, гдѣ въ маломъ пространствѣ нуженъ сильный жаръ; оттого его употребляютъ также для топленія локомотивовъ. Коксъ сѣраго цвѣта, но онъ блеститъ почти какъ металлъ и, вслѣдствіе своей значительной плотности, даже звучитъ.

Каменный уголь встрѣчается въ различныхъ формахъ и различнаго состава, а слѣдовательно и различнаго качества, какъ это видно изъ нижеприведенной таблицы горючихъ веществъ. Каменный уголь тѣмъ хуже, чѣмъ больше въ немъ минеральныхъ, т. е. негорючихъ веществъ. Порошокъ каменнаго угля, подвергаемый дѣйствію жара, можетъ принимать три различныя формы; если онъ вздувается и частицы его сплавляются вмѣстѣ,

то его называютъ спекающимся углемъ. Этотъ сортъ угля употребляется преимущественно въ кузницахъ и при освѣщеніи газомъ; если же порошокъ несовершенно расплавляется, а только соединяются частицы его, то онъ называется *сплавляющимся углемъ*; наконецъ порошокъ иногда вовсе не измѣняется отъ дѣйствія жара: въ такомъ случаѣ уголь называется *разсыпчатымъ*; это самый нисшій сортъ угля.

Самый лучшій каменный уголь — англійскій, который называется также *блестящимъ каменнымъ углемъ*, потому что онъ горитъ очень яркимъ пламенемъ. Свойство каменнаго угля доставлять свѣтильный газъ зависитъ отъ содержащагося въ немъ водорода.

§ 215. Произведеніе искуственной теплоты основывается на соединеніи углерода и водорода съ кислородомъ, и это соединеніе происходитъ при сгараніи.

По этому изъ нѣсколькихъ топливъ одинаковаго вѣса лучшимъ считается то, которое содержитъ въ себѣ больше углерода и водорода въ неокисленномъ состояніи (т. е. которые еще не соединены съ кислородомъ). Такъ напр. въ зеленомъ, только что срубленномъ деревѣ содержатся только 20 процентовъ угля, между тѣмъ какъ въ сухомъ деревѣ его слишкомъ 40 процентовъ.

Самое большое количество теплоты развивается отъ такого топлива, при сгараніи котораго весь заключающійся въ немъ углеродъ превращается въ угольную кислоту.

Такіе приборы для сожиганія, изъ которыхъ несгорѣвшіе газы или пары улетаютъ въ видѣ дыма или окиси углерода, горящаго синимъ пламенемъ, очевидно весьма невыгодны.

При выборѣ горючихъ веществъ нужно обращать вниманіе во первыхъ на содержаніе въ нихъ углерода, водорода, воды и минеральныхъ веществъ, а во вторыхъ на ихъ плотность и сгараемость при достаточномъ доступѣ воздуха.

Сравненіе горючихъ веществъ.

	Плотность.	Въ 100 частяхъ по вѣсу содержится			
		Углерода.	Водорода.	Кислорода.	Минерал. веществъ.
Древесный уголь	0,187	99,07	—	—	0,03
Коксъ	1,08	95	—	—	до 5
Англ. спекающійся камен. уголь	1,28	87	5	5	1,3
Блестящій камен. уголь .	1,31	67	5	8	2,5
Бурый уголь (лучшій) . .	1,37	66	4,8	18	2,7
Торфъ (лучшій)	—	58	5,9	31	4,6
Бурый уголь (древянистый)	1,27	51	5	30	1,29
Буковое дерево	0,728	49	6	44	—
Оно же (высушен. на воздухѣ)	—	40	—	—	—

Изъ этой таблицы видно, что въ болѣе старыхъ углеродистыхъ веществахъ кислорода гораздо меньше: въ буковомъ деревѣ его содержится 44 процента, а въ каменномъ углѣ только 5 процентовъ.

Объ относительномъ количествѣ теплоты, доставляемой различными веществами при ихъ сгараніи, см. физику § 156.

2. *Сухая перегонка.*

§ 216. Къ веществамъ, подвергаемымъ сухой перегонкѣ для полученія изъ нихъ разныхъ продуктовъ, принадлежатъ каменный уголь, дерево и мясо падали. На фабрикахъ эти вещества подвергаются перегонкѣ въ желѣзныхъ ретортахъ, имѣющихъ форму трубъ, котловъ или ящиковъ, къ которымъ придѣланы особые снаряды, служащіе для собиранія выдѣляющихся продуктовъ разложенія.

Что касается до соединеній, получаемыхъ при перегонкѣ, то они зависятъ отъ состава перегоняемыхъ веществъ, какъ это можно видѣть изъ слѣдующей таблицы:

Продукты, получаемые при сухой перегонкѣ

КАМЕННАГО УГЛЯ.		ДЕРЕВА.		ЖИВОТНЫХЪ ВЕЩЕСТВЪ.	
Вода	HO	Вода . . .	HO	Вода . . .	HO
Амміакъ. . .	NH_3	Древесн. спиртъ	$C_2H_3O_2$	Сѣроводород. амміакъ. .	$SH.NH_3$
Анилинъ . .	$C_{12}H_7N$	Уксусная кисл.	$C_4H_3O_3$	Ціановодород. амміакъ. .	$CyH.NH_3$
Летучее дегтярное масло .	CH	Летучее дегтярное масло .	CH	Углекислый амміакъ. .	$CO_2.NH_3$
Деготь . . .	CHO	Деготь . . .	CHO	Летучее дегтярное масло .	CHON
Нафталинъ . .	$C_{20}H_8$	Креозотъ . .	$C_{12}H_6O_2$	Деготь . . .	CHON
Углеводор. газъ	C_2H_4	Углевод. газъ	C_2H_4	Углеводородъ.	C_2H_4
Свѣтильн. газъ	C_4H_4	Свѣтильн газъ	C_4H_4	Углекислота .	CO_2
Сѣрнист. кисл.	SO_2	Углекислота .	CO_2	Окись углерода	CO
Углекислота .	CO_2	Окись углерода	CO		
Окись углерода	CO				
Остатокъ:		*Остатокъ:*		*Остатокъ:*	
Коксъ . . .	C	Древесн. уголь	C	Азотист. углер.	NC

При сухой перегонкѣ, какъ и при произвольномъ гніеніи, продукты одного изъ упомянутыхъ тѣлъ образуются иногда вмѣстѣ съ продуктами другаго, но всегда въ меньшемъ количествѣ.

Вообще при сухой перегонкѣ сперва образуются водородные продукты (а именно: уксусная кислота, древесный спиртъ, летучія масла и амміачная вода), которые однакожъ въ свою очередь отчасти разлагаются на болѣе простыя соединенія — на углеводородный газъ, углекислоту и окись углерода. Объ употребленіи углеводородныхъ газовъ какъ средства для освѣщенія мы уже говорили въ § 60. Образующійся при сухой перегонкѣ

деготь не имѣетъ опредѣленнаго химическаго состава: онъ состоитъ изъ многихъ веществъ, особенно изъ летучихъ маслъ—такъ называемыхъ пригорѣлыхъ смолъ; черный же цвѣтъ его зависитъ отъ содержанія въ немъ угля. Многія вещества, содержащіяся въ дегтѣ, благодаря важности ихъ употребленія, сдѣлались предметомъ обширныхъ фабрикацій. Такъ напр. изъ древеснаго и каменноугольнаго дегтя, подверженнаго перегонкѣ вмѣстѣ съ водою, добываются разныя *дегтярныя масла*, которыя улетучиваются не въ одинаковой мѣрѣ, и слѣдовательно могутъ быть отдѣляемы другъ отъ друга прерываемою перегонкою, потому что для этого стоитъ только увеличить или уменьшить температуру, смотря по летучести маслъ. Масла эти, состоящія преимущественно изъ углерода и водорода, извѣстны подъ разными названіями: *фотогена*, *углеводороднаго газа* и т. д., и употребляются для освѣщенія. Летучее масло каменноугольнаго дегтя, которое прежде употребляли преимущественно для растворенія каучука, встрѣчается теперь въ торговлѣ подъ названіемъ *бензина*; онъ представляетъ свѣтлую какъ вода жидкость и употребляется для выведенія пятенъ, оставляемыхъ жиромъ, смолою и т. д. Объ анилинѣ, содержащемся въ сыромъ каменномъ углѣ, мы уже говорили въ § 176.

Нафталинъ, $C_{20}H_8$, также принадлежитъ къ составнымъ частямъ каменноугольнаго дегтя и получается изъ него въ видѣ блестящихъ перламутовыхъ чешуекъ, имѣющихъ особенный, но не противный запахъ, который свойственъ также сажѣ, потому что и въ ней содержится небольшое количество нафталина.

Креозотъ, $C_{12}H_6O_2$, получается изъ той части каменнаго угля, которая перегоняется при температурѣ 150°—200° Ц., и представляетъ безцвѣтную маслообразную жидкость, обладающую свойствами слабыхъ кислотъ, почему его называютъ также *фениловою кислотою*; онъ имѣетъ пронзительный запахъ дыма, ѣдкій вкусъ, и дѣйствуетъ какъ ядъ; но за то въ высшей степени препятствуетъ гніенію, а также броженію.

Парафинъ также принадлежитъ къ продуктамъ перегонки дегтя. Это твердое, кристаллическое углеводородистое вещество (CH) бѣлаго цвѣта, которое не измѣняется даже отъ дѣйствія самыхъ крѣпкихъ кислотъ и щелочей. Парафинъ получается преимущественно при перегонкѣ смолистаго сланца и служитъ матеріаломъ для приготовленія свѣчей.

Деготь и дегтярное масло, которое выдѣляется изъ животныхъ тѣлъ, не находятъ себѣ никакого употребленія, потому что отъ нихъ распространяется чрезвычайно непріятный пронзительный запахъ.

Объ амміакѣ и его соединеніяхъ, образующихся при перегонкѣ животныхъ веществъ, мы уже говорили (въ § 84). Перегнанная жидкость, содержащая въ себѣ амміакъ, употребляется въ медицинѣ подъ названіемъ *спирта оленьяго рога (spiritus cornu cervi)*.

Древесный уксусъ служитъ для добыванія уксусной кислоты и уксусокислыхъ солей, особенно уксусокислой окиси свинца. Въ пищу его не употребляютъ, потому что онъ сильно пахнетъ креозотомъ. Однакожъ, подобно большей части продуктовъ сухой перегонки, онъ противодѣйствуетъ гніенію и броженію. *О древесномъ спиртѣ* мы говорили въ § 171.

§ 217. *Естественные продукты перегонки.* Раскаленныя минеральныя массы, подымаясь изъ глубины земли, сильнымъ напоромъ своимъ иногда разрываютъ ея поверхность и выходятъ наружу. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ горячіе потоки приходятъ въ прикосновеніе съ земляными пластами, послѣдніе претерпѣваютъ болѣе или менѣе значительныя измѣненія. Извѣстно напр., что отъ сильнаго жара этихъ потоковъ каменный уголь точно также измѣняется, какъ и отъ сухой перегонки, т. е. и въ томъ, и въ другомъ случаѣ изъ него получаются одни и тѣ же продукты. Такъ напр. антрацитъ (§ 57) считается продуктомъ разложенія каменнаго угля, находившагося подъ вліяніемъ сильнаго жара, потому что въ немъ содержится также

мало водорода и кислорода, какъ и въ коксѣ, отъ котораго онъ впрочемъ отличается своею плотностью.

§ 218. *Нефть* или *горное масло*, CH. Во многихъ мѣстахъ, особенно близъ вулкановъ, изъ земли, подобно ключевой водѣ, вытекаетъ желтаго, бураго, а иногда и чернаго цвѣта масло, извѣстное подъ названіемъ *нефти* или *горнаго масла*, которое, подобно летучимъ дегтярнымъ масламъ, употребляется отчасти въ медицинѣ, а также въ промышленности. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, земля до того пропитана этимъ масломъ, что его можно отдѣлить отъ нея перегонкою.

Асфальтъ, *горная* или *жидовская смола* также находится въ природѣ, и притомъ или въ мягкомъ, или твердомъ состояніи. Онъ употребляется для смоленія свай, балокъ, судовъ, водопроводовъ, а также какъ горючій матеріалъ; наконецъ изъ него дѣлаютъ замазку и черную краску, служащую для окрашиванія желѣза, дерева и кожи. Смѣшанный съ крупнымъ пескомъ, онъ употребляется для крышъ и тротуаровъ. Само собою разумѣется, что для всѣхъ этихъ цѣлей можетъ служить также искуственно добываемый деготь, который въ такомъ случаѣ необходимо перегонять вмѣстѣ съ водою, чтобы удалить изъ него дегтярное масло.

Въ заключеніе мы должны замѣтить, что всѣ химическія явленія описаны нами вкратцѣ, потому что мы ограничивались изложеніемъ только того, что необходимо знать всякому образованному человѣку. Тѣмъ же изъ читателей нашихъ, которые желаютъ изучать химію подробнѣе, мы совѣтуемъ обратиться къ спеціальнымъ сочиненіямъ.

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стран.
Отъ издателя	5
Введеніе	7
Химическое соединеніе	10
Простыя тѣла	11
Таблица простыхъ тѣлъ	13
Химическое сродство	14
О химическихъ паяхъ или эквивалентахъ	17
Законъ кратныхъ соединеній	22
О различныхъ видахъ соединеній	23
Общія свойства химическихъ соединеній	25
Кислоты, щелочи или основанія и соли	—
Неорганическая и органическая химія	28
Кристаллическая и кристаллизованная формы	30
Безформенныя, аморфныя или некристаллическія тѣла	—
Металлоиды или неметаллическія тѣла	31
Кислородъ	—
Окисленіе, окись	35
Радикалъ или начало	—
Таблица кислородныхъ соединеній	35—36
Озонъ	38
Водородъ	39
Химическая гармоника	41

Стран.

Вода 42
Гремучій газъ . . . . . —
Дрюмондовъ свѣтъ 43
Азотъ 47
Азотная кислота 49
Азотистая кислота 51
Окись азота . . . . . —
Азотоватистая кислота . . . . . —
Сѣра 52
Сѣрная кислота 54
Дымящаяся сѣрная кислота 56
Сѣриноватая кислота 57
Сѣрнистая кислота . . . . . —
Сѣроводородъ. . . . . —
Хлоръ 59
Царская водка 61
Бромъ 62
Іодъ . . . . . —
Фторъ 64
Фтороводородная кислота . . . . . —
Фосфоръ 65
Фосфорная кислота 67
Фосфористая кислота . . . . . —
Мышьякъ 68
Мышьяковистая кислота, мышьяковый цвѣтъ или бѣлый мышьякъ 69
Мышьяководородный газъ 70
Сѣрнистый мышьякъ, опермент̀ъ, реальгаръ . . . . —
Углеродъ 71
Углекислота 78
Окись углерода 82
Простой углеводородный газъ . . . . . —
Болотный газъ . . . . . —

Стран.

Предохранительная лампа 83
Двойной углеводородный газъ 84
Приготовленіе свѣтильнаго газа. . . . . —
Каменноугольный газъ 85
Древесный газъ 88
Пламя . . . . . —
Углеродистый азотъ, ціанъ или синеродъ . . . 90
Ціановодородная или синильная кислота . . . . —
Сѣроуглеродъ 91
Кремній. 92
Кремневая кислота . . . . . —
Горный хрусталь. . . . . —
Бѣлый кварцъ и рейнскій кремень . . . . . —
Боръ 93
Металлы 94
Среднія, кислыя и щелочныя соли 95
Двойныя соли . . . . . —
Галогены или солероды и галлоиды 96
Легкіе металлы 100
Калій или потассій . . . . . —
Порохъ 104
Полевой шпатъ 105
Сѣрная печень . . . . . —
Натрій или содій. 106
Стекло 110
Живопись на стеклѣ 115
Амміакъ 116
Кальцій. 118
Мертель, цементъ, известка 119
Барій 123
Стронцій . . . . . —
Магній 124
Глиній или алюминій 125

Стран.

Сафиръ, рубинъ, корундъ и наждакъ 125
Квасцы 126
Кремнокислый глиноземъ 127
Фарфоръ 128
Лазурикъ и ультрамаринъ 131
Тяжелые металлы 132
Желѣзо. . . . . —
Чугунъ 134
Ковкое или полосовое желѣзо 135
Сталь . . . . . —
Сырцовая сталь или укладъ 136
Кровяная соль 139
Берлинская лазурь. 140
Марганецъ или манганъ 141
Хромъ 142
Кобальтъ 143
Симпатическія или таинственныя чернила . . . 144
Никель и цинкъ 145
Гальмей. . . . . —
Олово, станьолъ и полуда 146
Силавокъ 147
Свинецъ . . . . . —
Висмутъ 149
Сюрьма. 150
Британнія . . . . . —
Мѣдь . . . . . —
Латунь или желтая мѣдь 151
Томбакъ или семилоръ . . . . . —
Бронза . . . . . —
Пушечная мѣдь . . . . . —
Колокольная мѣдь . . . . . —
Новое серебро 152
Швейнфуртская зелень. 153

	Стран.
Ярь мѣдянка	153
Ртуть	—
Амальгама или сортука	—
Серебро	155
Золото	158
Кассіевъ пурпуръ	159
Платина	—
Нашатырная платина	160
Губчатая платина	—
Электрохимическія явленія	161
Электролизъ	—
Гальванопластика	164
Гальваническое золоченіе	166
Гальваническое серебреніе	167
Химическія дѣйствія свѣта	—
Дагеротипныя картины	169
Фотографія	170
Органическая химія	172
Органическій анализъ	174
Изомерныя тѣла	179
Объ атомахъ или частицахъ	180
Теорія объемовъ	181
Замѣщеніе	184
Сложные радикалы	—
Органическія кислоты	187
Щавельная кислота	188
Муравьиная кислота	189
Уксусная кислота	—
Уксусокислая окись свинца	190
Свинцовый сахаръ	—
Свинцовый уксусъ	—
Гуляровая или свинцовая вода	—
Уксусокислая окись мѣди	—

Стран.

Ярь мѣдянка 190
Бутировая или масляная кислота 191
Валеріановая кислота . . . . . —
Жировыя кислоты . . . . . —
Маргариновая кислота. . . . . —
Стеариновая кислота 192
Олеиновая кислота . . . . . —
Жиры. . . . . —
Масла 193
Акреолинъ . . . . . —
Мыло 194
Пластыри 196
Стеариновыя свѣчи . . . . . —
Глицеринъ . . . . . —
Воскъ 197
Росноладанная кислота 198
Масло горькаго миндаля . . . . . —
Бензолъ и нитробензолъ . . . . . —
Молочная кислота . . . . . —
Парамлечная кислота 199
Яблочная кислота . . . . . —
Винная или виннокаменная кислота . . . . . —
Лимонная кислота 200
Дубильная кислота. . . . . —
Дубильное вещество 201
Пирогаллусовая кислота 202
Гипуровая кислота . . . . . —
Мочевая кислота 203
Мурексидъ или пурпурокислый амміакъ . . . . . —
Гремучая кислота. . . . . —
Алкооли или спирты 204
Эѳиловый спиртъ или водная окись эѳила . . . . —
Абсолютный или безводный винный спиртъ . . . 205

	Стран.
Алкоолометръ Гэ-Люсака и Траллеса	206
Эѳиръ или окись эѳила	207
Гофмановы капли.	208
Нафта или сѣрный эѳиръ	—
Сложные эѳиры	—
Энантовый эѳиръ.	209
Ананасовое масло.	—
Валеріанокислый эѳиръ	—
Алдегидъ	—
Меѳиловый спиртъ	—
Хлороформъ	210
Амиловый спиртъ.	—
Алкалоиды	—
Морфинъ, стрихнинъ, кофеинъ	213
Конеинъ и никотинъ	214
Креатинъ и мочевина	—
Глюкоколъ, лейцинъ, анилинъ	215
Индиферентныя органическія соединенія	—
Гидраты углерода.	216
Растительное волокно	17
Клѣтчатка	—
Гремучая хлопчатая бумага или пироксинъ	218
Крахмалъ	—
Лейкомъ	220
Инулинъ и лихенинъ	221
Камедь	—
Аравійская камедь	222
Арабинъ	—
Слизистая кислота	—
Растительная студень	—
Сахаръ	223
Тростниковый сахаръ	—
Сырецъ или сахарный песокъ	—

Стран.

Патока или сахарный сиропъ 224
Рафинадъ или мелисъ . . . . . —
Леденецъ или кандисъ. . . . . —
Свекловичный сахаръ 225
Карамель 226
Виноградный сахаръ . . . . . —
Крахмальный (картофельный) сахаръ . . . . —
Слизистый сахаръ 227
Молочный сахаръ. . . . . —
Манный сахаръ . . . . . —
Красильныя вещества . . . . . —
Желтыя и красныя краски 229
Зеленыя и синія краски . . . . . —
Индиго . . . . . .
Пироксиновая кислота 230
Эѳирныя масла . . . . . —
Скипидарное масло 231
Камфора 232
Кумаринъ . . . . . —
Сѣрнистый алилъ. . . . . —
Эѳирное горчичное масло . . . . . —
Смолы 233
Скипидаръ . . . . . —
Варъ бѣлый и черный. . . . . —
Кодовое или смолистое масло . . . . . —
Копалъ . . . . . —
Мастика и сандаракъ 234
Брусковая камедь или шеллакъ . . . . . —
Ялапная смола . . . . . —
Бальзамы . . . . . —
Каучукъ . . . . . —
Каучукъ вулканизированный 235
Гутта-перча . . . . . —

Стран.

Янтарь 235
Камедистыя смолы 236
Клеевыя вещества . . . . . —
Рыбій клей . . . . . —
Дубленіе или выдѣлка кожи 237
Роговое вещество. 238
Бѣлковыя или протеинныя вещества. . . . . —
Албуминъ или бѣлковина 240
Фибринъ или волокнина 241
Казеинъ или сырное вещество . . . . . —
Діастазъ 242
Питательныя вещества . . . . . —
Яйца 243
Молоко . . . . . —
Сливки и сметана . . . . . —
Сычужокъ 244
Сыворотка сладкая и кислая . . . . . —
Мясо и бульонъ или супъ . . . . . —
Пемиканъ 245
Хлѣбъ . . . . . —
Отруби . . . . . —
Продукты разложенія 247
Самопроизвольное разложеніе 248
Гніеніе, вывѣтриваніе и тлѣніе 247
Броженіе . . . . . —
Бродило 249
Спиртное броженіе . . . . . —
Дрожжи . . . . . —
Искуственныя дрожжи 251
Спиртные напитки . . . . . —
Ромъ . . . . . —
Аракъ . . . . . —
Пиво 252

Стран.

Уксусное броженіе 253
Гніеніе 254
Медленное обугливаніе. 257
Торфъ 258
Бурый каменный уголь или лигнитъ . . . . —
Каменный уголь 259
Сухая перегонка 262
Фотогенъ, нафталинъ, креозотъ. 264
Парафинъ 265
Спиртъ оленьяго рога. . . . . —
Древесный уксусъ . . . . . —
Нефть или горное масло 266
Асфальтъ, горная или жидовская смола . . . . —

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.

—

	Стран.
Абсолютный или безводный винный спиртъ	205
Азотистая кислота	51
Азотная кислота	49
Азотоватистая кислота	51
Азотъ	47
Акреолинъ	193
Албуминъ или бѣлковина	240
Алдегидъ	209
Алкалоиды	210
Алкооли или спирты	204
Алкоолометръ Гэ-Люсака и Тралесса	206
Алюминій	125
Амальгама или сортутка	153
Амиловый спиртъ	210
Амміакъ	116
Аморфныя тѣла	30
Ананасовое масло	209
Анилинъ	215

Стран.

Арабинъ 222
Аравійская камедь 222
Аракъ 251
Асфальтъ, горная или жидовская смола 266
Атомы 180
Бальзамы 234
Барій 123
Безводный винный спиртъ 205
Безформенныя тѣла 30
Бензолъ и нитробензолъ 198
Берлинская лазурь. 140
Болотный газъ 82
Боръ 93
Британнія 150
Бродило 249
Бромъ 62
Броженіе 247
Бронза 151
Брусковая камедь или шеллакъ. 234
Бульонъ 244
Бурый каменный уголь или лигнитъ. 258
Бутировая или масляная кислота 191
Бѣлковина 240
Бѣлый кварцъ и рейнскій кремень 92
Бѣлковыя или протеинныя вещества. 238
Бѣлый мышьякъ 69
Валеріановая кислота 191
Валеріанокислый эѳиръ 209
Варъ бѣлый и черный 233
Введеніе 7
Винная или виннокаменная кислота 199
Виноградный сахаръ 226
Висмутъ 149

	Стран.
Вода	42
Водородъ	39
Волокнина	241
Воскъ	197
Вывѣтриваніе	248
Выдѣлка кожи	237
Галлоиды	96
Гальваническое золоченіе	166
Гальваническое серебреніе	167
Гальванопластика	164
Гальмей.	145
Галогены или солероды и галлоиды	96
Гидраты углерода	216
Гипуровая кислота	202
Глиній или алюминій	125
Глицеринъ	196
Глюкоколъ, лейцинъ, анилинъ	215
Гніеніе	254
Гніеніе, вывѣтриваніе, тлѣніе	248
Горная смола	266
Горное масло	—
Горный хрусталь	92
Гофмановы капли	208
Гремучая кислота.	203
Гремучая хлопчатая бумага или пироксинъ	218
Гремучій газъ	42
Губчатая платина	160
Гуляровая или свинцовая вода	190
Гутта-перча	235
Дагеротипныя картины	169
Двойной углеводородный газъ	84
Двойныя соли	95
Діастазъ	242

	Стран.
Древесный газъ	242
Древесный уксусъ.	265
Дрожжи.	249
Дрюмондовъ свѣтъ	43
Дубильная кислота	200
Дубильное вещество	201
Дубленіе или выдѣлка кожи	237
Дымящаяся сѣрная кислота	56
Желтая мѣдь	151
Желѣзо.	132
Живопись на стеклѣ	115
Жидовская смола.	266
Жировыя кислоты	191
Жиры	192
Замѣщеніе	184
Золото	158
Известка	119
Изомерныя тѣла	179
Индиго	229
Индиферентныя органическія соединенія	215
Инулинъ и лихенинъ	221
Искуственныя дрожжи	251
Іодъ	62
Казеинъ или сырное вещество	241
Калій или потассій	100
Кальцій.	118
Камедистыя смолы	236
Камедь..	221
Каменноугольный газъ	85
Каменный уголь	259
Камфора.	232
Кандисъ	224
Карамель	226

Стран.

Кассіевъ пурпуръ. 159
Каучукъ 234
Каучукъ вулканизированный 235
Квасцы 126
Кислородъ 31
Кислоты 25
Клеевыя вещества 236
Клѣтчатка 217
Кобальтъ 143
Ковкое или полосовое желѣзо 135
Ковкое или смолистое масло 233
Колокольная мѣдь 151
Конеинъ и никотинъ 214
Копалъ 233
Корундъ 125
Кофеинъ 213
Красильныя вещества 227
Краски желтыя и красныя. 228
Краски зеленыя и синія 229
Кратныя соединенія 22
Крахмалъ 218
Крахмальный (картофельный) сахаръ 226
Креатинъ и мочевина 214
Кремневая кислота 92
Кремній. . . . . —
Кремнекислый глиноземъ 127
Креозотъ 264
Кристаллизованная форма 30
Кристаллическая форма 30
Кровяная соль 139
Кумаринъ 232
Лазурикъ и ультрамаринъ 131
Латунь или желтая мѣдь 151

Стран.

Легкіе металлы 100
Леденецъ или кандисъ 224
Лейкомъ 220
Лейцинъ 215
Лигнитъ 258
Лимонная кислота 200
Лихенинъ 221
Магній 124
Манганъ 141
Манный сахаръ 227
Марганецъ или манганъ 141
Маргариновая кислота. 191
Масла 193
Масло горькаго миндаля 198
Мастика и сандаракъ 234
Медленное обугливаніе. 257
Мелисъ 224
Мертель, цементъ, известка 119
Металлоиды 31
Металлы 94
Меѳиловый спиртъ 209
Молоко 243
Молочная кислота 198
Молочный сахаръ. 227
Морфинъ, стрихнинъ, кофеинъ 213
Мочевая кислота 203
Мочевина 214
Муравьиная кислота 189
Мурексидъ или пурпурокислый амміакъ 203
Мѣдь 150
Мышьяковистая кислота 69
Мышьяководородный газъ 70
Мыло 194

	Стран.
Мышьяковый цвѣтъ	69
Мышьякъ	68
Мясо и бульонъ или супъ	244
Наждакъ	125
Натрій или содій	196
Нафта или сѣрный эѳиръ	208
Нафталинъ	264
Начало	35
Нашатырная платина	160
Некристаллическія тѣла	30
Неметаллическія тѣла	31
Неорганическая химія	28
Нефть или горное масло	266
Никель и цинкъ	145
Никотинъ	214
Новое серебро	152
Озонъ	38
Окисленіе, окись	35
Окись азота	51
Окись углерода	82
Окись эѳила	207
Олеиновая кислота	192
Олово, станьолъ и полуда	146
Оперментъ	70
Органическія кислоты	187
Органическая химія	172
Органическій анализъ	174
Основанія	25
Отруби	245
Пай	17
Парамлечная кислота	199
Парафинъ	265
Патока или сахарный сиропъ	224

Стран.

Пемиканъ 245
Пиво 252
Пирогаллусовая кислота 202
Пироксиновая кислота 230
Пироксинъ 218
Питательныя вещества 242
Пламя 88
Пластыри 196
Платина 159
Полевой шпатъ 105
Полосовое желѣзо 135
Посуда 146
Порохъ 104
Потассій 100
Предохранительная лампа 83
Продукты разложенія 247
Простой углеродный газъ 82
Простыя тѣла 11
Протеинныя вещества 238
Пурпурокислый амміакъ 203
Пушечная мѣдь 151
Радикалъ или начало 35
Растигельная студень 222
Растительное волокно 217
Рафинадъ или мелисъ 224
Реальгаръ 70
Рейнскій кремень 92
Роговое вещество 238
Ромъ 251
Росноладанная кислота 198
Ртуть 153
Рубинъ 125
Рыбій клей 236

Стран.

Сандаракъ 234
Самопроизвольное разложеніе 248
Сафиръ, рубинъ, корундъ и наждакъ 125
Сахарный песокъ. 223
Сахарный сиропъ. 224
Сахаръ 223
Свекловичный сахаръ 225
Свинецъ 147
Свинцовый сахаръ 190
Свойства химическихъ соединеній 25
Свѣтильный газъ. 84
Свѣтъ дрюмондовъ 43
Свинцовый уксусъ 190
Семилоръ 151
Серебро 155
Симпатическія или таинственныя чернила . . . 147
Синеродъ 90
Синильная кислота. . . . . —
Скипидарное масло 231
Скипидаръ 233
Сливки и сметана 243
Слизистая кислота. 222
Сложные радикалы 184
Слисистый сахаръ 227
Сложные эѳиры 208
Сметана 243
Смолистыя масла. 233
Смолы . . . . . —
Содій 106
Солероды 96
Соли 25
Соли двойныя 95
Соли, среднія, кислыя и щелочныя . . . . . —

	Стран.
Сортутки	153
Спиртное броженіе	249
Спиртные напитки	251
Спиртъ оленьяго рога.	265
Спирты.	204
Силавокъ	147
Среднія, кислыя и щелочныя соли	95
Сталь	135
Станьолъ	146
Стеариновая кислота	192
Стеариновыя свѣчи	196
Стекло	110
Стрихнинъ	213
Стронцій	123
Супъ	244
Сухая перегонка	262
Сѣра	52
Сѣрная кислота	54
Сѣрная печень	105
Сѣрнистая кислота	57
Сѣрнистый алилъ.	232
Сѣрнистый мышьякъ, опермент, реальгаръ.	70
Сѣрный эѳиръ	208
Сѣроводородъ.	57
Сѣроуглеродъ	91
Сыворотка сладкая и кислая	244
Сырецъ или сахарный песокъ	223
Сырное вещество.	241
Сырцовая сталь или укладъ	136
Сычужокъ	244
Сюрьма.	153
Таблица кислородныхъ соединеній	35—36
Таблица простыхъ тѣлъ	13

Стран.

Таинственныя чернила. 144
Теорія объемовъ 181
Тлѣніе. 248
Томбакъ или семилоръ 151
Торфъ 258
Тростниковый сахаръ 223
Тяжелые металлы 132
Углекислота 78
Углеродистый азотъ, ціанъ или синеродъ. . . . 90
Углеродъ. 71
Укладъ 136
Уксусная кислота. 189
Уксусное броженіе. 253
Уксусокислая окись мѣди 190
Уксусокислая окись свинца . . . . . —
Ультрамаринъ 131
Фибринъ или волокнина 241
Фосфористая кислота 67
Фосфорная кислота . . . . . —
Фарфоръ 128
Фосфоръ 65
Фотогенъ, нафталинъ, креозотъ. 264
Фотографія 170
Фтороводородная кислота 64
Фторъ . . . . . —
Химическая гармоника. 41
Химическія дѣйствія свѣта. 167
Химическое соединеніе. 10
Химическое сродство 14
Хлороформъ 210
Хлоръ 59
Хлѣбъ 245
Хромъ 142

Стран.

Царская водка 61
Цементъ 119
Ціановодородная или синильная кислота 90
Ціанъ . . . . . —
Цинкъ 145
Частицы 180
Чугунъ 134
Швейнфуртская зелень. 153
Шеллакъ 234
Щавельная кислота 188
Щелочи 25
Эквиваленты. 17
Электролизъ. 161
Электрохимическія явленія . . . . . —
Энантовый эѳиръ. 209
Эѳиловый спиртъ иля водная окись эѳила . . . 204
Эѳирное горчичное масло 232
Эѳирныя масла 230
Эѳиръ или окись эѳила 207
Яблочная кислота 199
Яйца 243
Ялапная смола 234
Янтарь 235
Ярь мѣдянка . . . . . 153—190

УСЛОВІЯ ПОДПИСКИ.

1) Гг. подписчики, перемѣняющіе мѣсто жительства, должны просить почтовую контору прежняго ихъ мѣста жительства переслать имъ высланныя уже Редакціею по прежнимъ адресамъ книги, потому что Редакція не имѣетъ возможности требовать ихъ черезъ почту обратно для отсылки по новому адресу и потому не можетъ за нихъ отвѣчать.

2) При перемѣнѣ мѣста жительства, гг. подписчики должны сообщить Редакціи мѣсто, куда до этого посылались книги, и полный новый адресъ, обозначая ясно имя, отчество, фамилію, городъ и губернію.

3) Если кто изъ подписчиковъ получитъ какую нибудь книжку журнала въ разорванномъ видѣ, то можетъ сообщить объ этомъ Редакціи, которая немедленно вышлетъ другую. Равнымъ образомъ, если, по ошибкѣ переплетчика не окажется какого нибудь листа, то подписчикъ можетъ вытребовать его изъ Редакціи.

4) Въ случаѣ неисправнаго полученія, Редакція проситъ ожидать полученія слѣдующаго номера и затѣмъ справиться въ мѣстной почтовой конторѣ, а потомъ сообщить Редакціи о неполученіи предыдущаго номера, который тогда будетъ немедленно высланъ вновь.

5) Цѣна журнала: За 20 номеровъ (60 книжекъ), вышедшихъ съ мая 1863 г. по декабрь 1864 годъ 10 р. с. съ пересылкою (безъ пересылки 9 р. 50 к.). Подписная цѣна за 12 номеровъ (36 книжекъ) текущаго 1865 года 6 р. с. съ пересылкою (безъ пересылки 5 р. 50 к.).

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ:

Въ конторѣ Типографіи доктора М. Хана, въ С.-Петербургѣ, въ Графскомъ переулкѣ, д. № 5.

Гг. подписчиковъ просятъ сообщить подробный адресъ, обозначая ЯСНО имя, отчество, фамилію и мѣсто жительства (городъ и губернію).

Дозволено Цензурою. С.-Петербургъ, 20 августа 1865 года.

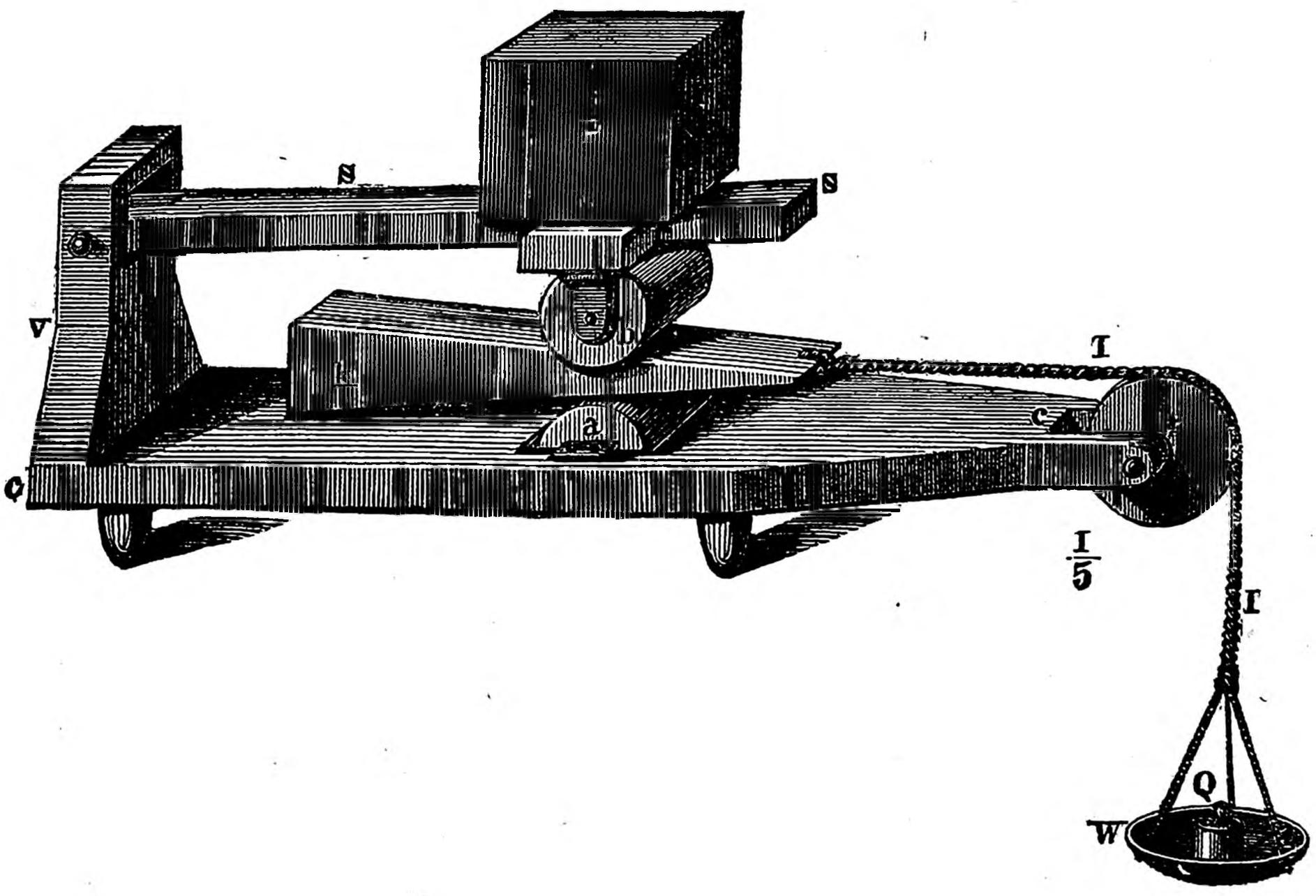
ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА. — *Редакторъ М. Ханъ.*

САМООБРАЗОВАНІЕ,

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ, УЧЕНО-ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЖУРНАЛЪ ДЛЯ ЛЮДЕЙ ВСЯКАГО ВОЗРАСТА,

ИЗДАВАЕМЫЙ М. ХАНОМЪ.

ГОДЪ ТРЕТІЙ.



КНИГА ПРИРОДЫ.

№ 9 за Сентябрь 1865 г.

КНИГА ПРИРОДЫ.

КНИГА ПРИРОДЫ

или общепонятное изложеніе

ХИМІИ, ФИЗИКИ, АСТРОНОМІИ, МИНЕРАЛОГІИ, ГЕОЛОГІИ, БОТАНИКИ, ФИЗІОЛОГІИ И ЗООЛОГІИ,

ДЛЯ ВСѢХЪ ЛЮБИТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВЕННЫХЪ НАУКЪ.

СОЧИНЕНІЕ

ФРИДРИХА ШЁДЛЕРА.

ПЕРЕВОДЪ СЪ ЧЕТЫРНАДЦАТАГО ИЗДАНІЯ, СО МНОГИМИ ПРИБАВЛЕНІЯМИ И ОБЪЯСНЕНІЯМИ.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

ФИЗИКА, ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФІЯ И АСТРОНОМІЯ.

Со многими рисунками.

ИЗДАНІЕ М. ХАНА.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

1866.

ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА.

Дозволено Цензурою. С.-Петербургъ, 20 сентября 1865 года.

ВВЕДЕНІЕ.

§ 1. Наука о такихъ явленіяхъ природы, которыя *не сопровождаются никакими измѣненіями состава* тѣлъ, въ которыхъ обнаруживаются эти явленія, называется *физикою*, въ противоположность химіи, которая, какъ мы видѣли (см. т. I. химія § 1.), разсматриваетъ явленія, зависящія отъ измѣненія *состава* тѣлъ.

Паденіе камня, звонъ колокола, увеличеніе предмета, разсматриваемаго въ микроскопъ, все это явленія физическія, потому что они не влекутъ за собою никакого измѣненія въ составѣ тѣлъ, которыя обнаруживаютъ эти явленія. Свѣтъ, проходящій чрезъ оконное стекло, также нисколько не измѣняетъ составныхъ частей послѣдняго; даже теплота только на время измѣняетъ обыкновенное состояніе тѣла.

Распознаваніе физическихъ явленій представляетъ по видимому нѣкоторыя затрудненія только тогда, когда они происходятъ одновременно съ другими явленіями.

Напримѣръ теплота, которая развивается при сгараніи дерева или угля, составляетъ предметъ физики, между тѣмъ какъ вопросъ о тѣхъ измѣненіяхъ, которымъ при этомъ подвергается самый уголь, относится къ области химическихъ явленій.

§ 2. Только благодаря внѣшнимъ впечатлѣніямъ, воспринимаемымъ нами при помощи органовъ чувствъ, мы мало по малу получаемъ вѣрное понятіе о томъ, что происходитъ около насъ. Такъ напр. по мѣрѣ того какъ человѣкъ смотритъ на окружающіе его предметы или осязаетъ ихъ, а еще болѣе по мѣрѣ того какъ онъ переходитъ отъ одного предмета къ другому, въ немъ остаются впечатлѣнія, которыя даютъ ему возможность уже съ раннихъ лѣтъ судить объ относительномъ положеніи всего его окружающаго, или, говоря другими словами, о *протяженіи* и *разстояніи*.

Одно зрѣніе еще не даетъ человѣку возможность вѣрно судить о разстояніи: мы видимъ, что грудной ребенокъ одинаково протягиваетъ свои ручонки какъ къ близкимъ, такъ и къ отдаленнымъ предметамъ. Онъ тянется къ лунѣ и звѣздамъ точно акже, какъ къ рожку или къ игрушкѣ, которые лежатъ у него подъ руками. Слѣпорожденный, который вслѣдствіе счастливой операціи вдругъ прозрѣлъ, въ первое время не имѣетъ еще никакого представленія о протяженіи и разстояніи. Ему кажется, что всѣ предметы, которые онъ видитъ, находятся въ одинаковомъ разстояніи отъ него; онъ даже не можетъ отличить большаго предмета отъ маленькаго. Только переходя отъ одного предмета къ другому и ощупывая все видимое имъ, онъ мало по малу начинаетъ отличать близкіе предметы отъ отдаленныхъ, большіе отъ маленькихъ. Но благодаря вкоренившейся привычкѣ дѣлать наблюденія при содѣйствіи двухъ чувствъ, мы наконецъ получаемъ возможность вѣрно судить о величинѣ и разстояніяхъ при помощи одного зрѣнія. Какъ простое разсужденіе, такъ и ежедневные опыты убѣждаютъ насъ, что протяженіе можетъ быть *измѣряемо* по тремъ направленіямъ: въ *вышину*, въ *ширину* и въ *глубину* или *высоту*.

Протяженіе всего измѣряемаго по этимъ тремъ направленіямъ называется *пространствомъ*. А такъ какъ каждое изъ упомянутыхъ трехъ измѣреній мысленно можетъ быть продолжено до

безконечности, то и самое пространство должно представляться намъ какъ нѣчто безконечное, безпредѣльное. Однакожъ мы легко можемъ представить себѣ ограниченную часть пространства и притомъ яснѣе, чѣмъ такъ называемое *безпредѣльное міровое пространство*.

§ 3. Такимъ же точно образомъ, въ каждомъ человѣкѣ, благодаря повторенію и разнообразію окружающихъ его предметовъ, безсознательно возникаетъ понятіе о *числѣ*, а естественный ходъ событій и рядъ повторяющихся явленій незамѣтно возбуждаетъ въ насъ понятіе о *времени*. Чтобы судить о томъ и о другомъ, человѣку необходимо имѣть какую нибудь внѣшнюю точку опоры и кромѣ того извѣстный навыкъ, потому что иначе всѣ представленія его о числѣ и времени будутъ также неточны какъ и представленія о пространствѣ безъ этихъ условій. Дыханіе, біеніе пульса, перемѣны дня и ночи и временъ года, представляютъ такія явленія, которыя даютъ намъ возможность измѣрять время и подраздѣлять его.

Изъ этого видно, что пространство, число и время составляютъ общія отвлеченныя понятія, которыя возбуждаются въ человѣкѣ вслѣдствіе внѣшнихъ впечатлѣній, воспринимаемыхъ имъ при содѣйствіи органовъ чувствъ, и которыя потому играютъ особенно важную роль при воззрѣніяхъ на явленія природы, входящія въ область физики. Ближайшее разсмотрѣніе понятій о числѣ и пространствѣ составляетъ предметъ особой науки—*математики*.

§ 4. Все, что наполняетъ пространство и вмѣстѣ съ тѣмъ доступно нашему осязанію, называется веществомъ или *матеріею*. Еслибы матерія наполняла собою все пространство, то она, подобно ему, была бы безконечна и между ними не было бы никакой разницы. Но матерія занимаетъ только нѣкоторыя части пространства, и всегда ограничена извѣстными предѣлами. Всякая ограниченная часть матеріи, безъ различія величины ея, называется *предметомъ* или *тѣломъ*.

Небесныя свѣтила, а слѣдовательно и земной шаръ, представляютъ собою ограниченныя части матеріи или *тѣла*. Въ сравненіи съ безпредѣльнымъ міровымъ пространствомъ, размѣры этихъ тѣлъ ничтожны, не смотря на то, что намъ они кажутся громадными.

§ 5. Матерія сама по себѣ не имѣетъ никакой причины подвергаться измѣненію, и она дѣйствительно всегда оставалась бы въ одномъ и томъ же положеніи, и притомъ совершенно неподвижною и неизмѣнною, еслибы въ ней не обнаруживались явленія, происходящія отъ дѣйствія на нее внѣшней причины, которую ученые условились называть *силою*.

Такъ напр. извѣстное всѣмъ явленіе, что всякое тѣло, лишенное опоры, *падаетъ* внизъ, приписывается особенной притягательной силѣ, которая называется *силою тяготѣнія*.

При разсматриваніи физическихъ явленій мы увидимъ, что въ природѣ есть силы, дѣйствіе которыхъ обнаруживается на чрезвычайно огромныхъ разстояніяхъ, между тѣмъ какъ другія силы проявляютъ свое дѣйствіе не иначе какъ при непосредственномъ прикосновеніи.

Къ числу первыхъ силъ слѣдуетъ отнести взаимное притяженіе, существующее между солнцемъ, луной и землею, равно магнетическую силу земли, которая всегда и вездѣ сообщаетъ магнитной стрѣлкѣ опредѣленное направленіе.

Напротивъ того къ силамъ, оказывающимъ свое дѣйствіе только при непосредственномъ прикосновеніи или по крайней мѣрѣ на самомъ близкомъ разстояніи, принадлежатъ такія, отъ которыхъ преимущественно зависятъ степень взаимной связи составныхъ частей тѣлъ, ихъ болѣе или менѣе правильный видъ, ихъ химическое измѣненіе и другія явленія. Силы этого рода извѣстны подъ названіемъ *частичныхъ* или *молекюлярныхъ*. Благодаря одной изъ такихъ силъ, частички замерзающей воды располагаются красивыми звѣздочками, которыя въ снѣжинкѣ удивляютъ насъ своею правильностью.

§ 6. Физическихъ явленій чрезвычайно много, а потому для болѣе удобнаго и систематическаго изложенія мы раздѣлимъ ихъ на слѣдующіе девять отдѣловъ:

1. Общія свойства тѣлъ.
2. Различныя состоянія тѣлъ.
3. Равновѣсіе и движеніе.
4. Звукъ.
5. Теплота.
6. Свѣтъ.
7. Магнетизмъ.
8. Электричество.
9. Метеорологія.

I. ОБЩІЯ СВОЙСТВА ТѢЛЪ.

§ 7. Такъ какъ физика разсматриваетъ явленія веществ-наго міра, то прежде всего мы должны составить себѣ ясное понятіе о сущности физическихъ тѣлъ, а для полученія такого понятія нужно познакомиться съ общими свойствами тѣлъ, т. е. съ тѣми, которыя мы замѣчаемъ во всѣхъ тѣлахъ вообще, какъ бы различны они ни были. Свойства эти слѣдующія: 1) *протяженность*; 2) *непроницаемость*; 3) *инерція* или *косность*; 4) *дѣлимость*; 5) *скважность*; 6) *сжимаемость* и *расширяемость*, и 7) *тяжесть* или *тяготѣніе*.

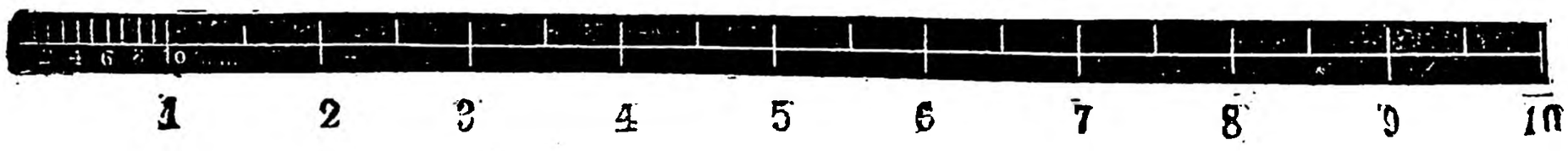
§ 8. *Протяженность*. Такъ какъ всякое тѣло занимаетъ въ природѣ извѣстную часть пространства, то весьма естественно, что оно должно имѣть опредѣленные размѣры или *протяженіе*. При изложеніи физическихъ явленій намъ такъ часто придется ссылаться на это свойство, что мы не считаемъ лишнимъ указать здѣсь, какимъ образомъ получается ясное представленіе о протяженіи, и какъ оно измѣряется.

Чтобы получить понятіе о томъ, какъ велико протяженіе

какого нибудь тѣла, идущее неуклонно по прямому направленію, слѣдуетъ прибѣгнуть къ такъ называемой *погонной мѣрѣ*. Что не только для научныхъ цѣлей, но и для всеобщаго примѣненія необходимо имѣть опредѣленную и постоянную единицу мѣры, это очевидно безъ всякихъ объясненій. Французскіе ученые, которымъ поручено было отысканіе однообразной погонной мѣры, произвели самое точное измѣреніе большаго круга, проходящаго чрезъ оба полюса земли и называемаго меридіаномъ, раздѣлили четвертую часть этого круга на десять милліоновъ равныхъ частей и, принявъ одну изъ этихъ частей за единицу погонной мѣры, назвали ее *метромъ* (1).

Подраздѣленіе метра основано на десятичной системѣ. Такимъ образомъ 1 метръ равняется 10 дециметрамъ, 1 дециметръ 10 сантиметрамъ, 1 сантиметръ 10 миллиметрамъ, или иначе: 1 метръ равенъ 10 дециметрамъ=100 сантиметрамъ=1000 миллиметрамъ. Рисунокъ 1 изображаетъ дециметръ съ подраздѣленіемъ его на сантиметры и миллиметры.

Рис. 1.



Въ большей части прочихъ государствъ за единицу погонной мѣры принятъ футъ съ его подраздѣленіями на дюймы и линіи, по двумъ системамъ, т. е. на 10 или 12.

Сравнительная таблица погонныхъ мѣръ въ разныхъ странахъ.

	футы.	дюймы.	линіи.	миллиметры.
Великое герц. гессендармштатское	1	= 10	= 100	= 250.
Саксонія	1	= 12	= 144	= 283.

(1) Метръ равенъ 1 аршину и $6^1/_2$ вершкамъ.

Франкфуртъ на Майнѣ. . .	1	= 12	= 144	= 284.
Брауншвейгъ	1	= 12	= 144	= 285.
Виртембергъ и Гамбургъ . .	1	= 10	= 100	= 286.
Курфиршество гессенское . .	1	= 12	= 144	= 287.
Баварія	1	= 12	= 144	= 291.
Гановеръ.	1	= 12	= 144	= 292.
Баденъ	1	= 10	= 100	= 300.
Англія	1	= 12	= 144	= 304.
Пруссія (рейнскій футъ) . .	1	= 12	= 144	= 313.
Австрія	1	= 12	= 144	= 316.
Франція (парижскій футъ). .	1	= 12	= 144	= 324.

У насъ въ Россіи за единицу погонной мѣры принятъ русскій или англійскій футъ, образецъ котораго хранится на с.-петербургскомъ монетномъ дворѣ. Русскій футъ, подобно англійскому, дѣлится на 12 равныхъ частей, называемыхъ *дюй-мами*, изъ которыхъ каждый подраздѣляется на 10 частей, именуемыхъ *линіями*. Семь русскихъ футовъ составляютъ *са-жень*, а 500 саженъ составляютъ версту.

Плоскость, т. е. пространство, идущее по двумъ направле-ніямъ, измѣряется квадратною мѣрою. Опредѣленныя части про-странства, занятыя тѣлами по всѣмъ тремъ направленіямъ, измѣ-ряются кубическою мѣрою, при помощи которой опредѣляется вмѣстительность или, что тоже самое, объемъ или величина тѣла.

Подраздѣленіе и обозначеніе мѣръ.

I. ДЕСЯТИЧНАЯ МѢРА.

1 футъ	($1'$)	=	10 дюйм.	($10''$)	=	100 линіямъ. ($100'''$).
			1 дюймъ	($1''$)	=	10 » ($10'''$).
1 кв. футъ	(1 кв$'$)	=	100 кв. д.	(100 кв$''$)	=	10000 кв. л. (10000 кв$'''$).
			1 кв. д.	(1 кв$''$)	=	100 кв. л (100 кв$'''$).
1 куб. футъ	(1 к$'$)	=	1000 к. д.	(1000 к$''$)	=	1000000 к. л. (1000000 к$''$).

II ДВѢНАДЦАТИДОЛЬНАЯ МѢРА.

1 футъ	(1′)	=	12 дюйм.	(12″)	=	144 лин. (144‴).
		=	1 дюйм.	(1″)	=	12 » (12‴).
1 кв. футъ	(1 кв′)	=	144 кв. д.	(144 кв″)	=	20736 к. л. (20736 кв‴).
			1 кв. д.	(1 кв″)	=	144 кв. л. (144 кв‴).
1 куб. футъ	(1 куб′)	=	1728 куб. д.	(1728 куб″)	=	2985984 к. л. (2985984 к‴).
			1 куб. д.	(1 куб″)	=	1728 куб. л. (1728 куб‴).

Весьма полезно заставлять учащихся дѣлать точныя измѣренія извѣстныхъ пространствъ, напримѣръ учебной залы, а также предметовъ, въ ней находящихся и запоминать полученные результаты; потому что при такихъ упражненіяхъ они могутъ пріобрѣсти навыкъ къ наглядному измѣренію.

§ 9. *Непроницаемость.* — Одна протяженность предмета еще не доказываетъ, что онъ дѣйствительно вещественное тѣло, потому что иначе къ физическимъ тѣламъ пришлось бы отнести и всякое изображеніе, представляемое зеркаломъ, а также тѣнь отъ любаго предмета, такъ какъ и то, и другое имѣютъ извѣстное протяженіе и ограничены извѣстными предѣлами. Главный признакъ всякаго тѣла заключается въ его *непроницаемости.* Это значитъ, что всякое тѣло такимъ образомъ наполняетъ собою занятое имъ пространство, что въ послѣднемъ въ то же самое время уже не можетъ помѣститься никакое другое тѣло. Въ непроницаемости всѣхъ тѣлъ убѣждаетъ насъ ежедневное простое наблюденіе, потому что на томъ мѣстѣ, гдѣ стоитъ напр. коммодъ или стулъ, не можетъ въ то же самое время находиться другой коммодъ, другой стулъ или вообще какое-нибудь другое тѣло.

Физическія препятствія и преграды, которыя мы встрѣчаемъ на пути, когда идемъ по одному и тому же направленію, суть не что иное, какъ слѣдствія непроницаемости тѣлъ, попадающихся намъ на дорогѣ.

Воздухъ также непроницаемъ, и точно также совершенно наполняетъ занимаемое имъ пространство, а потому его слѣдуетъ разсматривать какъ часть матеріи, какъ настоящее тѣло. Объяснимъ это нагляднѣе. Если стаканъ поставить отверстіемъ на поверхность воды такъ, чтобы воздухъ не могъ выйдти изъ него, и потомъ погрузить его, то онъ не наполнится водою, какъ бы глубоко ни погружали его. Это доказываетъ, что находящійся въ стаканѣ воздухъ непроницаемъ и что по этому его мѣсто можетъ быть занято водою не иначе, какъ по предварительномъ вытѣсненіи его оттуда. На этой непроницаемости воздуха основано устройство водолазнаго колокола. Чтобы объяснить, какимъ образомъ водолазъ можетъ опускаться на дно морское, мы просимъ читателя представить себѣ пробку, плавающую въ стекляномъ сосудѣ, наполненномъ водою (рис. 2). Если накрыть ее стаканомъ и потомъ начать медленно погружать его въ воду, то пробка опустится на дно вмѣстѣ съ стаканомъ, не будучи поглощена водою, потому что послѣдняя вытѣсняется давленіемъ воздуха, заключеннаго въ стаканѣ, и потому поверхность ея понижается; но по мѣрѣ подниманія стакана, пробка постоянно будетъ подыматься вмѣстѣ съ поверхностью воды. Благодаря успѣхамъ, сдѣланнымъ въ новѣйшее время механикой и химіей, водолазное искуство значительно усовершенствовалось, потому что теперь нашли средство освѣжать воздухъ въ колоколѣ.

Рис. 2.



Изъ сказаннаго нами слѣдуетъ, что въ природѣ пустаго пространства не можетъ быть, и что мы совершенно неосновательно называемъ иной сосудъ пустымъ, потому что если въ немъ не содержится никакой жидкости, то онъ все-таки всегда бываетъ наполненъ матеріею, именно воздухомъ, и только

вытѣснивъ его мы можемъ предоставить занимаемое имъ мѣсто другой матеріи, напримѣръ водѣ или другому тѣлу, которое плотнѣе воздуха. Иногда намъ однакожъ представляются явленія, при которыхъ кажется, будто одно тѣло проникаетъ въ другое. Напр. если смѣшать стаканъ воды со стаканомъ спирту, то получится меньше двухъ стакановъ смѣси. Подобное сжатіе мы замѣчаемъ также въ смѣси нѣкоторыхъ металловъ, какъ напр. въ латуни, состоящей изъ цинка и мѣди. При видѣ такихъ явленій, можно подумать, что нѣкоторыя тѣла проницаемы; но отнюдь не бывало: тутъ только бываетъ новая группировка частицъ, перемѣна ихъ положенія, вслѣдствіе чего онѣ сближаются другъ съ другомъ, и уменьшается пространство, занимаемое скважинами. Когда въ деревянную стѣну вколачивается гвоздь, то также можетъ показаться, будто одно тѣло проникаетъ въ другое; на самомъ же дѣлѣ этого нѣтъ, потому что въ приведенномъ нами примѣрѣ, гвоздь раздвигаетъ частицы дерева и занимаетъ ихъ мѣсто. Наливъ воды на кучу песку, мы замѣчаемъ, что вода быстро исчезаетъ, и тѣмъ самымъ вводитъ насъ въ сомнѣніе на счетъ проницаемости тѣлъ; но въ этомъ случаѣ она проникаетъ не въ самыя песчинки, а только въ находящіеся между ними промежутки.

§ 10. *Инерція* или *косность*. Подъ этимъ свойствомъ разумѣютъ неспособность тѣлъ произвольно измѣнять положеніе, въ которомъ они находятся. Свойство это мы выводимъ изъ ежедневныхъ наблюденій и опытовъ, которые убѣждаютъ насъ, что въ природѣ всякое тѣло обнаруживаетъ постоянное стремленіе оставаться неподвижно и неизмѣнно въ однажды принятомъ положеніи, и что всякая перемѣна его совершается не иначе какъ подъ вліяніемъ какой-нибудь посторонней силы. Такъ напр. мы видимъ, что шаръ, находящійся въ покоѣ, неизмѣнно сохраняетъ свое положеніе до тѣхъ поръ, пока какая-нибудь внѣшняя сила не приведетъ его въ движеніе, и наоборотъ, тотъ же шаръ, приведенный въ движеніе толчкомъ, продолжаетъ катиться до тѣхъ

поръ, пока онъ не встрѣтится съ противодѣйствующею силою, которая пріостанавливаетъ его движеніе. О вліяніи инерціи на физическія явленія, обусловливаемыя движеніемъ тѣлъ, мы будемъ говорить ниже.

§ 11. *Дѣлимость*. Каждое тѣло, извѣстными средствами, можетъ быть раздроблено на мельчайшія части. Мы видимъ напр., что самые твердые камни измельчаются въ пыль подъ давленіемъ переѣзжающихъ черезъ нихъ экипажей, что хлѣбныя зерна измалываются въ мельчайшую муку подъ вліяніемъ мельничнаго жернова, и что всякій металлъ посредствомъ напилка превращается въ мельчайшія порошинки, посредствомъ молота въ тончайшіе листы, а посредствомъ плющильнаго станка въ проволоку, которая бываетъ иногда тоньше волоса; мы видимъ также, что каждую каплю воды или вообще всякой другой жидкости можно съ помощію кисточки или мизинца размазать такъ, что она займетъ большое пространство. Черезъ нѣсколько времени, смоченная ею поверхность снова просыхаетъ, потому что вода испаряется и при этомъ дробится на такія мелкія частицы, которыхъ простымъ глазомъ нельзя видѣть.

Изъ этого слѣдуетъ, что дѣлимость есть общее свойство тѣлъ, и что дробленіе можетъ быть произведено или посредствомъ извѣстныхъ орудій, или съ помощію силъ природы. Въ первомъ случаѣ процессъ дѣленія называется *механическимъ*, а въ послѣднемъ *физическимъ*.

До какой степени можетъ простираться механическая дѣлимость тѣлъ, видно изъ слѣдующихъ примѣровъ:

Шелковичный червь прядетъ нити, которыя, будучи положены плотно одна подлѣ другой, въ числѣ ста, едва закрываютъ пространство миллиметра, т. е. тысячную часть метра (см. § 8). Изъ платины, какъ извѣстно, выдѣлывается проволока такой тонизны, что надо сложить сто сорокъ такихъ проволочныхъ нитей, чтобы составился пучокъ толщиною въ шелковинку кокона. Двѣнадцать такихъ платиновыхъ прово-

локъ, положенныхъ рядомъ, не будутъ шире коконной нитки, а слѣдовательно, для закрытія миллиметра ихъ потребуется по крайней мѣрѣ 1200 штукъ.

Физическимъ путемъ дѣленіе тѣлъ можетъ быть доведено до несравненно высшей степени. Если, напримѣръ, распустить крупинку соли въ стаканѣ воды, то въ каждой капелькѣ раствора, которую мы извлечемъ изъ него остріемъ булавки, будетъ находиться извѣстная частичка соли. Кусочекъ мускуса, оставаясь въ комнатѣ, наполняетъ воздухъ сильнымъ запахомъ, и не смотря на то мускусъ нисколько не утрачиваетъ своего вѣса.

Не менѣе разительный примѣръ чрезвычайной дѣлимости мы видимъ на микроскопическихъ животныхъ, которыя названы такъ потому, что ихъ можно видѣть только съ помощію увеличительныхъ стеколъ микроскоповъ. Животныя эти находятся въ стоячихъ водахъ, въ уксусѣ, сухомъ сырѣ и пр.; нѣкоторыя изъ нихъ такъ малы, что нѣсколько сотъ ихъ можетъ помѣститься на булавочной головкѣ; а между тѣмъ движутся и питаются, слѣдовательно имѣютъ необходимые для этого органы: до какой степени, значитъ, должны быть малы тѣ части веществъ, которыми они питаются!

Но какъ ни изумительно малы частички, на которыя можетъ быть раздроблена всякая матерія, все же никакъ нельзя предполагать, чтобы дѣлимость тѣлъ вовсе не имѣла предѣловъ, потому что если допустить, что дѣленіе тѣла можетъ простираться до безконечности, или говоря другими словами, что величина послѣднихъ недѣлимыхъ частицъ обратится въ нуль, то какимъ же образомъ изъ совокупности частицъ, не имѣющихъ протяженія, можетъ образоваться непроницаемое тѣло, занимающее извѣстное пространство. По этому мы невольно приходимъ къ тому заключенію, что каждое тѣло состоитъ изъ малѣйшихъ частицъ матеріи, называемыхъ *атомами*, которыя уже не могутъ быть раздѣлены на меньшія доли; и что атомы эти должны быть такъ малы, что намъ нельзя видѣть

ихъ не только простымъ глазомъ, но даже при помощи самыхъ сильныхъ увеличительныхъ стеколъ.

Изъ всего вышеизложеннаго слѣдуетъ, что масса всякаго тѣла обусловливается единственно количествомъ атомовъ, и что свойства его зависятъ отъ состава и расположенія послѣднихъ.

Въ послѣдствіи мы увидимъ, что такого рода выводы болѣе или менѣе подтверждаются результатами наблюденій и изслѣдованій природы.

§ 12. *Скважность*. Маленькія отверстія въ кожѣ, изъ которыхъ выступаютъ испаренія и потъ, называются *скважинами* или *порами*, а по этому и тѣламъ, черезъ которыя проникаетъ вода или воздухъ, даютъ названіе *скважистыхъ*; но такъ какъ эта способность замѣчается почти во всѣхъ тѣлахъ, то скважность также отнесена къ общимъ свойствамъ ихъ.

Въ наиболѣе скважистыхъ тѣлахъ, какъ напримѣръ въ губкѣ, деревѣ, древесномъ углѣ, пробкахъ и хлѣбномъ мякишѣ, большія и многочисленныя поры замѣтны съ перваго взгляда. Скважность же другихъ тѣлъ обнаруживается только при извѣстныхъ обстоятельствахъ. Если, напримѣръ, взять пустой шаръ, отлитый изъ желѣза, золота или другаго плотнаго металла, наполнить его водою и тщательно запаявъ отверстіе, начать бить по немъ молотомъ, то мы увидимъ, что при каждомъ ударѣ поверхность шара будетъ покрываться мельчайшими капельками жидкости, которыя расположатся на ней въ видѣ росы или пота. Это доказываетъ, что вода проникаетъ черезъ скважины металла.

Стекло и нѣкоторыя другія тѣла ни въ какомъ случаѣ не пропускаютъ ни воды, ни воздуха. Хотя многіе факты доказываютъ, что даже эти тѣла не лишены нѣкоторой степени скважности, однако вообще принято называть скважистыми тѣлами только тѣ, которыя обнаруживаютъ это свойство при обыкновенныхъ условіяхъ.

§ 13. *Сжимаемость и расширяемость*. Одно и тоже

тѣло не всегда занимаетъ одинаковое пространство; подъ вліяніемъ внѣшняго давленія и холода, оно можетъ уменьшаться, а при растягиваніи и нагрѣваніи увеличиваться въ объемѣ. Это свойство тѣлъ, обусловливающеєся сближеніемъ ихъ частицъ, есть слѣдствіе и доказательство скважности, потому что какъ скоро въ массѣ какого нибудь тѣла есть промежутки, то оно всегда можетъ быть сжато въ большей или меньшей степени, смотря по употребляемой для того силѣ давленія.

Въ самомъ дѣлѣ, до сихъ поръ еще не знаютъ такого тѣла, которое, находясь подъ вліяніемъ внѣшняго давленія, не уменьшалось бы въ объемѣ. Очевидно, что каждое тѣло становится тѣмъ плотнѣе, чѣмъ значительнѣе давленіе, которому оно подвергается, и что сопротивленіе его увеличивается по мѣрѣ усиленія гнета.

Изъ всѣхъ тѣлъ воздухъ, безспорно, наиболѣе обладаетъ свойствомъ уменьшаться въ объемѣ, между тѣмъ какъ вода и всякая другая жидкость сжимаются только въ весьма незначительной степени. Это свойство жидкостей до того поразительно, что если бы, напримѣръ, мы палили 20 кубич. дюймовъ какой нибудь жидкости, въ пушечно-чугунное дуло, стѣнки котораго имѣютъ три дюйма въ толщину, и потомъ начали бы подвергать ее сильному давленію съ цѣлью уменьшить ея объемѣ до девятнадцати кубич. дюймовъ, то она скорѣе разорвала бы стѣнки пушки, чѣмъ дать уменьшить объемъ свой на одинъ куб. дюймъ.

Само собою разумѣется, что очень скважистыя тѣла сжимаются въ значительной степени; однако и металлы, когда ихъ подвергаютъ ковкѣ и чеканкѣ, болѣе или менѣе уменьшаются въ объемѣ; даже самое стекло нѣсколько сжимается, изъ чего слѣдуетъ, что и оно имѣетъ поры или скважины, но конечно такія маленькія, что ихъ трудно замѣтить даже хорошо вооруженнымъ глазомъ.

Подъ *расширяемостью* разумѣютъ такое свойство тѣлъ, по которому они стремятся запять большее пространство, коль

скоро ихъ подвергаютъ нагрѣванію или уменьшаютъ силу внѣшняго давленія, подъ вліяніемъ котораго они находятся.

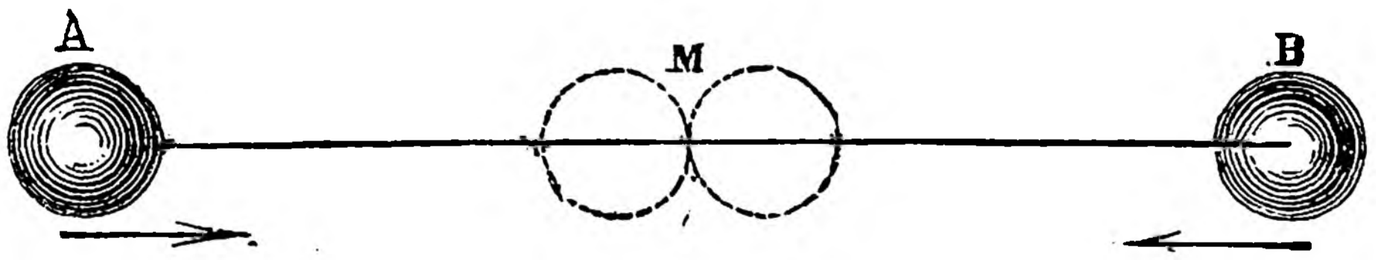
Можно принять за правило, что пространство, занимаемое какимъ нибудь тѣломъ, становится тѣмъ обширнѣе, чѣмъ больше это тѣло нагрѣвается.

Всего сильнѣе и замѣтнѣе обнаруживается расширяемость въ такихъ тѣлахъ, которыя не разлагаются даже при самомъ сильномъ жарѣ, какъ напримѣръ въ воздухѣ и въ водѣ. Одинъ кубическій футъ воды, разогрѣтой до парообразнаго состоянія, наполняетъ собою пространство въ 1700 куб. футовъ.

§ 14. *Тяжесть. Всѣ тѣла взаимно притягиваются съ соотвѣтственною ихъ массѣ силою, которая называется тяжестью или тяготѣніемъ.*

Представимъ себѣ, что двѣ совершенно равныя массы, A и B (рис. 3), взаимно притягиваютъ одна другою съ одинаковою

Рис. 3.

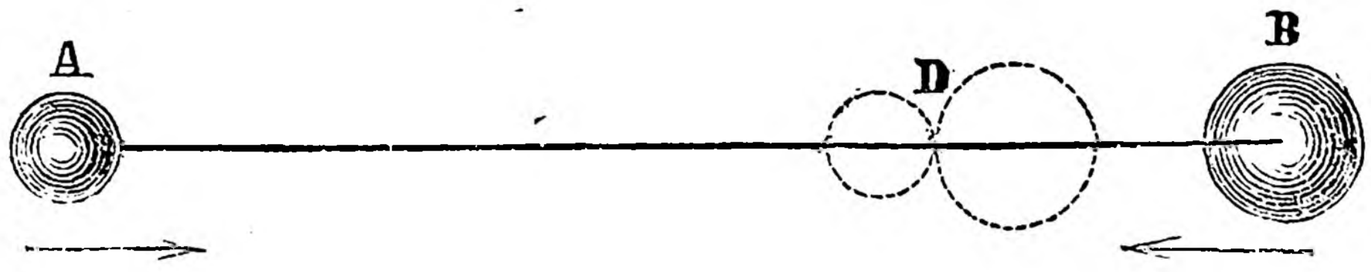


силою, и что это взаимное притяженіе ихъ не нарушается никакою постороннею силою: очевидно, что обѣ эти массы, повинуясь притягательной силѣ, постепенно и съ одинакою скоростью будутъ приближаться другъ къ другу и наконецъ сойдутся въ точкѣ M, находящейся какъ-разъ на серединѣ ихъ первоначальнаго взаимнаго разстоянія. Если же, какъ показано на рис. 4, объемъ массы B вдвое больше объема массы A, то сила, съ какою масса B притягиваетъ массу A, будетъ также вдвое больше притягательной силы A, которая въ свою очередь дѣйствуетъ на B; слѣдовательно при взаимномъ приближеніи обѣихъ массъ, A будетъ двигаться съ удвоенною скоростью противъ B, т. е. она пройдетъ вдвое больше разстоя-

*

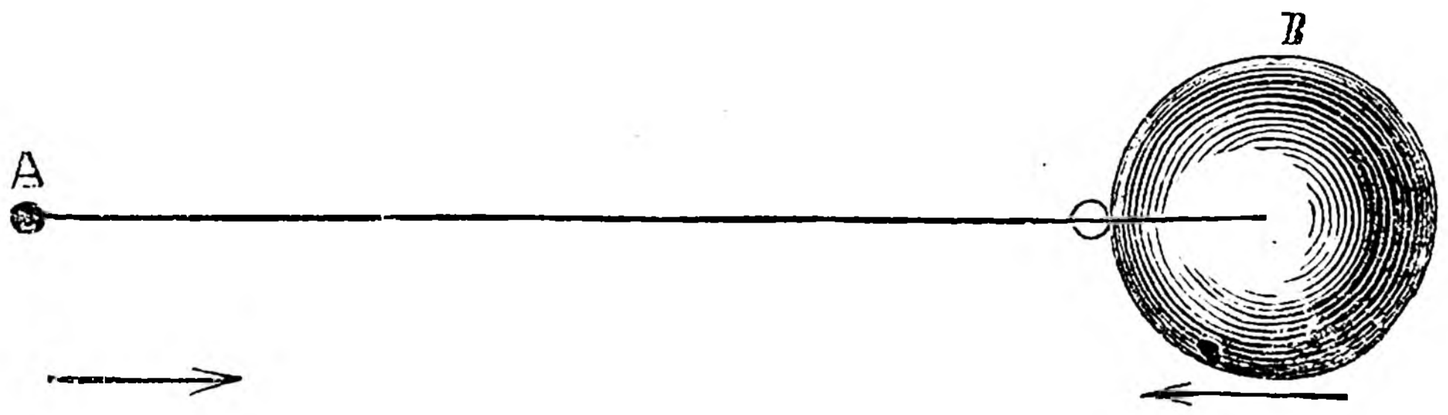
нія, чѣмъ масса B, а потому обѣ массы столкнутся уже не на серединѣ, какъ это было въ первомъ случаѣ, а въ точкѣ D, лежащей на одной трети общаго разстоянія. Изъ этихъ примѣровъ видно, что меньшая масса совершаетъ всегда больший

Рис. 4.



путь, и это выказывается тѣмъ разительнѣе, чѣмъ больше разницы между объемами двухъ взаимно притягпвающихся массъ. Положимъ напр., что масса тѣла A равна 1, а B равна 100 (см. рис. 5). Здѣсь движеніе массы B столь незначительно,

Рис. 5.



что она кажется неподвижною, между тѣмъ какъ маленькое тѣло A движется къ ней съ большою скоростью. Этимъ объясняется самое обыкновенное изъ всѣхъ явленій, а именно *паденіе* тѣлъ, потому что въ сравненіи съ земнымъ шаромъ всѣ тѣла, находящіяся на его поверхности, чрезвычайно малы и потому притягиваются ею съ необыкновенною силою. По этому тяжесть есть причина *паденія* тѣлъ, и наблюденіе показало, что если какое нибудь тѣло падаетъ всего одну секунду, то оно въ этотъ промежутокъ времени совершаетъ путь въ 15 парижскихъ футовъ.

Если повѣсить на нити какое-нибудь тѣло, Рис. 6.

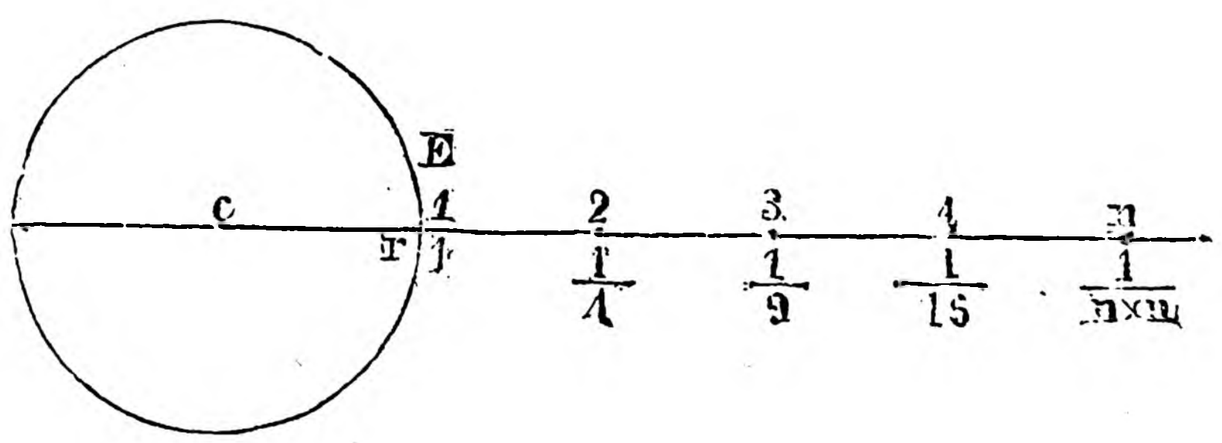


напримѣръ свинцовую пулю, то оно хотя и не упадетъ, однако, вслѣдствіе притяженія, сообщитъ нити такое положеніе, которое соотвѣтствуетъ направленію силы тяготѣнія (рис. 6). Это положеніе называется *отвѣсным*ъ или вертикальнымъ, а простой снарядъ, показывающій направленіе силы тяготѣнія, носитъ названіе *отвѣса* или *лота*. Направленіе же, которое съ отвѣсомъ образуетъ прямой уголъ, называется *горизонтальнымъ*.

Поверхность воды, находящейся въ спокойномъ состояніи, всегда имѣетъ горизонтальное положеніе.

§ 15. *Законъ тяготѣнія*. Предположимъ, что направленіе, принятое отвѣсомъ, продолжается по прямой линіи. Въ такомъ случаѣ эта линія пойдетъ по направленію къ центру земли, а такъ какъ подобная линія можетъ быть проведена отъ всякой точки земной поверхности, то понятно, что общая притягательная сила земли E (рис. 7) сосредоточивается въ ея центрѣ c. Такимъ образомъ, всякое тѣло на поверхности земли находится отъ центральной точки притяженія въ разстояніи, равномъ по-

Рис. 7.



ловинѣ поперечника (діаметра) земнаго шара r, и притягивается къ ней съ силою, которую мы обозначаемъ 15, т. е. скоростью паденія тѣла (мы видѣли, что всякое падающее тѣло проходитъ въ секунду 15 париж. футовъ). По мѣрѣ увеличе-

нія разстоянія, сила притяженія измѣняется и становится тѣмъ слабѣе, чѣмъ болѣе мы удаляемся отъ центра земли. Это уменьшеніе силы тяготѣнія подчиняется особому опредѣленному закону, который можно пояснить слѣдующимъ образомъ:

Если сила тяготѣнія въ разстояніи 1 (т. е. равномъ поло-винѣ поперечника) отъ центра земли обозначается скоростью паденія тѣла (т. е. 15 футовъ въ секунду), то въ разстояніи 2 (удвоенномъ, т. е. равномъ цѣлому поперечнику), эта сила будетъ равна уже только $^{15}/_{4}$, въ разстояніи 3 (утроенномъ) $=^{15}/_{9}$, въ разстояніи 4 (учетверенномъ) $=^{15}/_{16}$, и т. д. Такимъ образомъ сила тяготѣнія на любомъ разстояніи можетъ быть выражена дробью, числитель которой всегда равняется 15, а знаменатель произведенію, полученному отъ умноженія разстоянія на самое себя; короче сказать: *сила тяготѣнія уменьшается пропорціанально квадрату разстоянія.*

Не слѣдуетъ однако думать, что скорость паденія на вершинѣ высочайшихъ горъ составляетъ менѣе 15 футовъ въ секунду. Эти горы сравнительно съ массою земли такъ ничтожны, что не могутъ имѣть вліянія на увеличеніе скорости паденія.

§ 16. *Паденіе тѣлъ въ безвоздушномъ пространствѣ.* Такъ какъ сила тяготѣнія дѣйствуетъ какъ на отдѣльную частицу матеріи, такъ и на всю ея массу, то всѣ тѣла, какъ большія, такъ и маленькія, по настоящему должны падать съ одинаковою скоростью; а между тѣмъ на дѣлѣ выходитъ иначе.

Мы видимъ напр., что листокъ бумаги, перышко, соломинка и другія легкія тѣла падаютъ съ одинаковой высоты съ меньшею скоростью, нежели камень или свинцовая пуля. Это происходитъ только отъ того, что воздухъ оказываетъ легкимъ тѣламъ гораздо больше сопротивленія, чѣмъ тяжелымъ, потому что въ безвоздушномъ пространствѣ всѣ тѣла безъ исключенія падаютъ съ одинаковою скоростью.

О возрастающей скорости паденія тѣлъ, мы будемъ говорить въ своемъ мѣстѣ.

§ 17. *Вѣсъ.* Вслѣдствіе притяженія, производимаго землей на каждую частицу тѣла одинаково, послѣднее оказываетъ соотвѣтственное давленіе на поверхность, на которой оно находится. Это давленіе, производимое всѣми частями тѣла на какую нибудь горизонтальную поверхность, называется *вѣсомъ* тѣла. По этому вѣсъ тѣла обусловливается количествомъ составныхъ его частицъ или массою, и чѣмъ больше эта масса, тѣмъ значительнѣе и вѣсъ ея. Когда хотятъ сравнить вѣсъ двухъ тѣлъ, ихъ привѣшиваютъ къ обоимъ концамъ такъ называемаго равноплечнаго рычага или коромысла. Если вѣсъ ихъ одинаковъ, то коромысло остается въ горизонтальномъ положеніи; въ противномъ же случаѣ оно склоняется на сторону болѣе тяжелаго тѣла. Снарядъ, употребляемый для сравненія тяжестей или давленій, производимыхъ различными массами тѣлъ на горизонтальную подпору, называется *вѣсами*.

§ 18. *Вѣсомъ* называютъ также опредѣленныя единицы массъ, принятыя въ различныхъ странахъ для *взвѣшиванія* предметовъ, т. е. для сравненія ихъ различныхъ массъ или выраженія ихъ въ числахъ.

Въ наукѣ за сравнительную единицу вѣса принятъ *граммъ*. Для полученія этой единицы берутъ кубическій сосудъ (рис. 8), каждая сторона котораго равна одному сантиметру, а вмѣстимость равняется одному кубическому сантиметру, и наполняютъ его водой, температура которой равна $+4^{\circ}$Ц. Такимъ образомъ, одинъ куб. сантиметръ воды представляетъ опредѣленную единицу вѣса, и когда намъ говорятъ, что такое-то тѣло вѣситъ 80 граммовъ, то это зничитъ, что при взвѣшиваніи этого тѣла вѣсы должны прійдти въ равновѣсіе, если на одинъ лотокъ ихъ положить самое тѣло, а на другой 80 куб. сантиметровъ воды. Само собою разумѣется, что результатъ взвѣшиванія нисколько не измѣнится, если мы вмѣсто кубиковъ, наполненныхъ водою, возмемъ металлическія пластинки, изъ которыхъ каждая уравновѣши-

Рис. 8.



вается однимъ куб. сантиметромъ воды; а между тѣмъ самый процессъ взвѣшиванія значительно упростится. На этомъ-то и основано употребленіе такъ называемыхъ *гиръ*.

Число граммовъ, потребное для уравновѣшанія тяжести какого-нибудь тѣла, принято называть *абсолютнымъ* или *собственнымъ вѣсомъ* тѣла.

Въ торговлѣ употребляется другая единица вѣса, *фунтъ*, величина котораго въ разныхъ странахъ различна, какъ это видно изъ слѣдующей таблицы:

Въ Австріи и Баваріи	фунтъ	заключаетъ	въ себѣ	560	граммовъ
» Пруссіи и прочихъ странахъ Таможеннаго Союза, за исключеніемъ Баваріи и курфиршества Гессенскаго	»	»	»	500	»
» Гамбургѣ	»	»	»	484	»
» курф. Гессенскомъ . .	»	»	»	467	»
» Англіи	»	»	»	453	»
во Франціи 1 килогр . . .	»	»	»	1000	»

Русскій же фунтъ = 32 лота или 96 золотн. или 9216 долямъ, которыхъ на одинъ граммъ идетъ 22,516.

§. 19. *Плотность*. По видимому можно бы было ожидать, что вѣсы придутъ въ равновѣсіе, если на одинъ лотокъ ихъ поставить кубич. дюймъ воды, а на другой кубич. дюймъ свинца, такъ какъ эти оба тѣла совершенно одинаковаго объема. Однако на дѣлѣ выходитъ противное. Опытъ убѣждаетъ насъ, что для уравновѣшанія одного кубич. дюйма свинца надо поставить на другой лотокъ вѣсовъ не одинъ, а одиннадцать кубич. дюймовъ воды. Если же вмѣсто свинца взять такое же количество ртути или золота для взвѣшиванія, то потребуется въ первомъ случаѣ 13, а въ послѣднемъ 19 куб. д. воды.

Поставивъ на вѣсы одинъ куб. дюймъ воды съ одной стороны, и одинъ куб. дюймъ виннаго спирта съ другой, мы увидимъ, что равновѣсіе вѣсовъ нарушится въ пользу первой. Тоже самое произойдетъ, если вмѣсто виннаго спирта возмемъ скипидарнаго, маковаго или какого-нибудь другаго растительнаго масла.

Изъ этого слѣдуетъ, что различныя тѣла содержатъ при одномъ и томъ же объемѣ весьма неравное число частицъ или атомовъ. Представляя себѣ, что въ однихъ тѣлахъ эти частицы лежатъ ближе одна возлѣ другой, а въ другомъ дальше, легко понять, почему различныя тѣла, при равныхъ объемахъ заключаютъ въ себѣ неодинаковое количество массы или, говоря другими словами, имѣютъ разныя *плотности*.

Кубич. дюймъ свинца напр. содержитъ въ себѣ въ одиннадцать разъ больше матеріи, чѣмъ кубич. дюймъ воды., слѣдовательно свинецъ во столько же разъ плотнѣе, а вмѣстѣ съ тѣмъ и тяжелѣе воды. Напротивъ того, винный спиртъ и масло отличаются меньшею плотностью, нежели вода, а потому онъ и легче ея вѣсомъ. Изъ этого мы можемъ вывести слѣдующій законъ: *вѣсъ тѣлъ пропорціоналенъ количеству содержащейся въ нихъ массы.*

Въ обыденной жизни *легкими* тѣлами считаются такія, которыя, заключая въ себѣ незначительное количество матеріи, занимаютъ относительно большое пространство; сюда относятся напримѣръ пробка, древесный уголь, морская губка и т. п.

При опредѣленіи относительной плотности тѣлъ, за сравнительную единицу принимаютъ плотность или вѣсъ кубич. дюйма воды. *Число, выражающее относительный вѣсъ тѣла*, т. е. большую или меньшую степень его плотности въ сравненіи съ одинаковымъ объемомъ воды, называется *относительною плотностью* или *удѣльнымъ вѣсомъ тѣла*. Въ нижеслѣдующей таблицѣ показана относительная плотность наиболѣе извѣстныхъ тѣлъ:

Названіе тѣлъ.	Плотность.	Названіе тѣлъ.	Плотность.
Пробка	0,240	Сѣра	2,033
Тополь (высушенный) . .	0,383	Песчаникъ	2,350
Липовое дерево	0,439	Базальтъ	2,600
Пихта (бѣлая ель) . . .	0,555	Бутылочное стекло . . .	2,660
Буковое дерево	0,590	Алюминій (кованный) . .	2,670
Орѣховое дерево	0,677	Мраморъ	2,717
Эѳиръ	0,713	Гранитъ	2,800
Винный спиртъ (безводный).	0,793	Алмазъ	3,520
Кали	0,865	Тяжелый шпатъ	4,426
Терпентинное масло . . .	0,872	Хромъ	5,900
Ледъ	0,916	Сюрьма	6,712
Маковое масло.	0,929	Цинкъ	7,037
Натръ	0,972	Желѣзо (кованное) . . .	7,788
Рейнвейнъ	0,999	Сталь	7,816
Вода	1,000	Мѣдь (кованная)	8,878
Морская вода	1,026	Висмутъ	9,822
Молоко	1,030	Серебро	10,474
Дубовое дерево	1,170	Свинецъ	11,352
Фосфоръ.	1,826	Ртуть.	13,598
Сѣрная кислота	1,848	Золото	19,325
Слоновая кость	1,917	Платина.	22,100

§ 20. *Удѣльный вѣсъ.* Изъ предыдущаго слѣдуетъ, что для отысканія удѣльнаго вѣса какого-нибудь тѣла надо сперва опредѣлить его абсолютный или собственный вѣсъ и вѣсъ одинаковаго съ нимъ объема воды; а потомъ первый раздѣлить на послѣдній; частное покажетъ намъ удѣльный вѣсъ тѣла или его относительную плотность.

Опредѣленіе удѣльнаго вѣса жидкостей не сопряжено ни съ какими особенными затрудненіями. Такъ напримѣръ, для опредѣленія удѣльнаго вѣса сѣрной кислоты поступаютъ слѣдующимъ образомъ: сперва отвѣшиваютъ въ узкогорлой стклянкѣ 1000 грановъ воды и отмѣтивъ на стеклѣ высоту этого количества воды опоражниваютъ стклянку, затѣмъ наполняютъ ее до мѣтки сѣрною кислотою и опять взвѣшиваютъ. При этомъ получается 1848 грановъ вѣса, которые дѣлятъ на 1000 грановъ; такъ: $^{1848}/_{1000}=1,848$. Послѣднее число выражаетъ удѣльный вѣсъ сѣрной кислоты.

Для опредѣленія удѣльнаго вѣса твердыхъ тѣлъ можно бы было, какъ показано въ § 18, изготовить нѣсколько, одинаковой величины, кубиковъ изъ свинца, дерева, сѣры, желѣза, золота и т. д., и затѣмъ сравнить ихъ вѣсъ съ вѣсомъ одинаковаго объема воды. Но такъ какъ изготовленіе такихъ кубиковъ, посредствомъ которыхъ можно бы было добиться точнаго опредѣленія удѣльнаго вѣса, чрезвычайно трудно, то для этого прибѣгаютъ къ другому, болѣе удобному и благонадежному способу, который даетъ возможность съ величайшею точностію опредѣлять вѣсъ и плотность всякаго тѣла, какого бы объема и формы оно ни было. Съ этимъ способомъ мы познакомимся въ послѣдствіи, когда будемъ подробно говорить объ опредѣленіи удѣльнаго вѣса тѣлъ. Тогда мы объяснимъ также, какимъ образомъ опредѣляется плотность воздухообразныхъ тѣлъ.

§ 21. *Примѣненіе.* Какую-же пользу можетъ принести намъ изученіе этихъ чиселъ?—Пользу очевидную, которая легко доказывается во многихъ отношеніяхъ:

Такъ какъ напр. всякое тѣло, при однихъ и тѣхъ же извѣстныхъ условіяхъ постоянно сохраняетъ одинаковую плотность, то эта плотность служитъ однимъ изъ важнѣйшихъ признаковъ, по которому можно отличить одно тѣло отъ другаго. Покупая какую нибудь вещь, которую намъ выдаютъ за чисто серебряную, мы по плотности ея всегда можемъ узнать, дѣйствительно ли она сдѣлана изъ чистаго серебра; потому что если одинъ гессенскій кубич. дюймъ его вѣситъ меньше 10,474 лотовъ, то можно предположить, что серебро смѣшано съ мѣдью; если же вѣсъ ея оказывается больше, то это даетъ намъ право заключить, что въ ней находится примѣсь свинца. Точно также, заказывая извѣстной величины балку изъ дубоваго дерева, мы впередъ знаемъ, что она должна вѣсить не менѣе 1170 фунтовъ, между тѣмъ какъ вѣсъ такой же величины балки изъ еловаго дерева равняется всего 555 фунтамъ. Бутыль, въ которую входитъ 10 фунтовъ воды, должна вмѣстить въ себѣ 18 фун-

товъ сѣрной кислоты, потому что послѣдняя почти вдвое плотнѣе первой, и т. д.

II. РАЗЛИЧНЫЯ СОСТОЯНІЯ ТѢЛЪ.

§ 22. Всякое вещество, какъ мы уже говорили (см. § 11), должно быть разсматриваемо какъ совокупность малѣйшихъ частицъ или такъ называемыхъ атомовъ. Если бы эти атомы во всѣхъ тѣлахъ были совершенно однородны, то и вещество было бы вообще однообразное. Но атомы бываютъ весьма различнаго рода, какъ это обнаружено и доказано химіею.

Кромѣ разницы, происходящей отъ разнородности атомовъ, мы замѣчаемъ въ тѣлахъ еще разницу въ ихъ состояніи, проистекающую отъ образа соединенія между собою атомовъ; такъ напримѣръ самое общеизвѣстное тѣло, вода, можетъ находиться въ *твердомъ*, *жидкомъ* и *воздухообразномъ* состояніи.

Эти своеобразныя состоянія матеріи зависятъ отъ силъ, дѣйствующихъ на малѣйшія частицы или атомы, и обусловливаются вліяніемъ на нихъ теплоты.

§ 23. *Сцѣпленіе.* Пытаясь разложить какое нибудь тѣло или (выражаясь языкомъ научнымъ) разорвать связь, существующую между его составными частицами, мы видимъ, что оно оказываетъ болѣе или менѣе значительное сопротивленіе. Причину, почему эти частицы такъ крѣпко пристаютъ одна къ другой, что для разъединенія ихъ надо употреблять большее или меньшее усиліе, мы приписываемъ особенной молекюлярной силѣ, которую принято называть *сцѣпленіемъ*.

При ближайшемъ разсмотрѣніи особенныхъ свойствъ этой силы мы замѣчаемъ, что дѣйствіе ея обнаруживается всегда только на неизмѣримо маломъ разстояніи. При раздробленіи напр.

дерева, металла или стекла, въ мѣстахъ излома связь между атомами немедленно разрывается, и затѣмъ уже никогда больше не можетъ быть возстановлена, какъ бы тщательно мы не прилаживали обломки и куски. Только въ такихъ тѣлахъ, атомы которыхъ отличаются подвижностью, какъ напримѣръ въ жидкостяхъ, разъединенныя части ихъ могутъ быть сближены такъ, чтобы первоначальная связь между ними возстановилась снова.

Сила, которая связываетъ атомы тѣлъ, находится въ полной зависимости отъ температуры, потому что съ повышеніемъ послѣдней она ослабѣваетъ. Если бы всю массу веществъ, изъ которыхъ состоитъ наша земля, можно было разогрѣть до температуры, въ двѣ тысячи разъ превышающей точку кипѣнія воды, то всѣ ея составныя частицы или атомы разъединились бы совершенно и о тѣлахъ не было бы никакого помину. Напротивъ того, еслибы средняя температура земли была въ нѣсколько тысячъ разъ ниже, то всѣ частицы ея соединились бы между собой такъ плотно, что разъединить ихъ механическимъ способомъ не было бы никакой возможности.

Только благодаря тому, что на землѣ преобладаетъ обыкновенная температура, т. е. не слишкомъ высокая и не слишкомъ низкая, мы находимъ на ней во-первыхъ такія тѣла, которыя имѣютъ опредѣленный видъ и которыхъ атомы могутъ быть разъеденены не иначе какъ съ большимъ или меньшимъ усиліемъ; во-вторыхъ такія, которыхъ атомы разъединяются безъ всякаго труда, и которыя не имѣютъ опредѣленной формы, а всегда принимаютъ форму тѣхъ сосудовъ и пространствъ, въ которыхъ они заключаются; въ-третьихъ, наконецъ, мы встрѣчаемъ такія тѣла, атомы которыхъ, подъ вліяніемъ теплоты, до такой степени удаляются другъ отъ друга, что связь между ними кажется совершенно нарушенною. Эти тѣла не имѣютъ ни самостоятельной формы, ни опредѣленнаго объема, потому что послѣдній можетъ быть увеличенъ или уменьшенъ по же-

ланію, соотвѣтственно производимому на нихъ внѣшнему давленію. Перваго рода тѣла принято называть *твердыми*, втораго—*жидкими*, а третьяго—*воздухообразными* или просто *газами*.

Кромѣ теплоты, сила сцѣпленія зависитъ также отъ расположенія атомовъ. Извѣстно, что дерево напр. гораздо легче расколоть вдоль, чѣмъ поперегъ, и что прокаленная сталь хрупче кованной.

Выраженія, опредѣляющія степень сцѣпленія, какъ напримѣръ: твердый, жесткій, мягкій, тягучій, густой, жидкій и т. д., понятны сами по себѣ и не требуютъ поясненій.

§ 24. *Кристаллизація*. Сила, обусловливающая связь составныхъ частей тѣла или атомовъ, имѣетъ еще то особенное свойство, что она постоянно стремится размѣщать мельчайшія части матеріи съ опредѣленною правильностью, вслѣдствіе чего образуются особыя тѣла, ограниченныя правильными плоскостями, углами и гранями и называемыя *кристаллами*. Примѣрами такой кристаллизаціи могутъ служить снѣгъ, соль, леденецъ и т. п.

Однакожъ образованію кристалловъ противодѣйствуютъ нѣкоторыя другія силы природы, какъ мы это увидимъ въ послѣдствіи, когда будемъ говорить объ условіяхъ, при которыхъ тѣла могутъ кристаллизоваться.

§ 25. *Упругость*. Когда какое нибудь тѣло подвергается внѣшнему давленію, то составныя части его или атомы, по прекращеніи давленія, болѣе или менѣе стремятся занять свое прежнее мѣсто.

Это свойство тѣлъ называется *упругостью*, а потому и тѣла, обладающія имъ, названы *упругими*.

Но не всѣ тѣла обладаютъ этимъ свойствомъ въ одинаковой степени. Какъ-бы часто и сильно мы ни сжимали извѣстное количество воздуха, онъ всегда тотчасъ же по прекращеніи давленія приметъ первоначальный объемъ и займетъ все про-

странство, которое занималъ прежде. Слѣдовательно, воздухъ совершенно упругое тѣло. Затѣмъ весьма значительною упругостью обладаютъ каучукъ и резина, перья и волосъ, китовый усъ, многіе роды дерева и нѣкоторые металлы, напримѣръ сталь.

Во многихъ тѣлахъ, какъ напримѣръ въ разныхъ жидкостяхъ, глинѣ, свинцѣ, мѣлѣ и т. п., упругость или едва бываетъ замѣтна, или же обнаруживается только при особенныхъ условіяхъ, а потому эти тѣла называются *неупругими*.

Если взять шарикъ изъ слоновой кости и осторожно положить его на мраморную доску, покрытую слоемъ сажи, то на немъ обозначится лишь небольшое черное пятнышко и притомъ на той самой точкѣ, которой онъ прикасался къ выпачканной доскѣ. Если-же шарикъ будетъ брошенъ на ту же доску съ высоты, то на немъ образуется круглое черное пятно, которое будетъ тѣмъ больше, чѣмъ значительнѣе была высота паденія шарика. Это доказываетъ, что шарикъ во время паденія на твердую поверхность мрамора, сплющивается, но, благодаря свойственной слоновой кости упругости, тотчасъ-же опять принимаетъ прежнюю шарообразную форму.

Луки, арбалеты и разные другіе метательные снаряды древнихъ были основаны на упругости тѣлъ.

Но самое обширное примѣненіе этого свойства мы видимъ въ механикѣ. Достаточно указать на такъ называемыя *пружины*, приготовляемыя изъ стальныхъ полосъ или изъ металлической проволоки и служащія главнымъ основаніемъ движущей силы большей части механическихъ аппаратовъ. Таковы пружины обыкновеннаго и ружейнаго замка, а также спиральныя пружины, которыя сообщаютъ упругость нашей мебели. Особенно важную роль играетъ упругость въ устройствѣ карманныхъ часовъ, о чемъ мы будемъ говорить обстоятельно въ своемъ мѣстѣ.

§ 26. *Твердость*. Сила, которая даетъ тѣлу возможность

противодѣйствовать разъединенію составляющихъ его атомовъ, называется *твердостью*.

Подъ абсолютною твердостью разумѣютъ такую силу, которая даетъ тѣлу возможность оказывать сопротивленіе въ такомъ случаѣ, когда его растягиваютъ въ длину. Само собою разумѣется, что сопротивленіе это тѣмъ сильнѣе, чѣмъ толще тѣло. Для многихъ практическихъ цѣлей весьма важно знать, въ какой степени различныя тѣла сопротивляются или, что все равно, какъ велика ихъ твердость. По этому надъ различными тѣлами дѣлали опыты, изъ которыхъ оказалось, что наибольшею твердостію обладаетъ желѣзо, потому что для разрыва желѣзной проволоки, имѣющей въ поперечникѣ одну тысячную долю метра (миллиметръ), нужна тяжесть въ 120 таможенныхъ фунтовъ.

Для разрыва такой же толщины прута, сдѣланнаго изъ полосоваго желѣза, нужна тяжесть въ 90 тамож. фунт.
стали различн. качества » » отъ 60 до 80 » »
латуни . . . . » » » 60 » 120 » »
красной мѣди . . » » въ 42 » »
чугуна . . . . . » » » 28 » »
стекла . . . . . » » » 5 » »
свинца . . . . . » » » $2^1/_2$ » »
дубоваго дерева . . » » » 36 » »
буковаго » . . » » » 28 » »
пихты (бѣлой ели) . » » » 18 » »
пеньковаго каната . » » » 12 » »

Въ случаѣ практическаго примѣненія приведенныхъ даиныхъ, для безопасности, слѣдуетъ принимать за основаніе только треть показанной устойчивости этихъ тѣлъ.

§ 27. Подъ *относительною* твердостью разумѣютъ сопропротивленіе, оказываемое тѣломъ въ то время, когда его хотятъ переломить. Для опредѣленія степени этого сопротивленія прибѣгаютъ къ различнымъ способамъ, указаннымъ практикою, изъ которыхъ наиболѣе употребительны слѣдующіе три: Под-

вергаемое перелому тѣло укрѣпляется однимъ концомъ къ неподвижной стѣнѣ, какъ показано на рис. 9, между тѣмъ какъ къ другому концу его привѣшиваютъ тяжесть; или же тѣло утверждается своею серединою на укрѣпленномъ устоѣ, имѣя тяжести съ обоихъ концовъ, какъ на рйс. 10; или, наконецъ, оно свободно устанавливается концами своими на двухъ устояхъ, а тяжесть привѣшивается къ срединѣ его, какъ показано на рис. 11. Изъ выводовъ, которые будутъ объяснены нами при разсмотрѣніи свойствъ рычага, оказывается, что сила, нужная для разлома бруска, изображеннаго на рис. 9, возрастаетъ въ прямомъ отношеніи къ ширинѣ бруска и квадрату высоты его, и уменьшается въ обратномъ отношеніи къ его длинѣ.

Рис. 9.

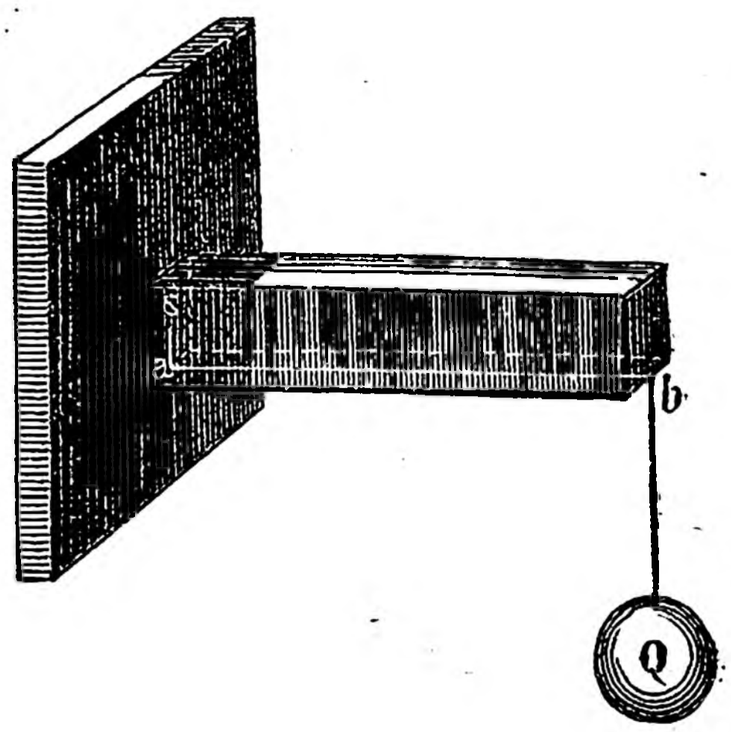
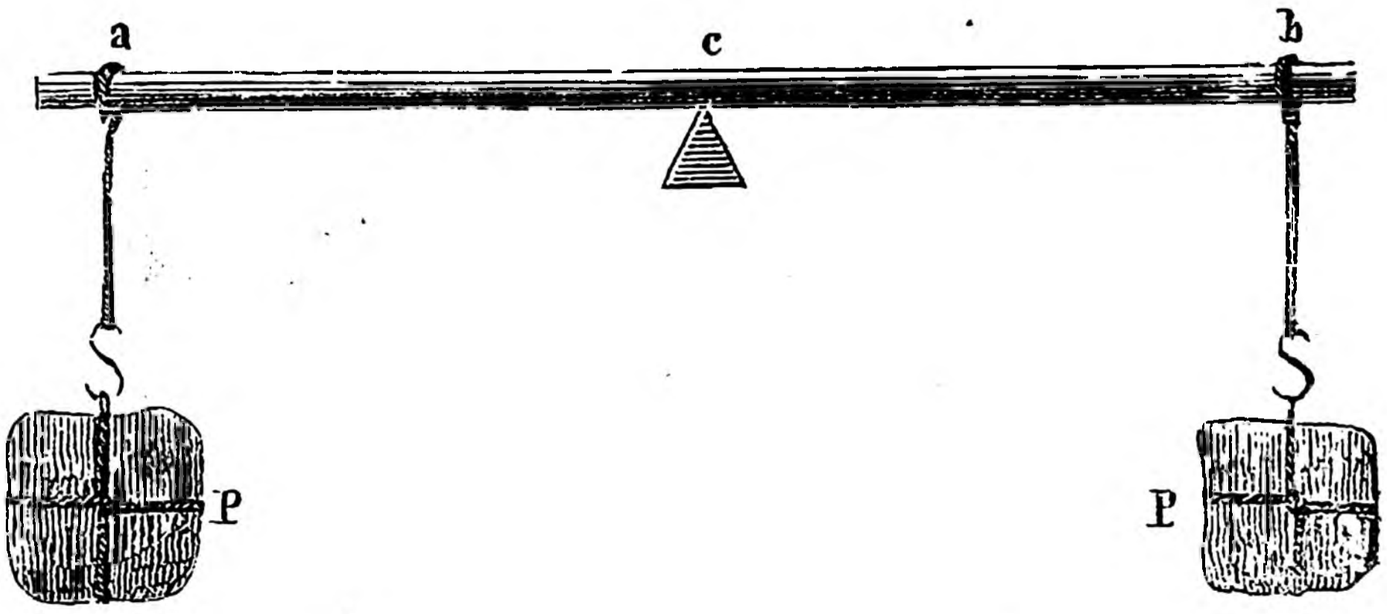


Рис. 10.



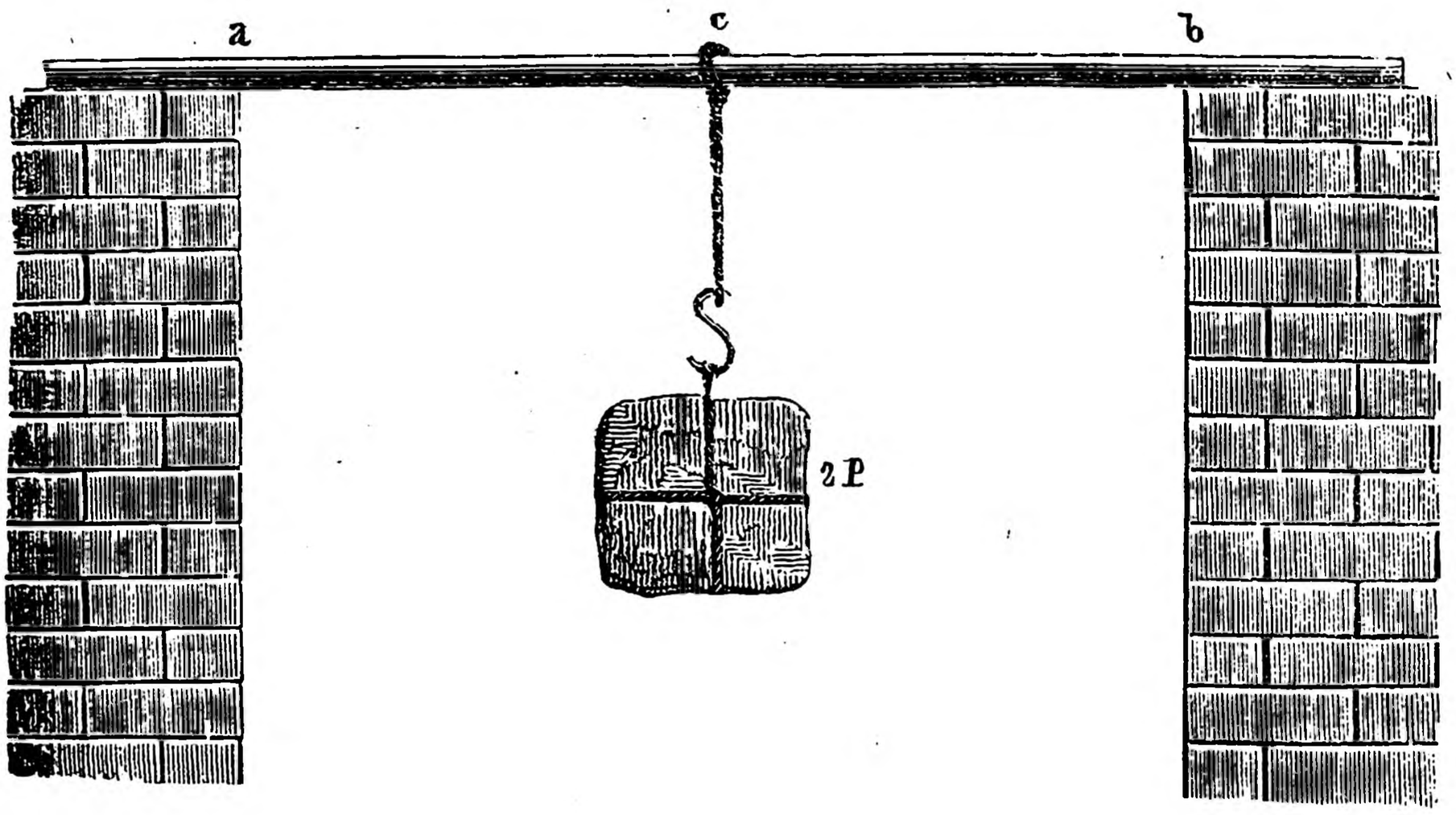
Большое вліяніе имѣетъ на эти опыты гибкость тѣла. Чтобы переломить брусъ, свободно опирающійся на устои обоими концами, какъ представлено на рис. 11, требуется вдвое меньшій грузъ, нежели тогда, когда концы его утверждены неподвижно.

§ 28. *Слипаніе*. Если двѣ хорошо отполированныя пластинки, напримѣръ стеклянную и метталическую, сложить вмѣстѣ, то

онѣ такъ крѣпко пристанутъ другъ къ другу, что при помощи одной изъ нихъ можно приподнять другую.

Вообще наблюденіе показываетъ, что когда два какія нибудь тѣла приходятъ во взаимное соприкосновеніе, они всегда болѣе или менѣе прилипаютъ одно къ другому.

Рис. 11.



Это явленіе объясняется тѣмъ, что при взаимномъ соприкосновеніи двухъ тѣлъ, атомы, лежащіе на поверхности одного изъ нихъ, притягиваютъ къ себѣ атомы, образующіе поверхность другаго тѣла. По этому чѣмъ больше такихъ поверхностныхъ атомовъ приходятъ въ соприкосновеніе, тѣмъ крѣпче тѣла прилипаютъ другъ къ другу. Въ самомъ дѣлѣ, между двумя шарами, которые какъ извѣстно соприкасаются всегда лишь одною точкою своей поверхности, незамѣтно почти никакого притяженія; плоскія же тѣла, напротивъ того, пристаютъ другъ къ другу тѣмъ плотнѣе, чѣмъ шире соприкасающіяся поверхности ихъ.

Такое взаимное притяженіе между поверхностями двухъ различныхъ тѣлъ называется *слипаніемъ* и, подобно всѣмъ яв-

тичнымъ силамъ, дѣйствуетъ только на очень близкихъ разстояніяхъ. Сила эта обнаруживается не только при соприкосновеніи твердыхъ тѣлъ, но и при сближеніи твердыхъ тѣлъ съ жидкими и воздухообразными. Когда какое нибудь твердое тѣло погрузимъ въ воду, спиртъ или вообще въ какую нибудь жидкость и потомъ опять вынемъ его оттуда, то оно покроется легкимъ слоемъ жидкости, который будетъ держаться на немъ: это происходитъ вслѣдствіе силы слипанія. Практическое примѣненіе силы слипанія мы видимъ въ рисованіи, окрашиваніи, смазываніи, штукатуреніи, клейкѣ и т. д.

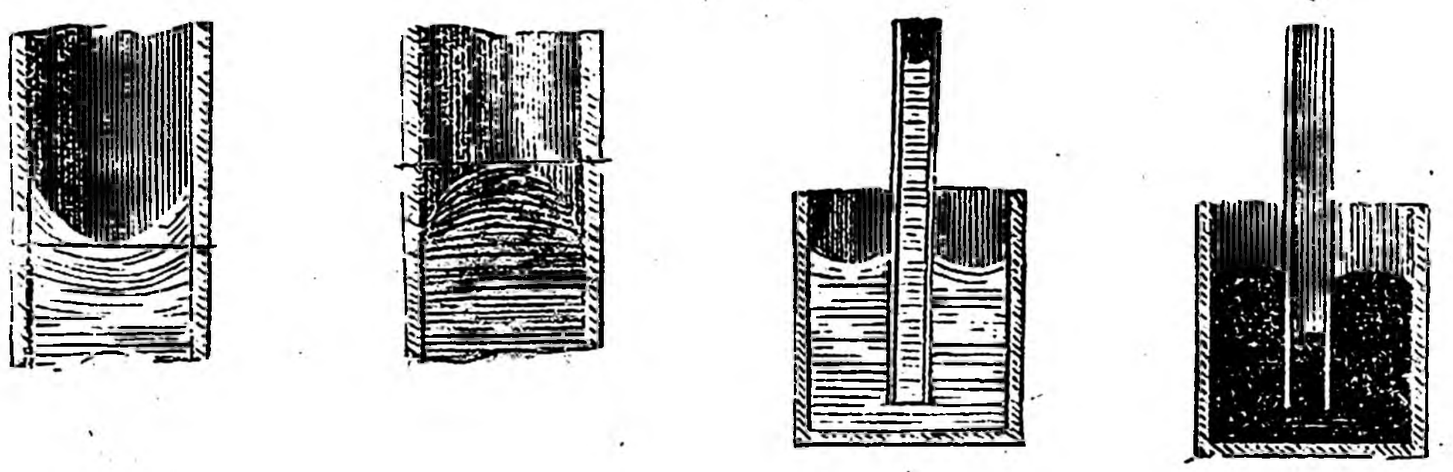
§ 29. Весьма замѣчательно, что нѣкоторыя жидкости не пристаютъ ни къ твердымъ тѣламъ, ни къ прочимъ жидкостямъ. Если напримѣръ опустить стеклянную палочку въ воду или въ масло, то на ней останутся части той и другой жидкости, между тѣмъ какъ ртуть, тѣло тоже жидкое, не пристаетъ къ стеклу. Но если предварительно вымазать стеклянную палочку саломъ или жиромъ, то она уже не можетъ быть смочена водою, потому что послѣдняя не смѣшивается ни съ какими жирными веществами. Изъ этого надо заключить, что между частичками ртути и стекла, точно также какъ между атомами воды и жирныхъ или маслянистыхъ веществъ, не только нѣтъ никакого притяженія, но что они даже взаимно отталкиваютъ другъ друга. Впрочемъ если допустить, что сила, связывающая частицы или атомы какой-либо жидкости, превосходитъ силу притяженія ихъ къ атомамъ другихъ жидкихъ или твердыхъ тѣлъ, то упомянутыя нами явленія объяснятся сами собою, и намъ тогда нѣтъ надобности приписывать ихъ дѣйствію особенной отталкивающей силы.

§ 30. По этому, если погрузить стеклянную трубку въ ртуть, а другую въ воду, то въ нихъ ни та, ни другая жидкость не будутъ имѣть горизонтальной поверхности, а напротивъ того, вода, вслѣдствіе своего сцѣпленія съ внутренними стѣнками стекла, приподымается около стѣнокъ, отчего въ серединѣ обра-

зуется шаровидное углубленіе, какъ на рис. 12, между тѣмъ какъ ртуть, не пристающая къ стеклу, будетъ имѣть такой же формы выпуклую поверхность (рис. 13).

Если же для этого опыта взять весьма узенькія трубочки, то вода приподымется какъ вокругъ трубки, такъ и внутри ея, и притомъ на довольно значительную высоту, между тѣмъ какъ поверхность ртути внутри трубки будетъ значительно ниже внѣшняго ея уровня (рис. 14 и 15).

Рис. 12. Рис. 13. Рис. 14. Рис. 15.



Весьма узенькія трубочки называются *волосными*, потому что онѣ, подобно волосамъ, имѣютъ весьма незначительный діаметръ; а вслѣдствіе того и сила, заставляющая жидкость подыматься въ нихъ, названа *волосностью* или *капилярностью*.

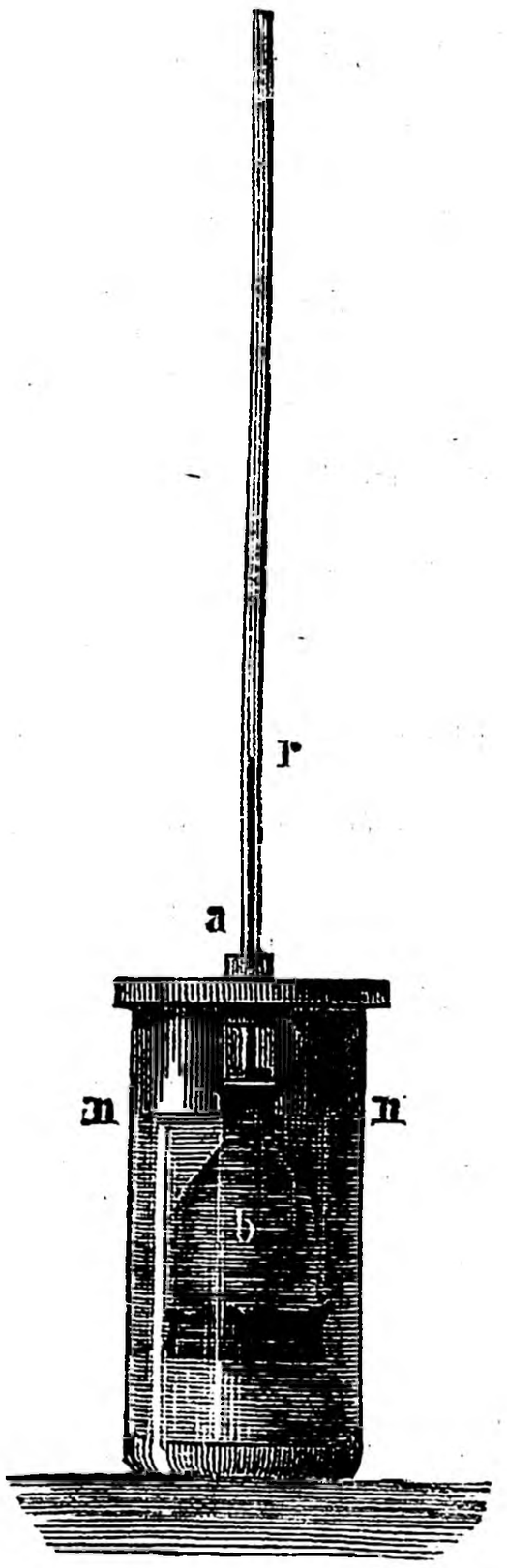
Чѣмъ уже трубка, тѣмъ выше въ ней поднимается всякая жидкость, которая только смачиваетъ ее. Этимъ объясняется, почему весьма скважистыя тѣла сильно вбираютъ въ себя жидкости и удерживаютъ ихъ: поры или скважины въ этомъ случаѣ представляютъ собою ничто иное, какъ множество въ безпорядкѣ размѣщенныхъ волосныхъ трубочекъ.

Сахаръ, дерево, древесный уголь, песчаникъ, и даже просто куча песку или золы, обнаруживаютъ эти явленія въ весьма сильной степени. Стѣны изъ ноздреватаго камня, стоящія на влажной почвѣ, постоянно бываютъ сыры, и груда сухаго песку, находясь на такой почвѣ, скоро проникается влагою до самаго верха. Свойство ламповой свѣтильни и пропускной бумаги

всасывать въ себя масло и воду, равно и другія явленія этого рода, объясняются волосностью.

§ 31. *Всасываніе.* Когда двѣ разнородныя жидкости отдѣляются одна отъ другой скважистою стѣнкою (напр. пузыремъ или нежженою глиною), то послѣдняя постепенно пропитывается обѣими жидкостями. При этомъ явленіи особенно замѣчательно то, что не всѣ жидкости одинаково легко вбираются такими стѣнками. Если взять, напримѣръ обтянутую пузыремъ бездонную бутылку *b*, и, наполнивъ ее смѣсью воды и яичнаго бѣлка, погрузить въ стеклянный сосудъ *nn*, наполненный чистою водою, такъ чтобы пропущенная черезъ пробку бутылки стеклянная трубочка *a* проходила черезъ крышку сосуда (рис. 16), то спустя нѣсколько времени жидкость начнетъ подыматься вверхъ по трубкѣ до *r*, и наконецъ даже польется изъ верхняго ея отверстія, совершенно вопреки закону тяготѣнія. Тоже самое произойдетъ, если мы бездонную бутылку наполнимъ виннымъ спиртомъ, или еще лучше растворомъ мѣднаго купороса, а сосудъ *nn* водою. Въ послѣднемъ случаѣ уже по цвѣту воды можно догадаться, что часть раствора, который имѣетъ синеватый цвѣтъ, проникла изъ бутылки въ сосудъ *nn*. Такое проницаніе жидкаго тѣла черезъ твердое называется *всасываніемъ* и относится къ явленіямъ волосности. Сила всасыванія обусловливается не только свойствомъ самыхъ жидкостей, но и качествомъ раздѣляющей ихъ стѣнки. Сквозь каучуковую оболочку, напримѣръ, винный спиртъ просасывается легче, нежели вода, а сквозь пузырь—наоборотъ.

Рис. 16.

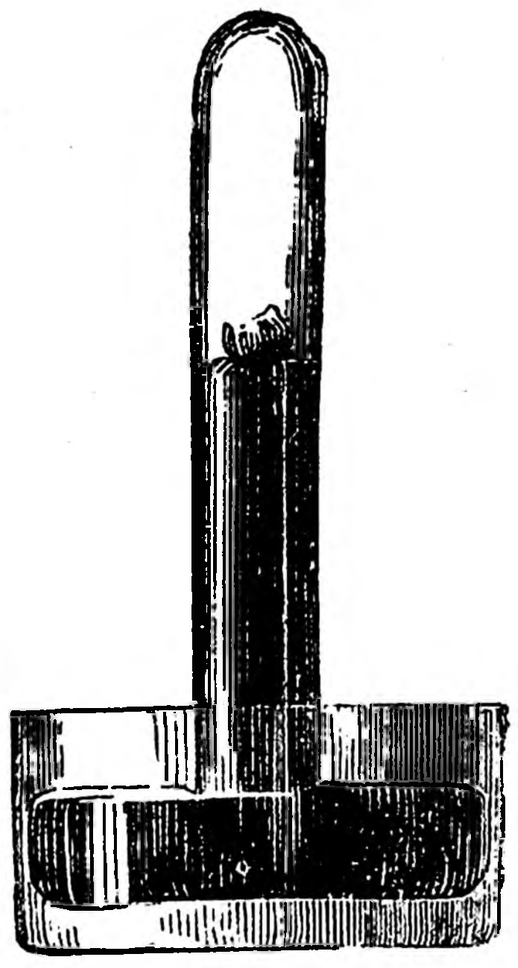


Эти явленія обратили на себя особенное вниманіе естествоиспытателей, потому что по нимъ можно судить о томъ, какъ движутся соки въ тѣлахъ животныхъ и растеній. И дѣйствительно, движенія растительнаго сока въ деревьяхъ напр. иначе нельзя объяснить какъ тѣмъ, что они постепенно просасываются сквозь клѣтчатку, которая представляетъ соединеніе безчисленнаго множества волосныхъ трубочекъ.

§ 32. *Поглощеніе газовъ.* Существованіе взаимнаго притяженія между воздухообразными тѣлами, т. е. *газами*, и тѣлами твердыми доказывается многими явленіями. Если напримѣръ, въ стеклянный сосутъ налить воды, то послѣдняя конечно вытѣснитъ собою находящійся въ немъ воздухъ. Но если этотъ сосудъ поставимъ въ теплое мѣсто, то увидимъ, что внутреннія стѣнки и особенно дно его начнутъ постепенно покрываться небольшими пузырьками, похожими на жемчужинки. Это значитъ, что воздухъ, который остался въ сосудѣ вслѣдствіе притяженія стеклянныхъ стѣнокъ, подъ вліяніемъ тепла расширился и теперь обнаруживается.

Слѣдующій опытъ еще разительнѣе: Если въ стеклянную трубку, наполненную углекислотою и загороженную ртутью (какъ это изображено на рис. 17), положимъ кусокъ свѣжаго древеснаго угля, такъ чтобы онъ лежалъ на поверхности ртути, то уголь сильно будетъ притягивать къ себѣ углекислый газъ, о чемъ можно судить по уменьшенію его объема и по повышенію ртути въ стклянкѣ. Уголь поглощаетъ углекислоту въ количествѣ, въ двадцать разъ превосходящемъ его собственный объемъ. Надо имѣть въ виду, что поверхности твердыхъ тѣлъ постоянно бываютъ покрыты слоемъ сгущеннаго воздуха. Химія представляетъ много

Рис. 17.



еще болѣе поразительныхъ примѣровъ, относящихся къ этого рода явленіямъ, и мы только замѣтимъ, что на пороховыхъ заводахъ воспламененіе обращеннаго въ порошокъ угля происходитъ отъ поглощенія имъ кислорода воздуха. Еще въ большей степени поглощаются газы жидкостями, хотя, конечно, не всѣ въ одинаковой мѣрѣ. Количество атмосфернаго воздуха напр., поглощаемаго водой, равняется всего восемнадцати тысячнымъ частямъ объема послѣдней, между тѣмъ какъ количество поглощаемаго ею хлороводороднаго газа доходитъ до 500, а амміачнаго до 700 объемовъ.

III. РАВНОВѢСІЕ И ДВИЖЕНІЕ.

§ 33. Въ этомъ отдѣлѣ мы разсмотримъ рядъ самыхъ обыкновенныхъ явленій, которыя повторяются въ нашихъ глазахъ ежедневно, и которые потому заслуживаютъ особеннаго вниманія. Сюда пренадлежитъ прежде всего *движеніе*, которое проявляется во всей природѣ, начиная отъ неистовыхъ порывовъ бури до мѣрнаго біенія нашего пульса, и произведеніе котораго составляетъ главную цѣль всѣхъ усилій современныхъ наукъ и искуствъ, какъ это доказывается цѣлымъ рядомъ изобрѣтеній, начиная отъ паровоза, несущагося по рельсамъ съ быстротою вихря, до часовой стрѣлки, которая движется совершенно незамѣтно.

Но когда мы приступаемъ къ ближайшему изслѣдованію движенія, въ умѣ нашемъ возникаютъ слѣдующіе вопросы: Отчего происходитъ движеніе? Что такое движется? Какимъ образомъ происходитъ движеніе? и т. д. Согласно этимъ вопросамъ располагается и способъ изученія движенія. Прежде всего мы будемъ говорить о причинахъ движенія, которыя называются собственно *силами*; а потомъ покажемъ, какимъ образомъ прояв-

ляется движеніе въ твердыхъ, жидкихъ и газообразныхъ тѣлахъ, такъ что каждая изъ этихъ трехъ группъ тѣлъ будетъ подлежать въ этомъ отношеніи особому разсмотрѣнію.

А. Равновѣсіе и движеніе твердыхъ тѣлъ.

§ 34. *О силахъ.* Въ § 5 уже было показано, что всякое явленіе, замѣчаемое въ какомъ нибудь тѣлѣ, есть слѣдствіе дѣйствующей на него силы. Въ чемъ собственно заключается сущность дѣйствующихъ въ природѣ силъ—намъ неизвѣстно. Все, что мы о нихъ знаемъ и сообщаемъ о нихъ, ограничивается лишь возможно точнымъ выраженіемъ ихъ дѣйствій, представляющихся нашимъ чувствамъ. Однако этихъ силъ отнюдь не слѣдуетъ представлять себѣ, какъ нѣчто самобытное, потому что онѣ не имѣютъ такого самостоятельнаго вліянія на матерію, какъ напр. человѣческая воля на движеніе нашего тѣла. Сила не разрывно связана съ матеріею. Тамъ, гдѣ есть матерія, въ то же время обнаруживается и сила, и наоборотъ, гдѣ проявляется дѣйствіе силы, тамъ непремѣнно должно быть и тѣло, отъ котораго она происходитъ, равно другое тѣло, на которое она производитъ свое дѣйствіе. Небудь этого, мы не могли бы имѣть никакого понятія ни о силѣ, ни о матеріи вообще.

§ 35. Тѣмъ не менѣе, въ наукѣ силы могутъ быть разсматриваемы отдѣльно, сами по себѣ, и здѣсь предметомъ нашего разсмотрѣнія будутъ именно тѣ изъ нихъ, которыя мы считаемъ причинами различныхъ явленій движенія.

Такихъ силъ много. Такъ напр. сила тяготѣнія въ большей части случаевъ (см. § 14) оказывается единственною или по крайней мѣрѣ содѣйствующею причиною разнообразныхъ явленій движенія. Далѣе мы знаемъ, что къ числу движущихъ силъ принадлежатъ: магнитное и электрическое притяженіе, расширяющая сила теплоты, кромѣ того сила, съ помощью которой люди и животныя могутъ приводить въ движеніе не только собственное свое

тѣло, но и посторонніе предметы, равно и та, отъ которой зависятъ различныя проявленія жизни, замѣчаемыя во внутренности животныхъ и растительныхъ тѣлъ.

Впрочемъ для опредѣленія общихъ законовъ движенія нѣтъ никакой надобности доискиваться, отчего происходитъ движеніе; потому что какова бы ни была причина послѣдняго, оно постояно подчиняется однимъ и тѣмъ же законамъ.

§ 36. *Степень силы* познается изъ ея дѣйствія. Но дѣйствіе ея не всегда должно проявляться въ движеніи тѣлъ. Камень, лежащій на столѣ или висящій на веревкѣ, производитъ давленіе и напряженіе вслѣдствіе вліяющей на него силы тяготѣнія, и для измѣренія силы этого дѣйствія есть разныя средства. Если мы представимъ себѣ напр. крѣпкую полосу упругой стали, какая употребляется для изготовленія луковъ и арбалетовъ, то дѣйствіе силы будетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ больше ей удастся согнуть сталь. Уже Гомеръ показываетъ намъ, какъ можно сравнивать силы: онъ въ своей Иліадѣ разсказываетъ, что лукъ, изъ котораго стрѣлялъ Улиссъ, былъ такъ тугъ, что его соперники не въ силахъ были натянуть его.

Рисунки 18 и 19 изображаютъ такія изогнутыя подъ угломъ стальныя пружины, при помощи которыхъ различныя силы, напримѣръ человѣческія или лошадиныя, могутъ быть сравниваемы съ тяжестями. Эти простые приборы называются *динамометрами* или силомѣрами.

Рис. 18.

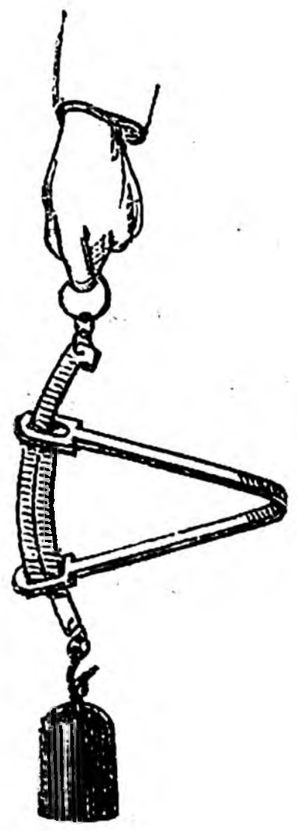
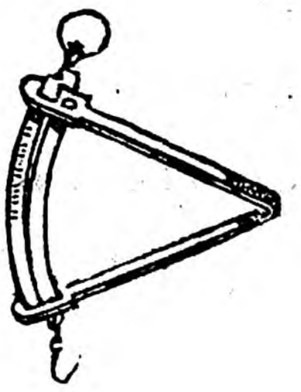


Рис. 19.



Въ такихъ случаяхъ, гдѣ дѣйствіе силы проявляется въ движеніи какого нибудь тѣла, для опредѣленія степени силы слѣдуетъ принимать въ разсчетъ какъ массу или вѣсъ тѣла, такъ равно и скорость его движенія. Двѣ силы равны, коль скоро онѣ

двумъ одинаковымъ массамъ сообщаютъ одинаковую скорость движенія, или когда эти массы находятся въ обратномъ отношеніи къ скоростямъ движенія, т. е. когда произведенія, полученныя отъ помноженія массы тѣла на ея скорость, одинаковы. Положимъ, напримѣръ, что одно тѣло, масса или вѣсъ котораго равна 4 ф., движется со скоростью 2 сажень въ секунду; а другое тѣло, вѣсъ котораго равенъ 2 ф., движется со скоростью 4 саж. въ секунду, то въ обоихъ случаяхъ отъ умноженія массы на скорость получится произведеніе $=8$, стало быть движущія силы обѣихъ массъ равны. Изъ этого мы выводимъ слѣдующій физическій законъ:

Произведеніе, получаемое отъ умноженія массы движущагося тьла на скорость его движенія, выражаетъ степень дѣйствія механической силы.

При опредѣленіи сравнительной силы машинъ, послѣдняя обыкновенно выражается тяжестью, которую каждая машина въ состояніи поднять на извѣстную высоту въ данный періодъ времени. Въ такихъ случаяхъ за единицу мѣры принимаютъ *механическій фунтъ*, подъ которымъ разумѣютъ силу, которая поднимаетъ въ секунду *тяжесть въ одинъ фунтъ* и на высоту одного фута. Такъ напр. рабочая сила человѣка опредѣляется въ 62 механ. фунта, а лошадиная въ 510 механ. ф. (прусск. мѣры и вѣса).

а. О равновѣсіи силъ.

§ 37. Когда нѣсколько силъ, дѣйствующихъ на какое нибудь тѣло въ одно и тоже время, не производитъ въ его состояніи никакой замѣтной перемѣны, то это значитъ, что дѣйствія этихъ силъ взаимно уничтожаются. Въ такомъ случаѣ говорятъ: *силы уравновѣшиваются*, или тѣло находится въ *равновѣсіи*. При этомъ все равно, находится ли тѣло въ покоѣ или въ движеніи. Если, напримѣръ паровозу, идущему съ равномѣрною

скоростью, приходится подыматься въ гору, то онъ, конечно, пойдетъ нѣсколько медленнѣе, но если въ это время паровая сила ея получитъ подкрѣпленіе, въ точности соотвѣтствующее встрѣтившемуся препятствію, то онъ будетъ продолжать свой путь съ прежнею скоростью, такъ что можетъ показаться, будто бы на движеніе его не имѣетъ вліянія ни противодѣйствующая сила, ни усиленіе паровъ.

О равновѣсіи тѣлъ мы будемъ говорить подробнѣе въ главѣ о центрѣ тяжести.

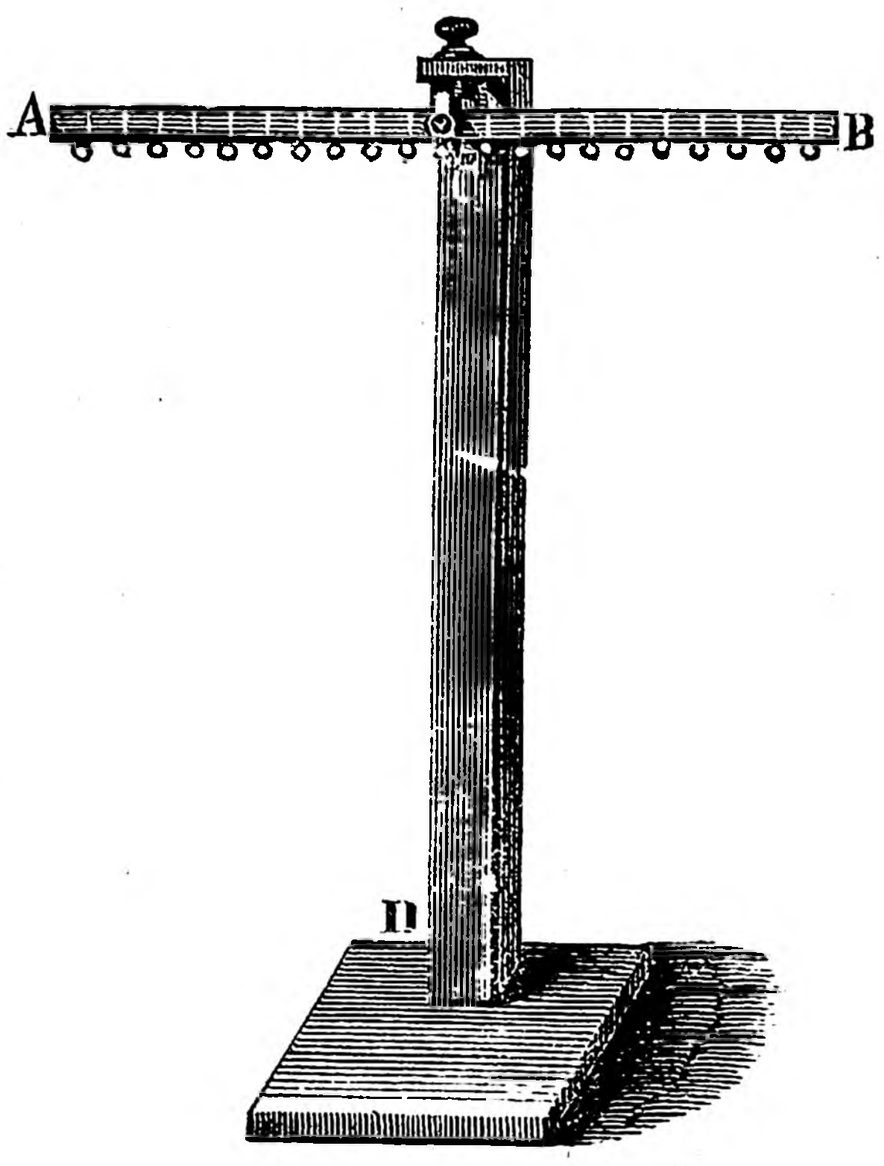
§ 38. *Сложеніе силъ.* Легко замѣтить, что дѣйствіе, оказываемое на тѣло нѣсколькими силами, въ большей части случаевъ можетъ быть вызвано и одною силою. Такъ напр. нѣсколько человѣческихъ силъ можно замѣнить одною лошадиною силою, а нѣсколько лошадиныхъ силъ одною паровою машиною. При одновременномъ дѣйствіи различныхъ силъ на одно и тоже тѣло различаютъ нѣсколько случаевъ. Такъ напр. тѣло можетъ быть подвержено одновременному вліянію нѣсколькихъ силъ, направленныхъ въ одну сторону: въ такомъ случаѣ дѣйствіе, разумѣется, равно суммѣ силъ. Если же на тѣло одновременно дѣйствуетъ нѣсколько силъ по направленіямъ противоположнымъ, то равнодѣйствующая ихъ равняется суммѣ всѣхъ силъ, безъ суммы силъ, дѣйствующихъ въ противоположную сторону.

Кромѣ того есть еще два случая, весьма важныя для механики, а именно, когда нѣсколько силъ дѣйствуетъ на тѣло по параллельному направленію, или такъ, что образуютъ между собой уголъ. Такъ какъ всѣ эти случаи будутъ подробнѣе разсмотрѣны нами въ послѣдствіи, то мы теперь замѣтимъ только вообще, что сила, вполнѣ замѣняющая нѣсколько другихъ силъ, называется *среднею* или *равнодѣйствующею;* замѣненныя же ею силы *составляющими*.

§ 39. *Параллельно дѣйствующія силы.* Представимъ себѣ деревянный брусъ AB (рис. 20), снабженный по срединѣ стальною осью, которая придѣлана къ устою CD такъ, что

брусъ можетъ вращаться около нея совершенно свободно. Брусъ раздѣленъ на нѣсколько равныхъ частей, и подъ каждой чертой, отдѣляющей одну часть отъ другой, прикрѣплено по кольцу. Предоставленный самому себѣ, брусъ принимаетъ совершенно горизонтальное положеніе. Пусть нѣсколько одинаковаго вѣса гирь, къ которымъ вверху и внизу придѣланы крючья, служатъ намъ параллельно дѣйствующими силами, и тогда мы можемъ сдѣлать цѣлый рядъ опытовъ:

Рис. 20



Если привѣсить двѣ гири къ двумъ любымъ кольцамъ бруска, находящимся въ одинаковомъ разстояніи отъ центра (напримѣръ, къ четвертому, съ правой и четвертому же съ лѣвой стороны отъ центра), рис. 21, то увидимъ, что горизонтальное положеніе бруска не измѣнится. Тоже самое произойдетъ, если перенести обѣ гири къ центру, привѣсивъ ихъ одну подъ другою, рис. 22. При помощи динамометра или силомѣра

Рис. 21.

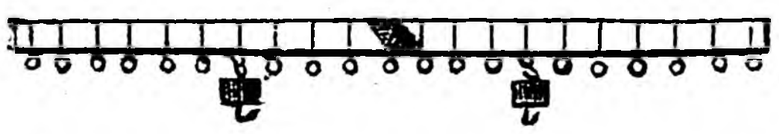
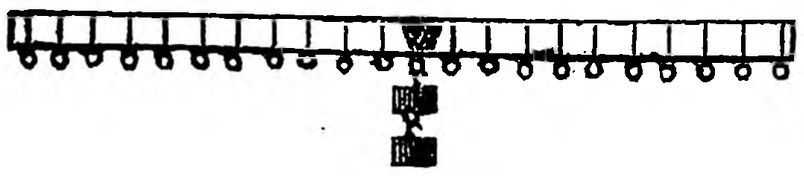


Рис. 22.

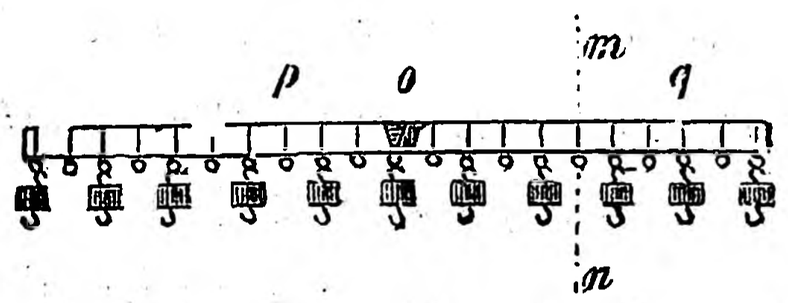


(см. § 36), мы можемъ доказать, что обѣ эти силы производятъ на подставку или устой одинаковое давленіе, будутъ ли онѣ привѣшаны къ бруску въ самомъ центрѣ (т. е. въ такомъ случаѣ обѣ вмѣстѣ) или въ любомъ разстояніи отъ него (т. е. въ такомъ случаѣ порознь и непремѣнно въ равныхъ разстояніяхъ отъ центра).

Изъ этого слѣдуетъ: 1) что двѣ равныя и параллельныя силы могутъ быть замѣнены одною среднею силою, которая равняется ихъ суммѣ и должна находиться въ центрѣ соединяющей ихъ линіи; 2) что двѣ равныя и параллельныя силы уравновѣшиваются, когда находятся въ одинаковыхъ разстояніяхъ отъ точки опоры или отъ точки вращенія прямолинейнаго бруска.

Законъ этотъ подтвердится, если мы, какъ представлено на рис. 23, привѣсимъ къ бруску цѣлый рядъ гирь попарно въ равныхъ разстояніяхъ отъ точки опоры *o*, и потомъ каждую пару отдѣльно перевѣсимъ въ центръ *o* (рис. 24).

Рис. 23.



Но представимъ себѣ, что брусокъ раздѣленъ линіею *mn* на двѣ неравныя части (рис. 23). Въ такомъ случаѣ каждая изъ этихъ частей очевидно должна имѣть свой особый центръ и свою

Рис. 24.

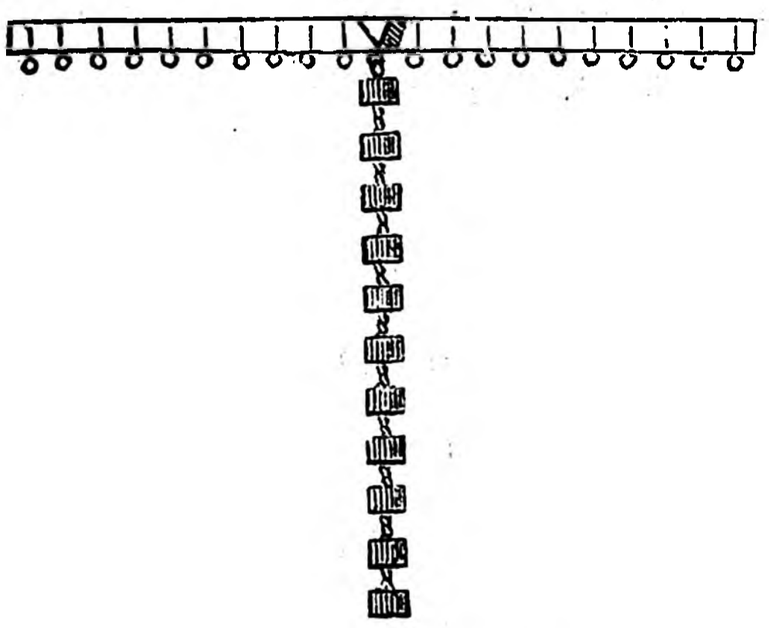
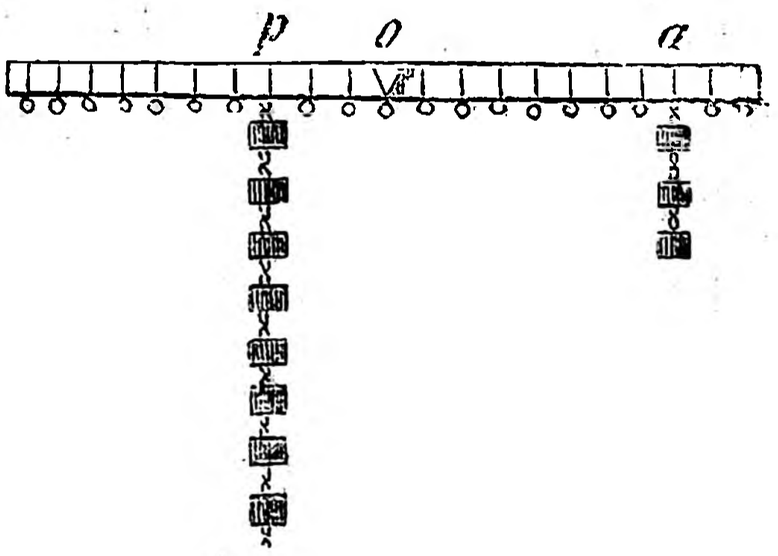


Рис. 25.



особую среднюю силу, которая бы уравновѣшивала силы, дѣйствующія порознь на каждую часть въ отдѣльности. Если три гири, дѣйствующія на кратчайшую изъ двухъ частей, будутъ сосредоточены въ центрѣ *q* (рис. 23 или *a* рис. 25), то дѣйствіе ихъ будетъ совершенно одинаковое съ прежнимъ; точно также восемь гирь болѣе длинной части могутъ быть соединены въ центральной точкѣ *p* длинной части, причемъ не произойдетъ

ни малѣйшей перемѣны въ ихъ дѣйствіи, потому что 8 гирь держатъ въ равновѣсіи длинную часть, а 3 гири меньшую часть бруска. Мы видимъ теперь, что на брусокъ дѣйствуютъ двѣ неравныя силы, которыя однакожъ взаимно уравновѣшиваются. При этомъ насъ поражаетъ въ особенности то обстоятельство, что меньшая средняя сила, состоящая изъ трехъ гирь, находится въ разстояніи восьми частей, между тѣмъ какъ большая средняя сила, составленная изъ восьми гирь, находится въ разстояніи трехъ частей отъ общаго центра обѣихъ частей бруска.

Изъ вышеизложеннаго вытекаетъ слѣдующій важный законъ: *Когда двѣ силы, параллельно дѣйствующія на тѣло, неодинаковы, то онѣ замѣняются среднею силою, равною ихъ суммѣ;* вмѣстѣ съ тѣмъ, *средоточіе этой силы раздѣляетъ разстояніе между боковыми силами на двѣ неравныя части, находящіяся въ обратномъ отношеніи къ соотвѣтствующимъ имъ боковымъ силамъ.* Примѣняя этотъ законъ къ вышеприведенному опыту, мы выводимъ далѣе такое правило: неравныя силы, дѣйствующія на прямолинейный брусокъ, уравновѣшиваются, когда онѣ находятся въ обратномъ отношеніи къ ихъ разстояніямъ отъ точки опоры этого бруска.

Въ послѣдствіи мы возвратимся къ практическимъ выводамъ, которые можно извлечь изъ предыдущаго въ примѣненіи его къ такъ называемому рычагу (§§ 45 и 48).

§ 40. *Центръ тяжести.* Въ § 11 было упомянуто, что каждое тѣло состоитъ изъ множества малѣйшихъ частицъ или атомовъ, соединенныхъ въ одно цѣлое силой сцѣпленія. Такъ какъ сила тяготѣнія одинаково дѣйствуетъ на каждый отдѣльный атомъ тѣла и притомъ по параллельному направленію, то для каждаго тѣла должна быть найдена такая точка, на которую сумма означенныхъ параллельныхъ силъ дѣйствуетъ какъ средняя сила, и которая называется *центромъ тяжести* тѣла. Если же какая-нибудь соразмѣрная сила дѣйствуетъ на

эту точку въ противоположномъ направленіи, что обыкновенно бываетъ, когда тѣло чѣмъ нибудь поддерживается или находится въ висячемъ положеніи, то тѣло находится въ равновѣсіи.

На рисункѣ 26 представлено тѣло, состоящее изъ трехъ атомовъ *bab*; находящіяся подъ ними черточки показываютъ направленіе силы тяготѣнія, дѣйствующей на атомы. Очевидно, что когда тѣло, изображенное 26 рисункомъ, будетъ поддержано или приведено въ висячіе положеніе въ точкѣ *a*, т. е. въ центрѣ тяжести, то между силами ихъ тотчасъ же возстановится равновѣсіе. Тоже самое относится и къ слѣдующему тѣлу (рис. 27),

Рис. 26.

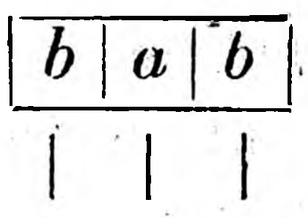
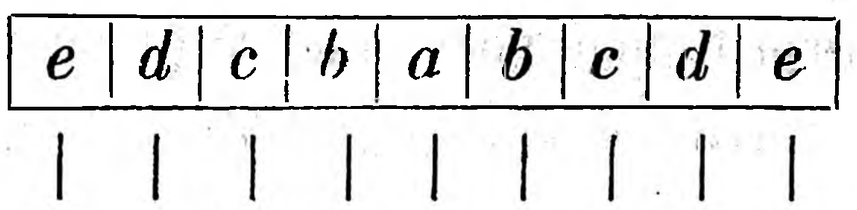


Рис. 27.

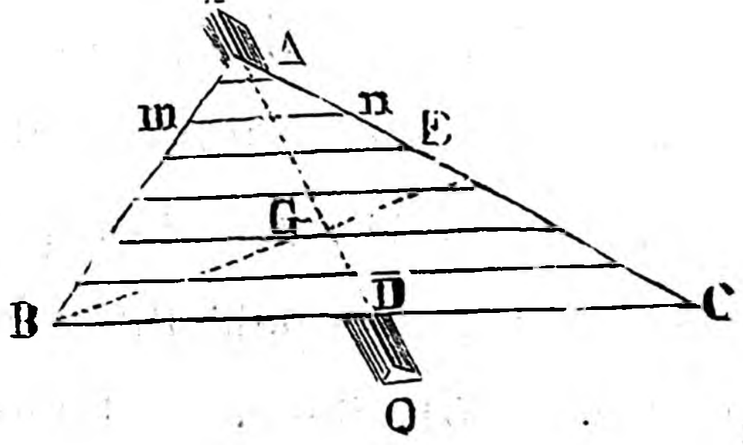


состоящему изъ большаго числа атомовъ. Съ возстановленіемъ этого равновѣсія, дѣйствіе, оказываемое силою тяготѣнія на центръ тяжести тѣла, уничтожается, и тогда сила эта уже не можетъ вызвать въ немъ ни даже движенія его частей или атомовъ (колебаніе), ни движенія самаго тѣла (напр. паденіе). Поэтому во многихъ отношеніяхъ весьма важно отыскать центръ тяжести даннаго тѣла. Въ тѣлахъ прямолинейнаго протяженія (подобныхъ тѣмъ, которыя представлены выше на рис. 26 и 27), состоящихъ изъ одного ряда атомовъ, это не сопряжено съ особенными затрудненіями; потому что центръ тяжести такихъ тѣлъ всегда находится по самой серединѣ линіи. Принявъ это за основаніе, не трудно доказать, что во всѣхъ тѣлахъ правильной формы, какъ напр. шарѣ, кубѣ, цилиндрѣ, призмѣ и т. п., центръ тяжести совпадаетъ всегда съ математическимъ центромъ.

Чтобы отыскать центръ тяжести треугольника (рис. 28), надо среднія точки *D* и *E*, раздѣляющія двѣ которыя нибудь изъ его сторонъ (напримѣръ *BC* и *AC*) пополамъ, соединить

съ противоположными углами A и B. Точки пересѣченія этихъ соединяющихъ линій G будетъ искомымъ центромъ тяжести, который въ треугольникѣ находится всегда на одной трети высоты его.

Рис. 28.



Если мы тотъ же треугольникъ раздѣлимъ на нѣсколько полосъ линіями, проведенными параллельно съ какою нибудь изъ его сторонъ, напримѣръ BC, то центръ тяжести каждой изъ такихъ полосъ долженъ находиться на линіи DA, потому что послѣдняя раздѣляетъ всѣ эти полосы по поламъ. Чтобы удостовѣриться въ этомъ, стоитъ только установить треугольникъ на какой нибудь подставкѣ такимъ образомъ, чтобы острый край послѣдней PQ совпадалъ съ линіею AD: тогда увидимъ, что треугольникъ будетъ находиться въ равновѣсіи. Тоже самое произойдетъ, если треугольникъ будетъ раздѣленъ на полосы, параллельныя сторонѣ AC; т. е. въ такомъ случаѣ центръ тяготѣнія каждой изъ полосъ будетъ совпадать съ линіею EB, Изъ этого слѣдуетъ, что точка G, въ которой пересѣкаются линіи AD и EB, есть центръ тяжести всего треугольника.

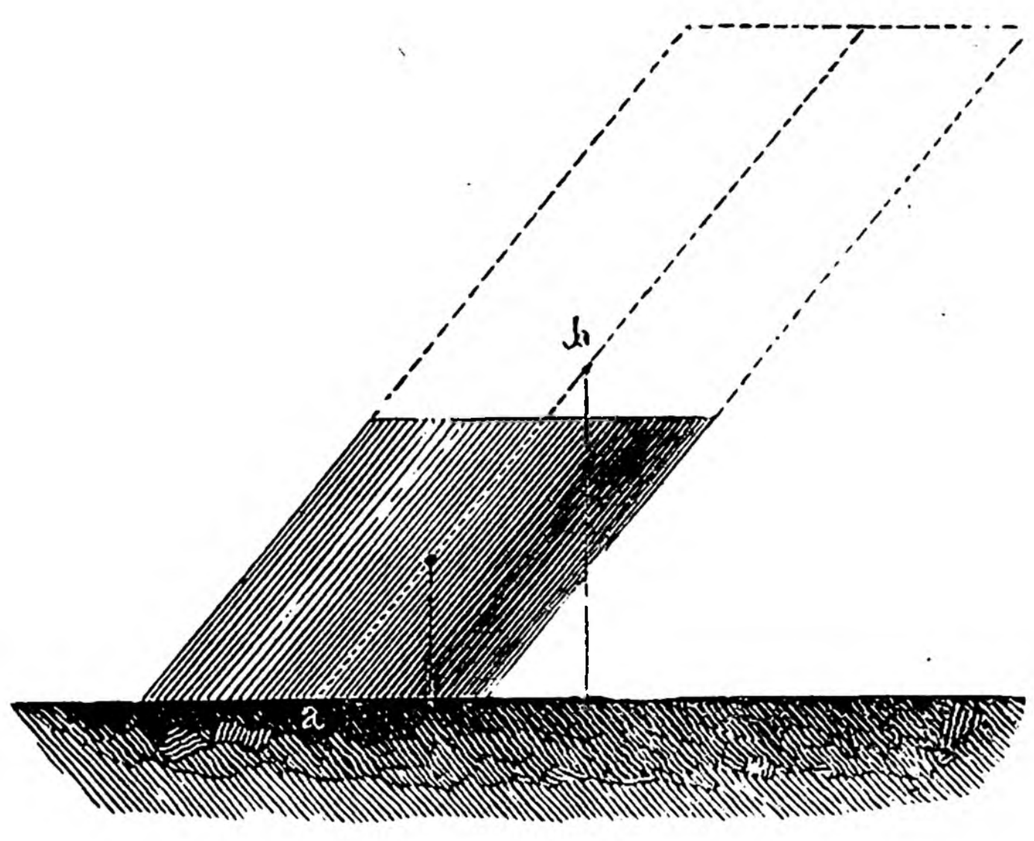
Въ тѣлахъ неправильной формы центръ тяжести находится всегда ближе къ той части тѣла, которая состоитъ изъ наибольшаго числа атомовъ, т. е. представляетъ наибольшую массу. Такъ напр. въ пирамидѣ и конусѣ центръ тяжести всегда долженъ находиться ближе къ ихъ основанію, потому что тутъ масса ихъ очевидно гораздо больше, чѣмъ около вершины. И дѣйствительно, центръ тяжести такихъ тѣлъ всегда оказывается на четвертой части ихъ высоты. Если предметъ сдѣланъ изъ двухъ матеріаловъ различной плотности, какъ напримѣръ топоръ или молотокъ, имѣющіе деревянныя рукоятки, то прежде всего опредѣляютъ центръ тяжести каждой изъ составныхъ частей его отдѣльно; а потомъ соединяютъ полученныя точки прямою

линіею, на которой, согласно закону, объясненному выше (§ 39), и долженъ находиться общій центръ тяжести тѣла.

§ 41. Такъ какъ центръ тяжести находится всегда внутри тѣла, то ему нельзя дать непосредственной подпоры; однако всякое тѣло будетъ сохранять равновѣсіе до тѣхъ поръ, пока отвѣсная линія, проходящая черезъ центръ тяжести, не будетъ выходить изъ предѣловъ той поверхности, которою тѣло прикасается къ землѣ (т. е. которая служитъ ему основаніемъ), или изъ предѣловъ плоскости, образующейся отъ соединенія его точекъ опоры прямыми линіями, какъ напримѣръ у стола, стула, лошади и т. д.

Такъ напр. кривостоящая каменная или деревянная колонна, изображенная на рис. 29, не можетъ опрокинуться, потому что

Рис. 29.



отвѣсная линія, проходящая черезъ центръ тяжести ея, упирается въ одну изъ точекъ плоскости, служащей колоннѣ основаніемъ. Но еслибы эта же самая колонна имѣла длину, обозначенную точками, то центръ тяжести ея находился бы въ точкѣ *b*, изъ которой нельзя опустить перпендикулярной линіи такъ, чтобы она уперлась въ основаніе колонны, и слѣдовательно послѣдняя не могла бы сохранить равновѣсіе.

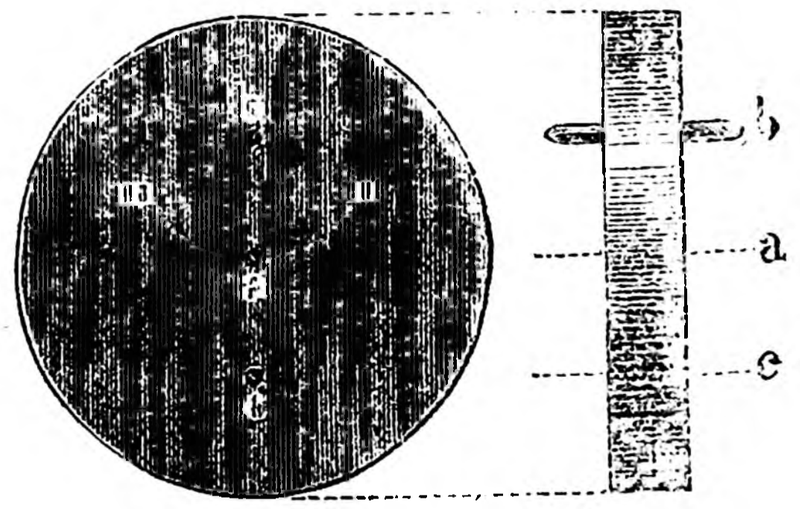
Тѣло стоитъ тѣмъ надежнѣе, чѣмъ шире его основаніе и

чѣмъ ближе къ послѣднему главная масса тѣла. На этомъ-то основаніи древніе египтяне вѣроятно и возводили свои вѣковыя зданія преимущественно въ видѣ пирамидъ.

У живыхъ существъ, члены которыхъ находятся въ постоянномъ движеніи, центръ тяжести ежеминутно перемѣщается изъ одной части тѣла въ другую, смотря по обстоятельствамъ. По этому человѣкъ, который тащитъ на спинѣ вязанку дровъ, идетъ всегда нагнувшись всѣмъ тѣломъ впередъ, чтобы такимъ образомъ сохранить равновѣсіе; по той же причинѣ онъ вытягиваетъ одну руку, когда въ другой несетъ ведро съ водой. Каждый изъ насъ, предвидя опасность упасть на правую или лѣвую сторону, старается придать своему тѣлу наклонное положеніе въ противоположномъ направленіи, т. е. привести центръ тяжести своего тѣла въ равновѣсіе.

§ 42. Всякое тѣло, вращающееся около своей оси, какъ напримѣръ кругъ, можетъ въ случаѣ полученія толчка извнѣ, принимать весьма разнообразныя положенія, смотря потому, находится ли центръ тяжести этого тѣла въ самой оси или внѣ ея, т. е. выше или ниже. Если, напримѣръ, центръ тяжести круга (рис. 30) совпадаетъ съ центромъ вращенія его въ точкѣ a, то кругъ этотъ будетъ постоянно сохранять равновѣсія, какое бы положеніе мы ему ни сообщали. Такое положеніе равновѣсія называется *безразличнымъ*. Когда же ось будетъ перенесена въ точку b, причемъ центръ тяжести будетъ конечно лежать ниже, то сколько бы мы ни вращали кружокъ съ цѣлью вывести его изъ положенія равновѣсія, онъ всегда приметъ прежнее свое положеніе, какъ только внѣшняя сила перестанетъ дѣйствовать на него. Равновѣсіе, принимаемое тѣломъ при этомъ положеніи центра тяжести, называется *устойчивымъ*. Предположимъ наконецъ, что ось

Рис. 30.



круга проходитъ черезъ точку c, т. е. ниже центра тяжести a; въ этомъ случаѣ кругъ при малѣйшемъ толчкѣ дѣлаетъ полуоборотъ, и затѣмъ подобно маятнику продолжаетъ колебаться вправо и влѣво до тѣхъ поръ, пока центръ тяжести его a не расположится опять на отвѣсной линіи, и притомъ подъ осью. Такое положеніе равновѣсія совершенно справедливо названо *сомнительнымъ* или *неустойчивымъ*.

По этому, когда тѣла могутъ свободно вращаться около своей оси (какъ это бываетъ напримѣръ съ тѣми, которыя плаваютъ на водѣ или парятъ въ воздухѣ), они всегда сами собою принимаютъ такое положеніе, чтобы центръ ихъ тяжести находился ниже оси и притомъ на одной отвѣсной линіи съ нею, или какъ обыкновенно выражаются въ такихъ случаяхъ, центръ тяжести стремится постоянно къ центру земли и вслѣдствіе того старается занять по возможности болѣе низкое мѣсто.

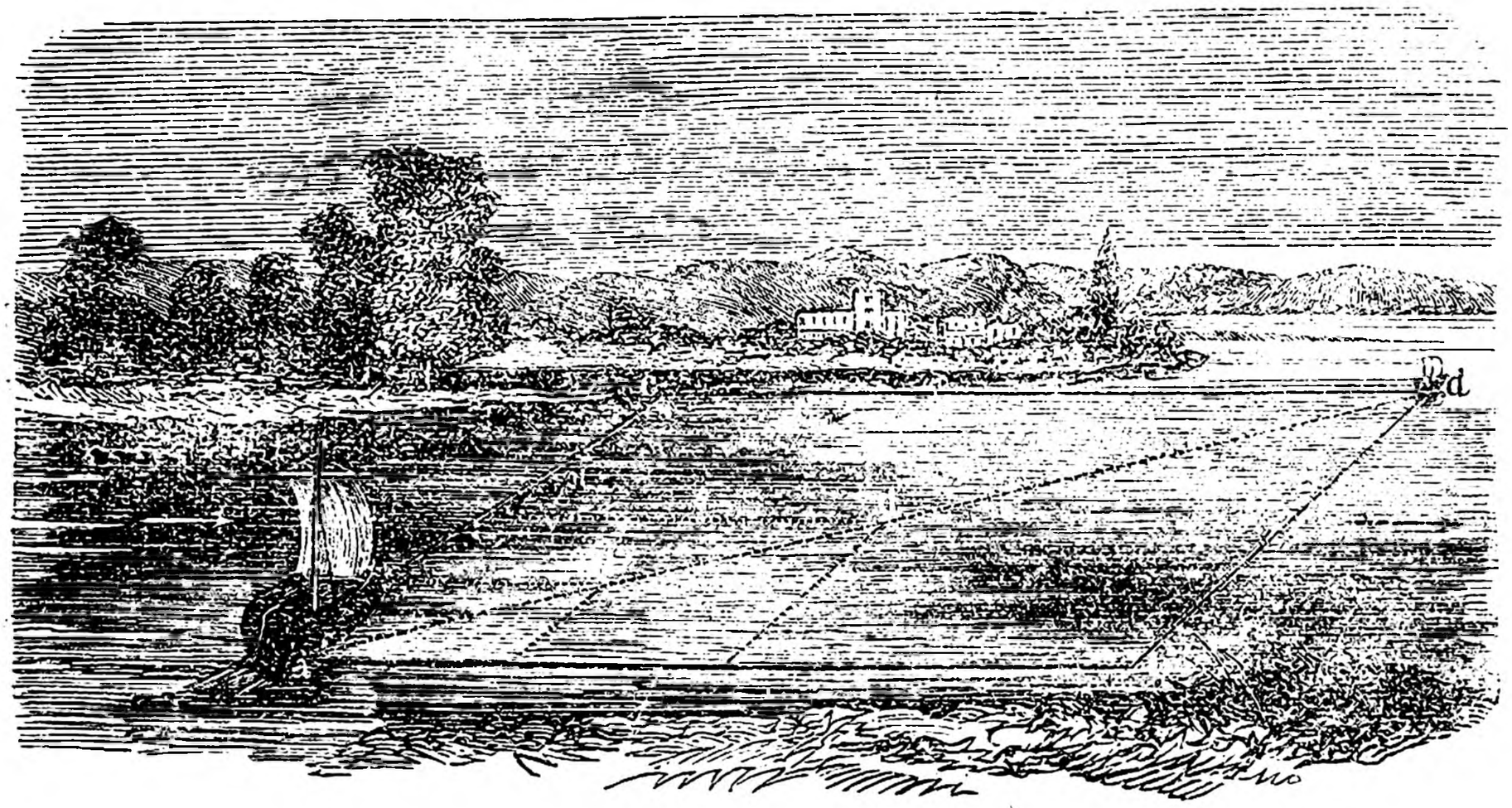
§ 43. *Параллелограмъ силъ.* Очень часто случается, что въ одно и тоже время на тѣло дѣйствуютъ двѣ силы, и притомъ такимъ образомъ, что направленіе одной изъ нихъ съ направленіемъ другой образуетъ извѣстный уголъ. Легко понять, что въ такомъ случаѣ тѣло никакъ не можетъ исключительно повиноваться ни той, ни другой изъ этихъ силъ, и что по этому движеніе его необходимо должно быть смѣшанное. Наглядный примѣръ тому мы видимъ въ кораблѣ, который силою пара или вѣтра направляется поперегъ рѣки, а силою теченія внизъ по рѣкѣ.

При объясненіи такихъ случаевъ, мы будемъ обозначать дѣйствующія силы не гирями (какъ мы это дѣлали до сихъ поръ), а линіями; потому что послѣднія показываютъ не только направленіе, но и величину пути, совершаемаго тѣломъ въ опредѣленный періодъ времени, и слѣдовательно даютъ вообще весьма точное понятіе о силахъ, дѣйствующихъ на тѣло. Равныя силы мы будемъ обозначать равными линіями, а силы неодинаковыя,

напримѣръ 1, 2, 3 и т. д., будутъ изображаемы линіями единичной, двойной, тройной длины, и т. д.

§ 44. Чтобы опредѣлить путь, совершаемый кораблемъ, который, повинуясь въ одно и тоже время вѣтру и теченію, идетъ по двумъ различнымъ направленіямъ (рис. 31), сперва пред-

Рис. 31.



положимъ, что корабль находится подъ вліяніемъ одного теченія, которое въ продолженіе одного часа времени отнесло его отъ точки a до b; потомъ представимъ себѣ, что у этой точки b вліяніе теченія прекращается и начинаетъ дѣйствовать только сила вѣтра, которая двигаетъ корабль поперегъ рѣки до точки d, также въ часъ времени. Но если обѣ силы дѣйствуютъ не попеременно, а одновременно, то мы смѣло можемъ предположить, что онѣ произведутъ тоже самое дѣйствіе въ половину показаннаго времени, и что, слѣдовательно, корабль придетъ къ точкѣ d не въ два часа времени, а въ одинъ часъ, и притомъ, болѣе краткимъ путемъ. Это оказывается и на самомъ дѣлѣ; потому что если представимъ себѣ, что эти силы дѣйствуютъ въ меньшіе промежутки времени, напр. по получасу или по четверти часа, то корабль придетъ къ точкамъ d' и d'', которыя какъ разъ совпадаютъ съ той линіей, которая идетъ по прямому на-

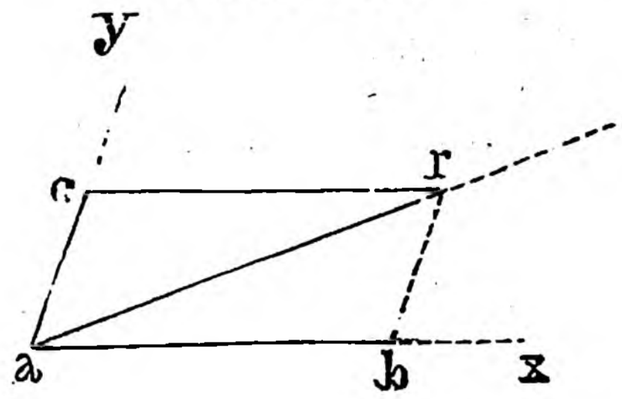
правленію отъ a къ d. Продолжая сокращать промежутки времени до минутъ и секундъ, мы придемъ, наконецъ, къ тому заключенію, что двѣ силы, дѣйствующія одновременно на тѣло подъ какимъ нибудь угломъ, стремятся сообщить ему движеніе по діагонали параллелограма ($abcd$), образуемаго направленіемъ двухъ боковыхъ силъ (ab и ac).

Изъ этого вытекаетъ слѣдующій *законъ параллелограма силъ*:

Когда двѣ силы дѣйствуютъ на тѣло подъ угломъ, то средняя ихъ сила, какъ по величинѣ, такъ и по направленію, изображается діагональю параллелограма, образуемаго боковыми силами.

На рисункѣ 32 представлены боковыя силы ab и ac, дѣйствующія на точку a по направленіямъ ax и ay. Средняя ихъ сила, или равнодѣйствующая, согласно предыдущему, будетъ ar.

Рис. 32.



Не трудно также отыскать среднюю силу и въ такомъ случаѣ, когда на тѣло въ одно и тоже время дѣйствуютъ не двѣ, а нѣсколько силъ, и притомъ по различнымъ направленіямъ. Для этого указаннымъ способомъ опредѣляютъ сперва среднюю силу, равную двумъ изъ нихъ, потомъ изъ найденной средней силы составляютъ и третій параллелограмъ, діагональ котораго представитъ среднюю силу всѣхъ трехъ данныхъ силъ.

Далѣе легко замѣтить, что каждая данная сила можетъ быть замѣнена и разложена такъ, чтобы вмѣсто ея дѣйствовали двѣ другія силы; потому что если, напримѣръ (какъ изображено на рис. 32), обѣ силы ab и ac могутъ быть замѣнены среднею силою ar, то и наоборотъ дѣйствіе силы ar, когда она будетъ *данною*, можетъ быть замѣнено ея боковыми силами ab и ac.

Какъ сложеніе, такъ и разложеніе силъ находитъ обширное примѣненіе въ механикѣ.

§ 45. *Примѣненія.* Прямой несгибающійся шестъ, свободно вращающійся около неподвижной точки опоры, называется *рычагомъ*. Разстоянія, отдѣляющія концы рычага отъ его точки опоры или вращенія, называются *плечами рычага*, а на эти плечи дѣйствуютъ подъ прямымъ угломъ двѣ силы, стремящіяся дать рычагу противоположное направленіе. Изъ сказаннаго нами (въ § 39) о равновѣсіи параллельно дѣйствующихъ силъ ясно, что двѣ силы, дѣйствующія на рычагъ, взаимно уравновѣшиваются въ такомъ случаѣ, когда онѣ находятся въ обратномъ отношеніи къ ихъ плечамъ. Произведеніе, полученное отъ умноженія дѣйствующей на рычагъ силы на длину плеча, называется *статическимъ моментомъ* силы. По этому рычагъ находится въ равновѣсіи, коль скоро статическіе моменты его равны.

Рычаги бываютъ *равноплечіе*, *неравноплечіе* и *одноплечіе*. Рычагъ весьма рѣдко имѣетъ форму простаго прямолинейнаго шеста. Напротивъ того, форма его разнообразится до безконечности. Достаточно сказать, что дѣйствіе, напр. вѣсовъ, щипцовъ и ножницъ, или даже мельничнаго колеса, составнаго блока, замочной отмычки, ключа, тачки и т. д., подчиняется тѣмъ же самымъ законамъ, на основаніи которыхъ дѣйствуетъ прямолинейный рычагъ. И дѣйствительно, во всѣхъ этихъ инструментахъ или снарядахъ можно доказать существованіе прямой линіи, проходящей чрезъ точку вращенія рычага и служащей основаніемъ для дѣйствующихъ силъ. Если бы эти силы были направлены не подъ прямымъ угломъ и не параллельно, то всегда есть возможность сообщить имъ такое направленіе при помощи параллелограма силъ. Нѣсколькимъ силамъ, направленнымъ противъ рычага, соотвѣтствуетъ сумма дѣйствія ихъ статическихъ моментовъ.

§ 46. *Равноплечій рычагъ* находится въ равновѣсіи, когда

на него дѣйствуютъ двѣ совершенно равныя силы; если бы напримѣръ, два мальчика одинаковой тяжести захотѣли покачаться на какой нибудь доскѣ, то они должны бы были положить ее поперегъ бревна такимъ образомъ, чтобы изъ нея образовался равноплечій рычагъ.

Но самое важное примѣненіе равноплечаго рычага мы видимъ въ снарядѣ, который всѣмъ извѣстенъ подъ названіемъ *вѣсовъ*. Этотъ снарядъ состоитъ изъ коромысла и двухъ лотковъ или чашекъ, привѣшанныхъ къ обоимъ концамъ коромысла. По самой срединѣ коромысла проходитъ ось, которая обоими концами своими упирается въ стѣнки неподвижной рамки и около которой оно свободно можетъ вращаться, наклоняясь то въ одну, то въ другую сторону. По срединѣ же коромысла, надъ осью его, прикрѣплена стрѣлка, которая при каждомъ наклоненіи коромысла болѣе или менѣе выходитъ изъ рамки, и по которой слѣдовательно всегда можно опредѣлить степень уклоненія его отъ горизонтальной линіи. Центръ тяжести коромысла всегда долженъ находиться нѣсколько ниже оси, около которой оно вращается, потому что только при этомъ условіи мы будемъ имѣть примѣръ устойчиваго равновѣсія вѣсовъ (см. § 42), т. е. коромысло ихъ, какъ само по себѣ, такъ и съ привѣшанными къ нему съ обоихъ концовъ одинаковыми тяжестями, всегда будетъ оставаться въ горизонтальномъ положеніи; а если какая нибудь посторонняя сила приведетъ его въ движеніе, то оно тотчасъ же обнаружитъ стремленіе возвратиться опять къ первоначальному положенію. Если бы центръ тяжести коромысла совпадалъ съ его точкою опоры, т. е. съ осью, то мы имѣли бы примѣръ безразличнаго равновѣсія, при которомъ вѣсы сохраняютъ равновѣсіе не только въ горизонтальномъ, но и во всякомъ другомъ положеніи, сообщенномъ коромыслу. Точно также центръ тяжести коромысла вѣсовъ не долженъ никогда находиться выше его подпоры или точки вращенія, потому что иначе оно имѣло бы только неу-

стойчивое равновѣсіе, т. е. такое, которое будучи разъ нарушено, уже не можетъ возстановиться само собою. И дѣйствительно, въ такомъ случаѣ коромысло, выведенное изъ своего горизонтальнаго положенія, быстро приняло бы отвѣсное положеніе, потому что центръ тяжести его поспѣшилъ бы занять свое естественное мѣсто, т. е. ниже точки опоры.

Вѣсы можно назвать вѣрными только тогда, когда плечи коромысла имѣютъ совершенно равную длину, и когда точки, на которыхъ держатся вѣсовые лотки или чашки, находятся въ одной прямой линіи съ точкою вращенія. Чѣмъ легче коромысло, чѣмъ длиннѣе его плечи и чѣмъ ближе центръ его тяжести находится къ точкѣ вращенія, тѣмъ вѣсы чувствительнѣе, а слѣдовательно и вѣрнѣе. Для повѣрки вѣсовъ, на одну чашку кладутъ какую нибудь тяжесть опредѣленнаго вѣса, а другую затѣмъ нагружаютъ до тѣхъ поръ, пока коромысло не приметъ горизонтальнаго положенія. Потомъ перемѣщаютъ обѣ тяжести съ одной доски на другую, и если вслѣдствіе такого перемѣщенія равновѣсіе не нарушится, то это значитъ, что вѣсы вѣрны.

Въ такихъ случаяхъ, гдѣ нужно съ величайшею точностію опредѣлить вѣсъ какого нибудь тѣла, прибѣгаютъ къ такъ называемому *двойному взвѣшиванію*; т. е., на одну чашку вѣсовъ кладутъ тѣло, вѣсъ котораго хотятъ опредѣлить, а на другую столько крупнаго песку или дроби, сколько нужно для того, чтобы коромысло вѣсовъ принло въ равновѣсіе. Затѣмъ извѣшиваемое тѣло снимаютъ, и вмѣсто него ставятъ гири до тѣхъ поръ, пока не возстановится равновѣсіе. Очевидно, что при такомъ способѣ взвѣшиванія можно съ точностью опредѣлить вѣсъ даннаго тѣла даже на несовсѣмъ вѣрныхъ вѣсахъ.

§ 47. Такъ называемый обыкновенный или неподвижный *блокъ* (рис. 33) состоитъ изъ кружка, имѣющаго въ окружности жолобъ, который обвивается веревкой. Ось, около которой вращается блокъ, проходитъ черезъ самый центръ его и держится на двухъ

неподвижныхъ устояхъ обоймицы, которая укрѣплена такимъ образомъ, что кружокъ не можетъ дѣлать иного движенія, кромѣ коловратнаго, вокругъ своей оси. Представимъ себѣ, что черезъ центръ блока, между точками A и B (рис. 34), проведена горизонтальная линія: очевидно, что эта линія уподобляется равноплечему рычагу, который будетъ оставаться въ равновѣсіи до тѣхъ поръ, пока на обоихъ концахъ его будутъ находиться одинаковыя тяжести. Поэтому съ помощію неподвижнаго блока нельзя измѣнить дѣйствія силы; но за то можно измѣнить ея направленіе, и въ этомъ отношеніи онъ часто употребляется съ пользою. Особенно важныя услуги оказываетъ онъ въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ хотятъ, чтобы висячіе предметы легче опускались и подымались, какъ мы это видимъ, напр на люстрахъ, газометрахъ, паникадилахъ и т. д.

Рис. 33.

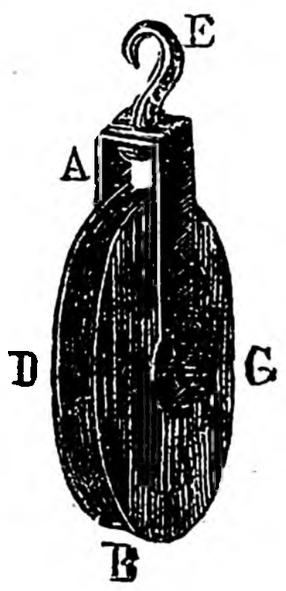
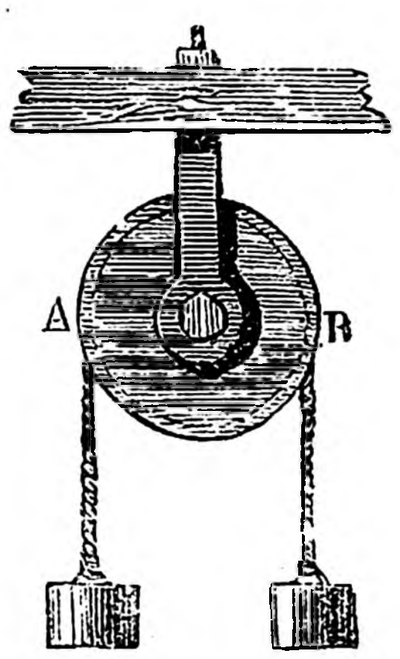
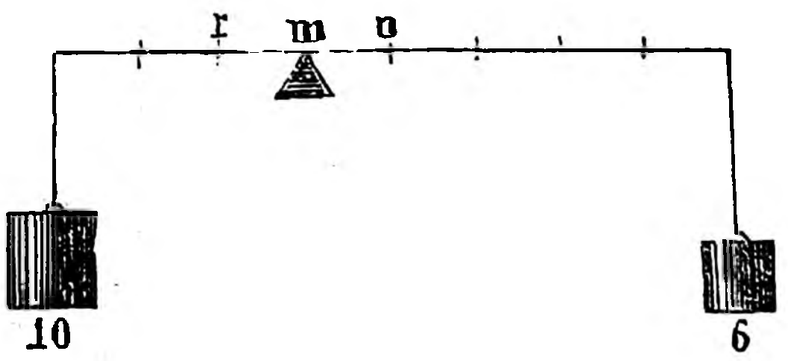


Рис. 34.



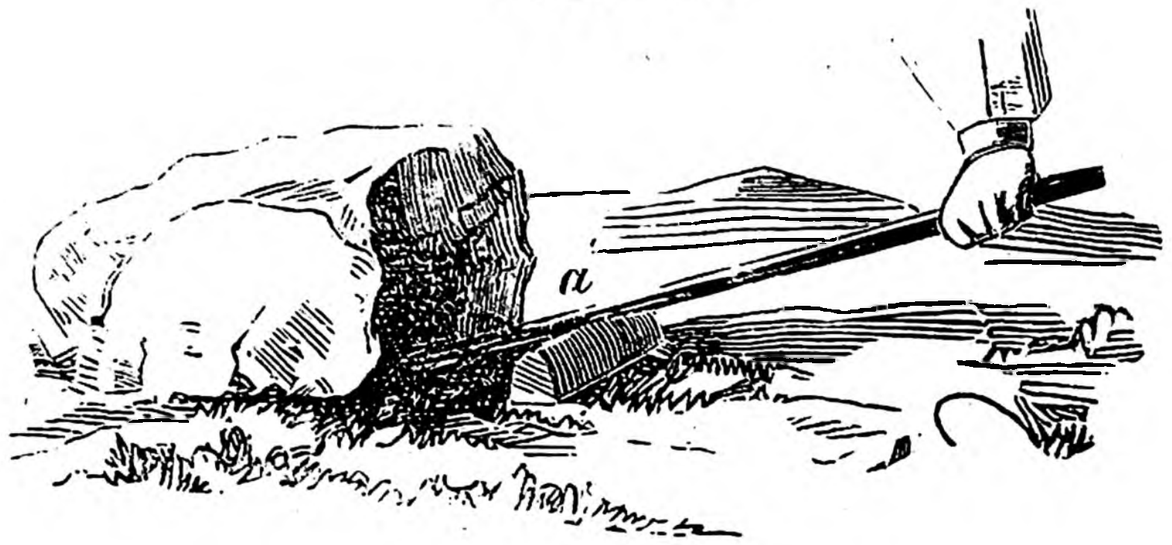
§ 48. *Неравноплечій рычагъ* поражаетъ насъ своимъ удивительнымъ дѣйствіемъ. Тяжесть въ 6 Ф. наприм. (рис. 35), дѣйствующая на плечо рычага, имѣющаго въ длину 5 д., уравновѣшиваетъ силу въ 10 Ф., дѣйствующую на рычагъ длиною въ 3 д., потому что на основаніи объясненныхъ выше законовъ (§§ 39 и 45) силы находятся въ обратномъ отношеніи къ длинѣ рычаговъ, или потому, что статистическіе моменты силъ, дѣйствующихъ на оба плеча рычага, одинаковы (§ 45), такъ какъ $5 \times 6 = 10 + 3$. Вообще достаточно употребить весьма незна-

Рис. 35.



чительную силу, чтобы при содѣйствіи очень длинныхъ рычаговъ поднять значительную тяжесть. Одинъ изъ самыхъ обыкновенныхъ примѣровъ тому представляетъ намъ рис. 36.

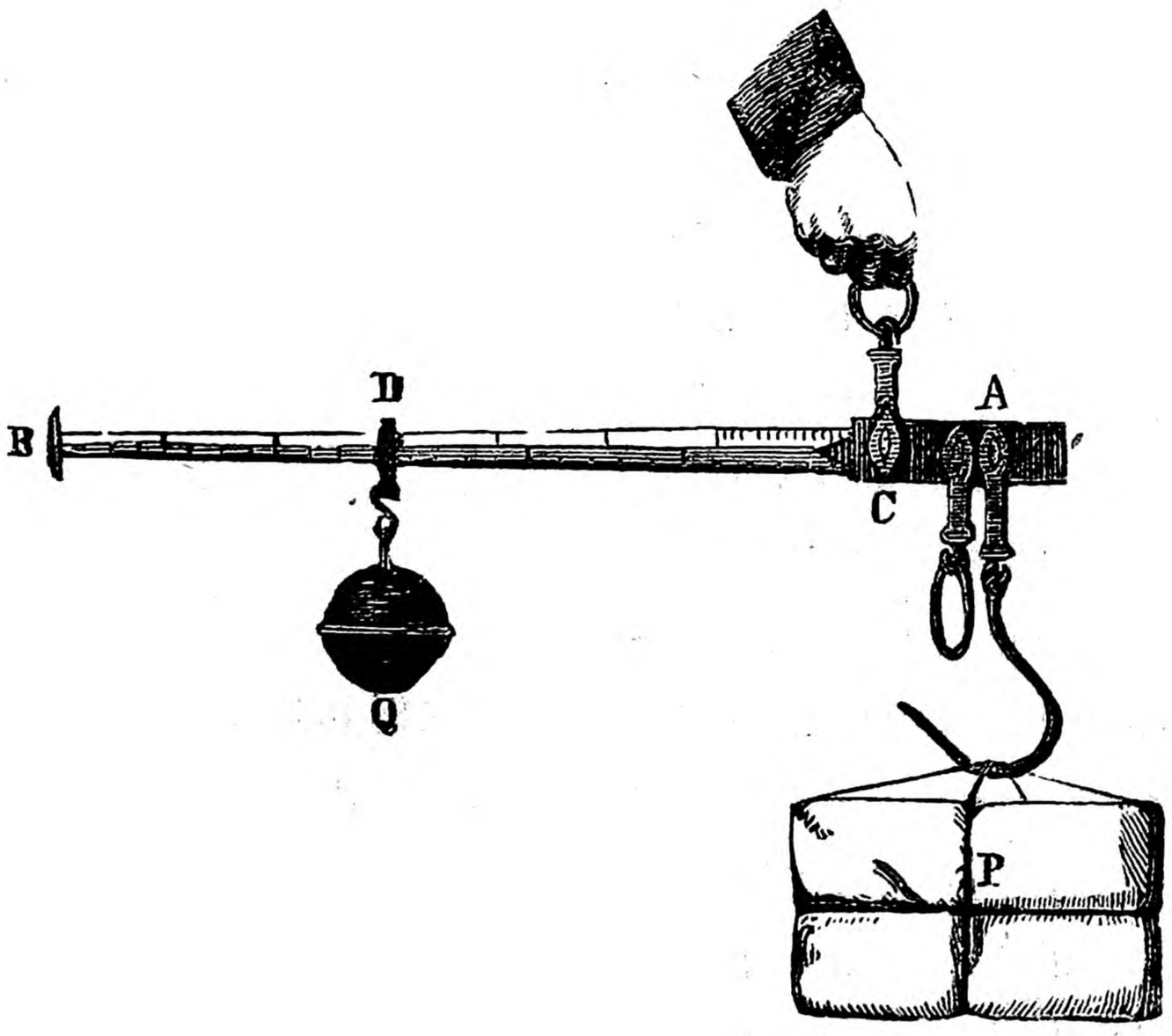
Рис. 36.



Говорятъ, что греческій математикъ Архимедъ, впервые открывшій законы рычага, пришелъ отъ сдѣланнаго имъ открытія въ такой восторгъ, что вскричалъ съ одушевленіемъ: «Дайте мнѣ только надлежащую точку опоры, и я сворочу съ мѣста шаръ земной!»

Неравноплечій рычагъ находитъ себѣ примѣненіе въ безчисленныхъ случаяхъ. Рис. 37 изображаетъ основанный на этомъ ры-

Рис. 37.



чагѣ снарядъ, называемый римскими вѣсами или *безменомъ*. Въ такомъ снарядѣ тяжесть P дѣйствуетъ на кратчайшее плечо рычага AC, между тѣмъ какъ на другомъ концѣ его BC находится подвижная тяжесть Q, которую, смотря по надобности, можно передвигать и вправо, и влѣво. Длинное плечо рычага раздѣлено полосками или рубчиками на нѣсколько равныхъ частей, изъ которыхъ каждая обозначаетъ опредѣленное количество вѣса. Ясно, что чѣмъ далѣе находится подвижная тяжесть Q отъ точки опоры безмена, тѣмъ большую тяжесть можно прицѣпить къ его противоположному концу.

§ 49. *Одноплечій рычагъ* представляетъ собою прямой неупругій шестъ, опирающійся однимъ концомъ на неподвижную точку, и на который дѣйствуютъ двѣ противоположныя силы, стремящіяся перевернуть эту линію. Надо замѣтить, что на *равноплечій* рычагъ (рис. 38) $d\ c\ b$, сила, въ 4 ф. напримѣръ, произведетъ всегда одинаковое дѣйствіе, будетъ-ли она его тянуть за плечо cb внизъ, или съ помощію блока, устроеннаго при точкѣ d за плечо cd кверху; потому что какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ рычагъ bcd поворачивается вокругъ точки c съ одинаковою силою по направленіямъ, которыя обозначены стрѣлками. Посмотримъ

Рис. 38.

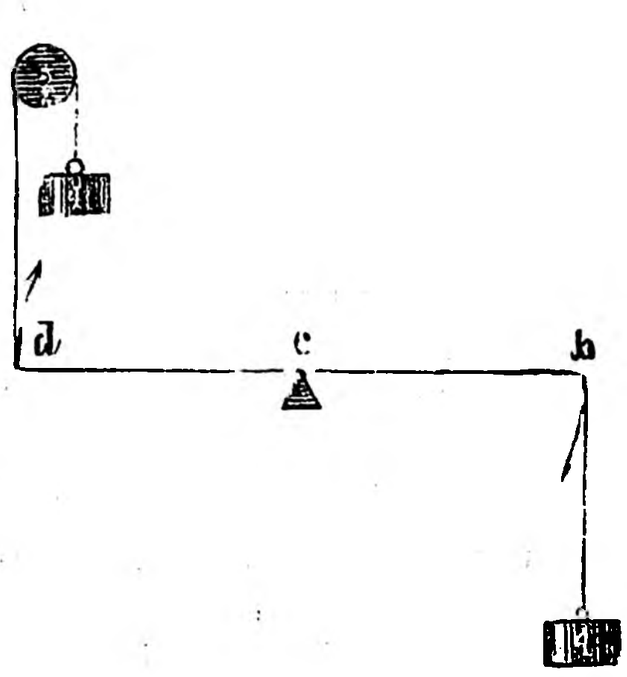
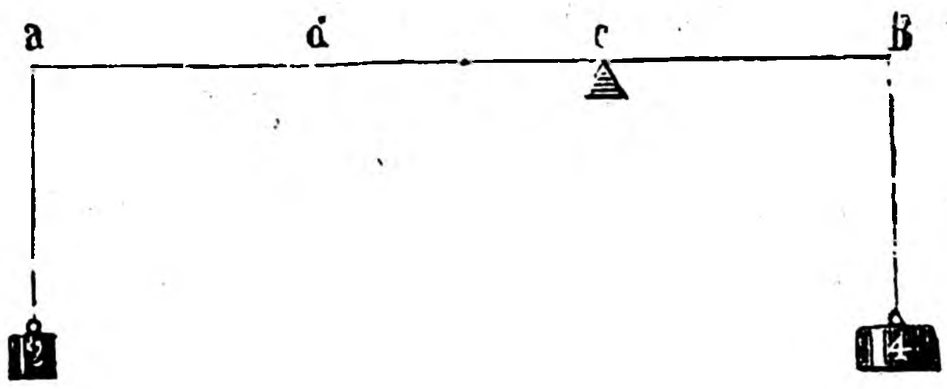


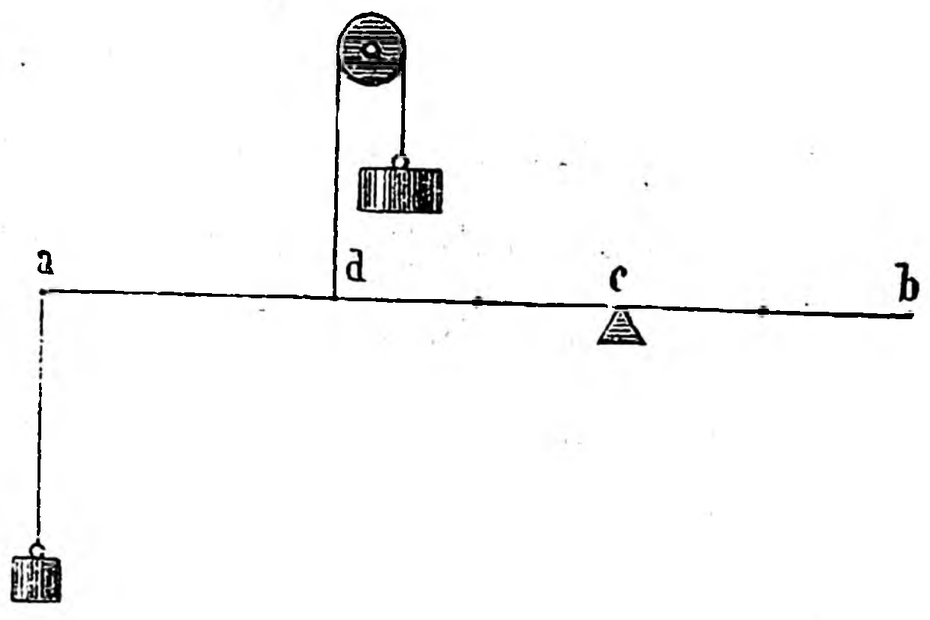
Рис. 39.



теперь на *неравноплечій* рычагъ acb (рис. 39), который сохраняетъ равновѣсіе, потому что длина плечъ его ac и cb

паходится въ обратномъ отношеніи къ величинѣ дѣйствующихъ на нихъ силъ (въ 2 Ф. и 4 Ф.). Изъ только что сказаннаго нами очевидно, что сила въ 4 Ф., которая тянетъ рычагъ за плечо cb внизъ, и тѣмъ самымъ уравновѣшиваетъ силу въ 2 Ф., дѣйствующую на плечо ac, произведетъ тоже дѣйствіе, если мы перенесемъ ее изъ точки b въ точку d, но такъ, чтобы она тянула рычагъ кверху (рис. 40). Устранивъ такимъ образомъ плечо cb отъ участія въ дѣйствіи всего рычага, мы получимъ *одноплечій рычагъ* adc, точка опоры котораго находится въ c, и на который дѣйствуютъ двѣ силы, одна въ 4 Ф, стремящаяся повернуть его кверху, а другая, въ 2 Ф., которая тянетъ его книзу.

Рис. 40.



Но мы уже видѣли, что при такихъ условіяхъ дѣйствія обѣихъ силъ взаимно уничтожаются; слѣдовательно законъ, на основаніи котораго для возстановленія равновѣсія требуется равенство статическихъ моментовъ, имѣетъ силу и для одноплечаго рычага.

Примѣненіе одноплечаго рычага мы видимъ на тачкѣ, щипцахъ для орѣховъ и т. д.

§ 50. *Подвижной* или *свободный блокъ* (рис. 41) также можетъ быть разсматриваемъ какъ одноплечій рычагъ, представляемый горизонтальнымъ діаметромъ bcd блока (рис. 42). Точка опоры или вращенія находится въ b, между тѣмъ какъ на плечо bc дѣйствуетъ тяжесть q, которая тянетъ его внизъ, а на плечо bd сила, влекущая его кверху. Такъ какъ плечи рычага въ этомъ случаѣ относятся между собою какъ полуперечникъ къ діаметру, т. е. какъ 1 къ 2, то для поддержанія тяжести q въ равновѣсіи достаточно и половины силы.

Въ самомъ дѣлѣ, если прицѣпить къ крючку *f* четырехъ фунтовую гирю, то для уравновѣшиванія ея стоитъ только у точки *e* потянуть съ силою въ два фунта; а если употребить нѣ-

Рис. 41.

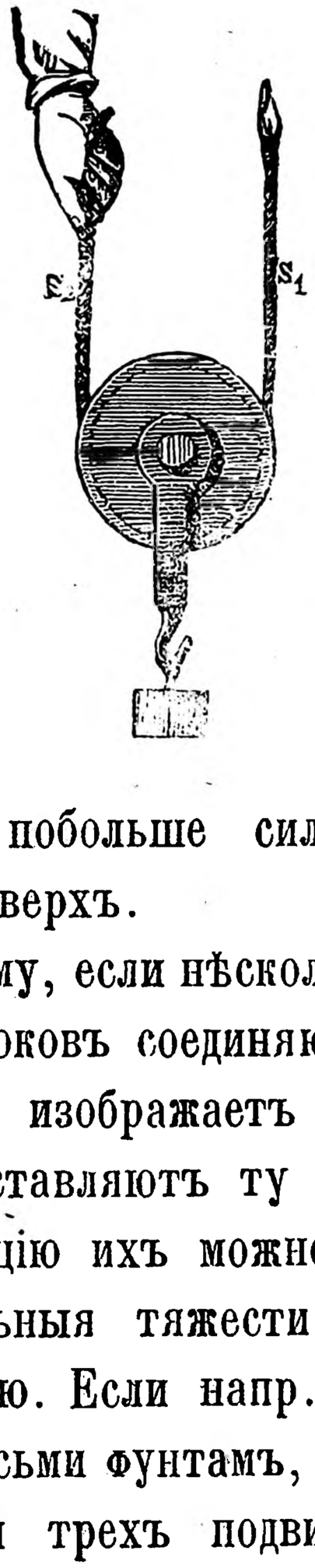
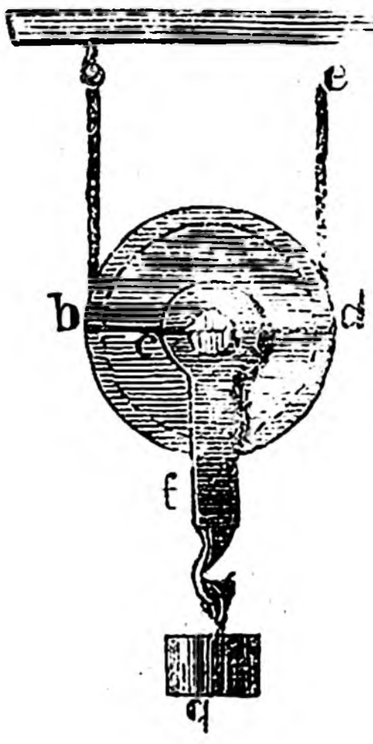


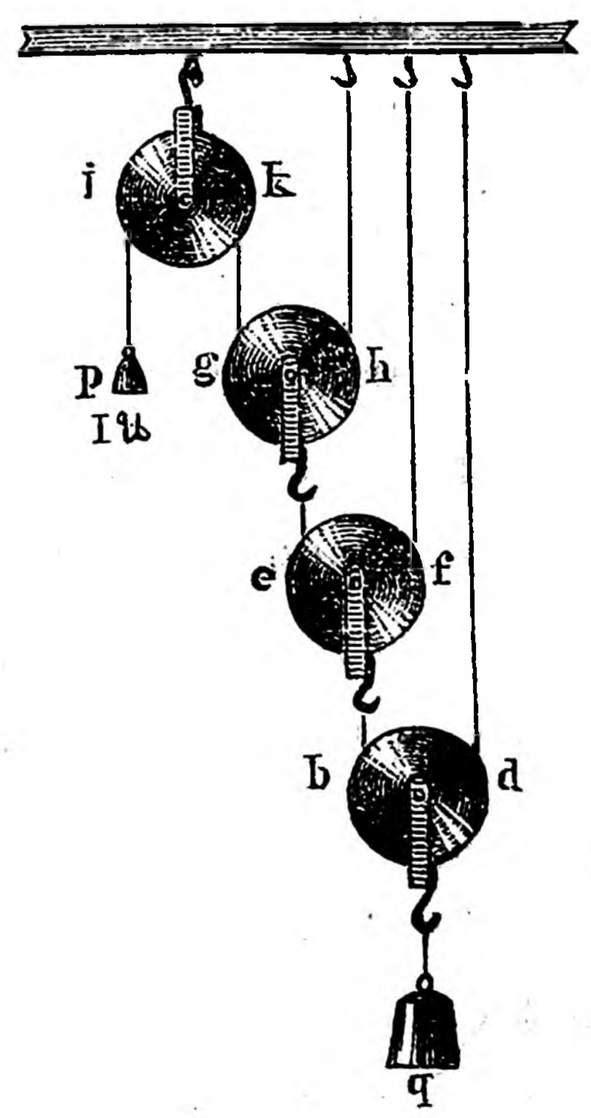
Рис. 42.



сколько побольше силы, то тяжесть эта начнетъ даже подаваться вверхъ.

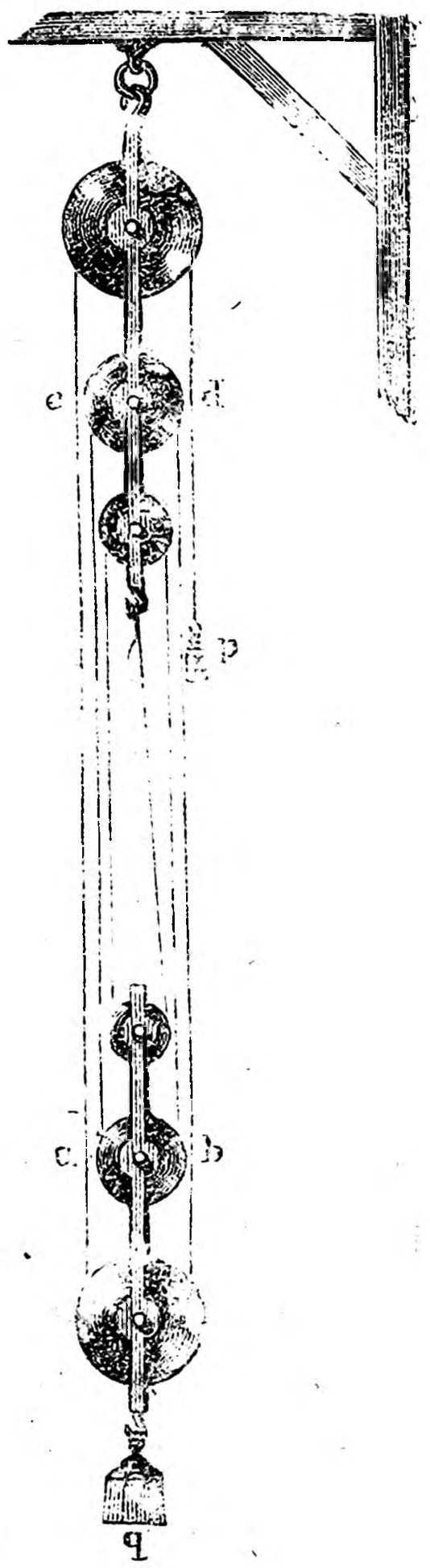
По этому, если нѣсколько подвижныхъ блоковъ соединяютъ вмѣстѣ, какъ это изображаетъ рис. 43, то они представляютъ ту выгоду, что съ помощію ихъ можно поднимать значительныя тяжести весьма малою силою. Если напр. тяжесть *q* равна восьми фунтамъ, то при употребленіи трехъ подвижныхъ блоковъ достаточно привѣсить одну *фунтовую* гирьку, чтобы уравновѣсить эту тяжесть, потому что, какъ пояснено при рис. 42, сила, потребная для уравновѣшанія тяжести, съ каждымъ слѣдующимъ

Рис. 43.



блокомъ уменьшается на половину. Наи-болѣе удобный способъ размѣщенія подвижныхъ блоковъ для подъема грузовъ представляетъ *полиспастъ*, *векша или составной блокъ* (рис. 44), состоящій изъ трехъ подвижныхъ и трехъ неподвижныхъ блоковъ. Тяжесть q поддерживается шестью канатами, которые соединяютъ верхніе блоки съ нижними, и слѣдовательно раздѣляется на шесть равныхъ частей, такъ что на долю каждой изъ нихъ приходится только по $^1/_6$ части общаго напряженія. Если бы тяжесть q равнялась напримѣръ 60 фунтамъ, то каждый канатъ былъ бы натянутъ такъ, какъ будто бы на него дѣйствовалъ грузъ всего въ десять фунтовъ. Если же съ одной стороны верхняго блока дѣйствуетъ напряженіе каната ca подъ вліяніемъ десяти фунтовой тяжести, то для возстановленія равновѣсія необходимо, чтобы канатъ dp, проходящій съ другой стороны блока, былъ натянутъ также сильно; и для этого въ точкѣ p привязываютъ тяжесть въ 10 ф. Слѣдовательно, представленное на рис. 44 расположеніе блоковъ даетъ возможность уравновѣшивать тяжесть q гирькою, которая равняется всего одной шестой части вѣса, и которая прикрѣпляется къ канату въ точкѣ p.

Рис. 44.



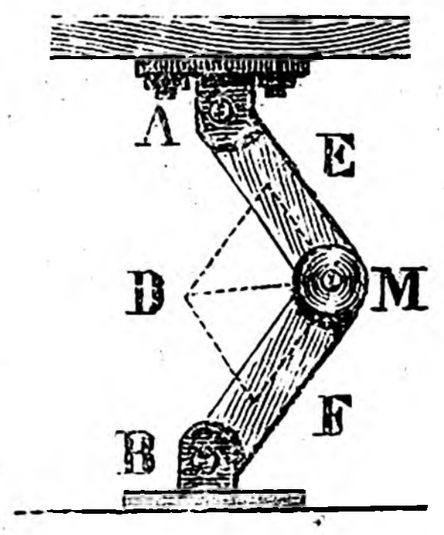
Основываясь на этомъ примѣрѣ, можно бы было предполагать, что примѣненіе системы многочисленныхъ блоковъ даетъ возможность подымать громадныя тяжести, безъ особеннаго напряженія силъ. Однако на дѣлѣ выходитъ иначе. При чрезмѣрномъ количествѣ блоковъ, они уже не представляютъ ожи-

даемыхъ выгодъ, потому что съ каждымъ новымъ блокомъ сокращается путь, совершаемый тяжестью, и увеличивается треніе, которое, какъ мы сейчасъ увидимъ, сильно препятствуетъ движенію.

Слѣдуетъ однакожъ замѣтить, что способъ дѣйствія блоковъ выводится также изъ законовъ параллелограма силъ.

§ 51. Оканчивая § 44, мы сказали, что сложеніе и разложеніе силъ весьма часто находятъ примѣненіе въ механикѣ. Доказательствомъ тому можетъ служить напр. *колѣнчатый рычагъ* (рис. 45), дѣйствіе котораго объясняется при помощи параллелограма силъ. Колѣнчатый рычагъ состоитъ изъ двухъ металлическихъ брусковъ, соединенныхъ подвижнымъ суставомъ *M*; верхній конецъ рычага, въ свою очередь, соединенъ такимъ же суставомъ или колѣномъ съ неподвижною горизонтальною плоскостью, между тѣмъ какъ нижній такимъ же суставомъ упирается въ доску, которая уступаетъ производимому на нее давленію. Если на точку *M* дѣйствуетъ сила *MD*, старающаяся сообщить брускамъ *MA* и *MB* прямое положеніе, то ея дѣйствіе разлагается на двѣ боковыя силы *ME* и *MF*, которыя обнаружатся, если начертить параллелограмъ *MFDE* съ діагональю *MD*. Дѣйствіе силы *ME*, направленной кверху, уничтожается упорнымъ сопротивленіемъ верхней доски, въ то время какъ дѣйствующая книзу боковая сила *MF* производитъ давленіе на лежащую подъ нею доску въ точкѣ *B*. Такой снарядъ даетъ возможность выигрывать силу, потому что сила *MF*, очевидно, не только можетъ быть больше силы *MD*, но даже постепенно возрастать по мѣрѣ увеличенія угла *M*, въ главномъ колѣнѣ (т. е. по мѣрѣ того, какъ уголъ становится тупѣе).

Рис. 45.



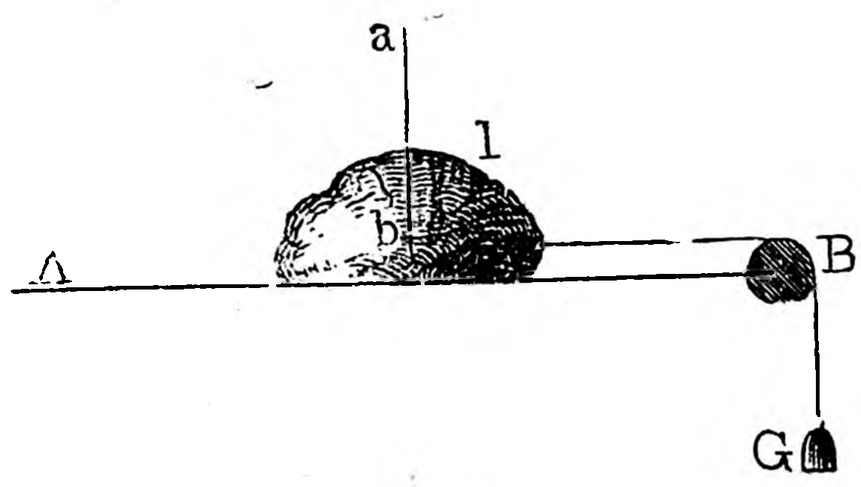
На дѣйствіи колѣнчатаго рычага основано устройство печатныхъ станковъ, а также прессовъ, употребляемыхъ для че-

канки звонкой монеты; вообще рычагъ этотъ примѣняется тамъ, гдѣ требуется произвести непродолжительное, но чрезвычайно сильное давленіе.

§ 52. Другой примѣръ разложенія одной центральной силы на двѣ боковыя представляетъ *косая* или *наклонная плоскость*. Но прежде, чѣмъ приступимъ къ ея объясненію, мы считаемъ нужнымъ сдѣлать нѣсколько общихъ замѣчаній. Согласно сказанному въ § 17, давленіе, производимое тѣломъ на *горизонтальную* плоскость, называется вѣсомъ тѣла. Когда мы передвигаемъ какое нибудь тѣло, которое всею силою своею давитъ на горизонтальную плоскость, то при этомъ не столько приходится преодолѣвать его вѣсъ или тяжесть (потому что послѣдняя вся поддерживается горизонтальною плоскостью), сколько превозмогать сопротивленіе, которое происходитъ отъ тренія тѣла о поверхность плоскости, и которое бываетъ тѣмъ слабѣе, чѣмъ глаже и ровнѣе обѣ соприкасающіяся поверхности. Однако при разсмотрѣніи нижеслѣдующихъ примѣровъ, мы не будемъ принимать въ соображеніе треніе, а предположимъ, что оно равно нулю, хотя въ дѣйствительности этого никогда не бываетъ. Очевидно, что при такомъ условіи достаточно употребить очень небольшую силу, чтобы передвинуть тѣло, лежащее на плоскости всею своею тяжестью.

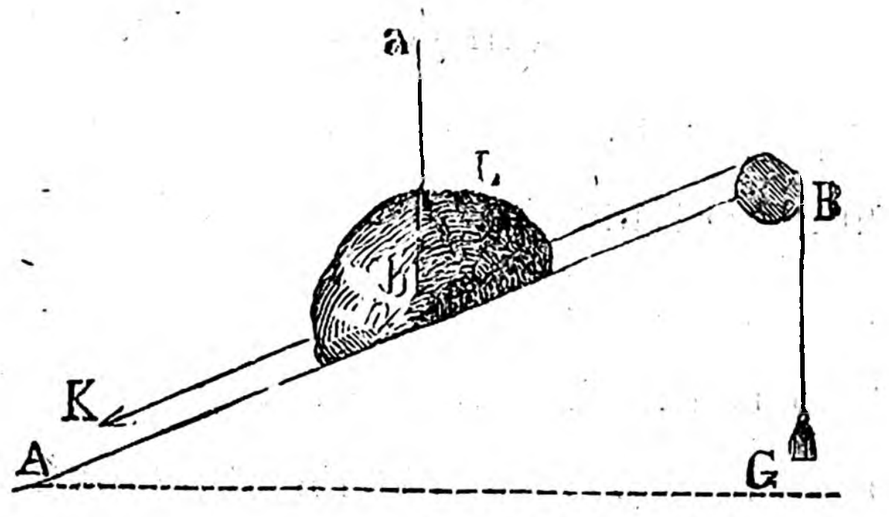
Такъ наприм. посредствомъ небольшой гирьки G можно передвинуть тѣло L (рис. 46), лежащее на горизонтольной плоскости AB, причемъ линія ab представляетъ величину давленія, испытываемаго плоскостью AB подъ тяжестью тѣла L. Но если мы сообщимъ этой плоскости наклонное положеніе (рис. 47), то гирьки G будетъ уже недостаточно для того, чтобы заставить тѣло L двигаться по направленію AB; напротивъ того тѣло это

Рис. 46.



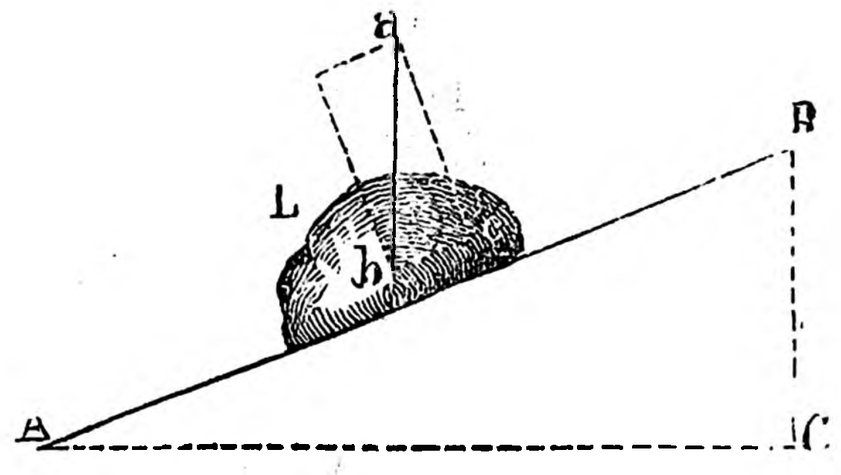
приметъ противоположное направленіе, т. е. оно будетъ скользить внизъ къ точкѣ *A*, какъ будто повинуясь особенной силѣ, которая, находясь при точкѣ *K* и дѣйствуя параллельно плоскости, тянетъ его внизъ. Изъ этого слѣдуетъ, что тутъ тѣло опирается на плоскость уже не всею своею тяжестью, какъ это было на горизонтальной плоскости и что поэтому давленіе, которое она производитъ на нее, должно быть изображено уже не линіею *ab* (рис. 46), а какою-нибудь другою, болѣе короткою.

Рис. 47.



Такимъ образомъ сила *ab*, или величина давленія, производимаго тѣломъ *L* на горизонтальную плоскость (рис. 46), при дѣйствіи на наклонную плоскость *AB* (рис. 48) разложится на двѣ силы, а именно на *ac*, которая дѣйствуетъ на *AB* по отвѣсному направленію, и *cb*, которая тянетъ тѣло внизъ, параллельно плоскости.

Рис. 48.

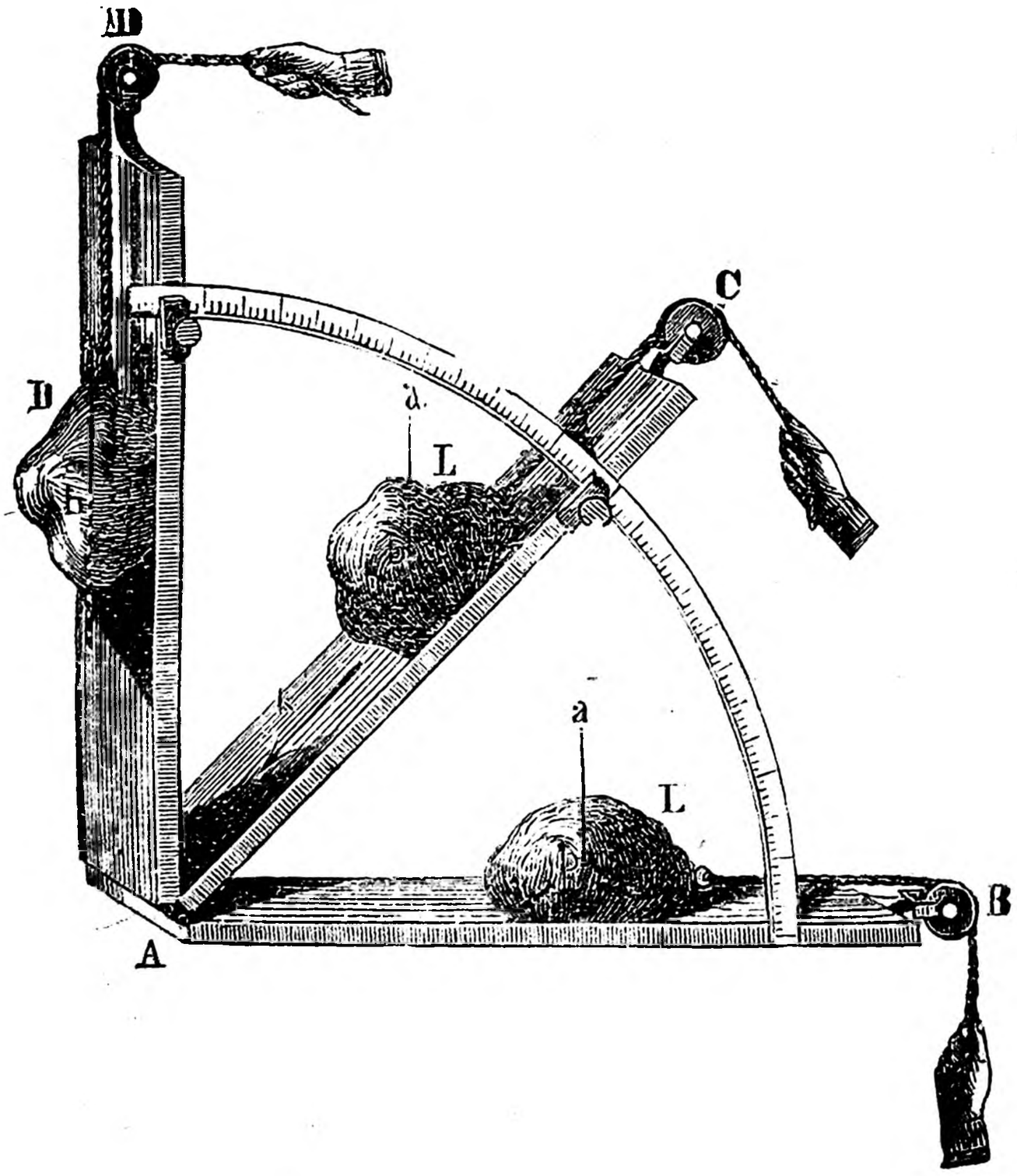


Назовемъ линію *AB* длиною, а линію *BC* высотою наклонной плоскости *AB*. Тогда, на основаніи геометрическихъ законовъ о подобіи двухъ прямоугольныхъ треугольниковъ *abc* и *ABC*, легко будетъ доказать, что сила *bc*, влекущая тѣло внизъ, относится къ тяжести *ab* тѣла *L*, какъ высота *BC* наклонной плоскости относится къ ея длинѣ *AB*. Стало быть, если высота *CB* составляетъ четвертую, пятую или шестую часть длины *AB*, то и сила *bc* будетъ равна соотвѣтственной, т. е. четвертой, пятой или шестой части тяжести или вѣса тѣла.

§ 53. Что касается до примѣненія наклонной плоскости, то

она вообще служитъ для того, чтобы облегчить подъемъ тяжестей на данную высоту, стало быть при переходахъ чрезъ горы, при строительныхъ сооруженіяхъ и т. д., и это облегченіе бываетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ меньше высота BC въ сравненіи съ длиною AC, или какъ обыкновенно выражаются, чѣмъ она отложе (т. е. чѣмъ незначительнѣе наклонность или скатъ плоскости). Различныя явленія передвиженія тѣлъ по наклонной плоскости легче объясняются нѣкоторыми снарядами, которыхъ рисунки мы здѣсь прилагаемъ. По неравномѣрной степени употребляемаго нами усилія всякій изъ насъ тотчасъ же можетъ чувствовать удобно ли передвигать тѣло или тяжесть L (рис. 49) по горизонтальной AB,

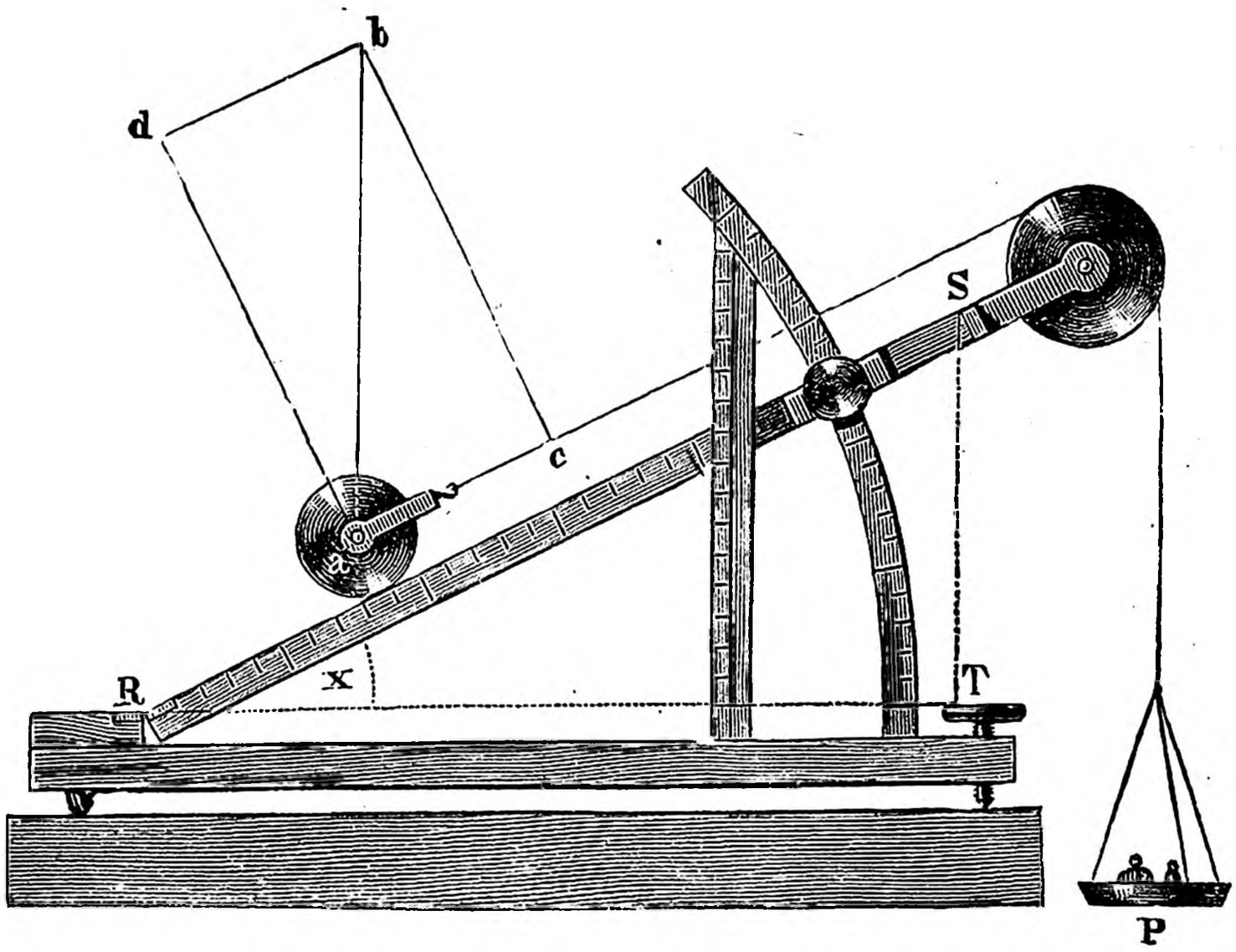
Рис. 49.



или по наклонной AC, или наконецъ, по вертикальной плоскости AD. Еще болѣе точные опыты силы производятся при

помощи наклонной плоскости RS, изображенной на рис. 50. Чтобы уравновѣсить тяжесть, представляемую полированнымъ мѣднымъ валикомъ a, мы должны класть на тарелку P тѣмъ больше гирь, чѣмъ значительнѣе высота TS въ отношеніи къ

Рис. 50.

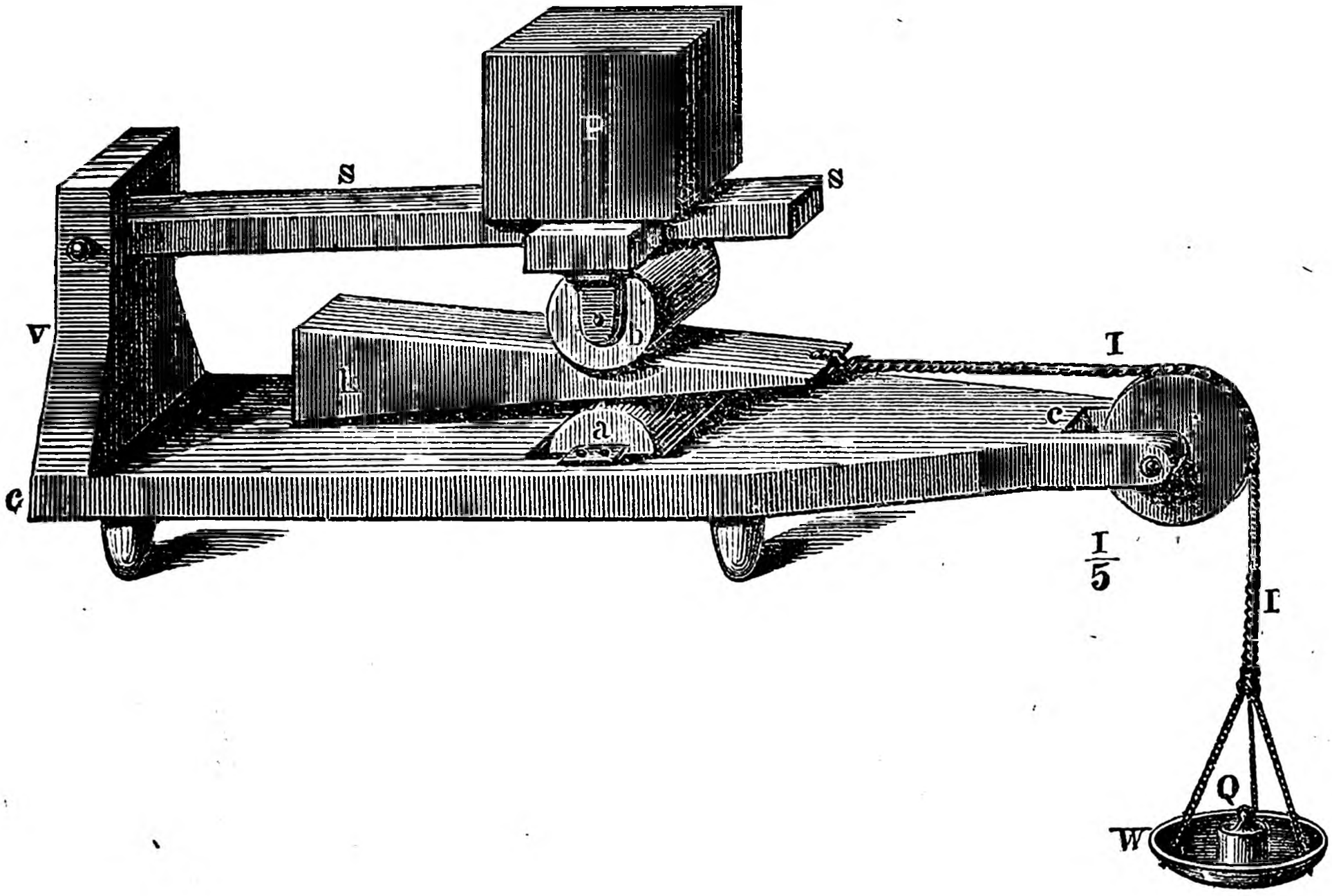


длинѣ RS. Посредствомъ неподвижнаго винта, придѣланнаго къ каждому изъ аппаратовъ, изображенныхъ на рисункахъ 49 и 50, можно сообщить наклонной плоскости любое положеніе.

Наклонная плоскость находитъ разнообразное примѣненіе. Всякій рѣжущій инструментъ, какъ напримѣръ ножъ, бритва, долото, топоръ и т. п. представляетъ собою ничто иное какъ соединеніе двухъ наклонныхъ плоскостей, прикасающихся другъ къ другу основаніями своими. Тоже самое мы замѣчаемъ въ такъ называемомъ *клинѣ* или распоркѣ, простѣйшемъ орудіи, оказывающемъ существенныя услуги при раскалываніи, подъемѣ, и т. п. примѣненіяхъ, На рис. 51 представлено, какимъ образомъ съ помощію небольшой гирьки Q, прикрѣпленной посредствомъ каната къ клину k, пропущенному между валиками a b,

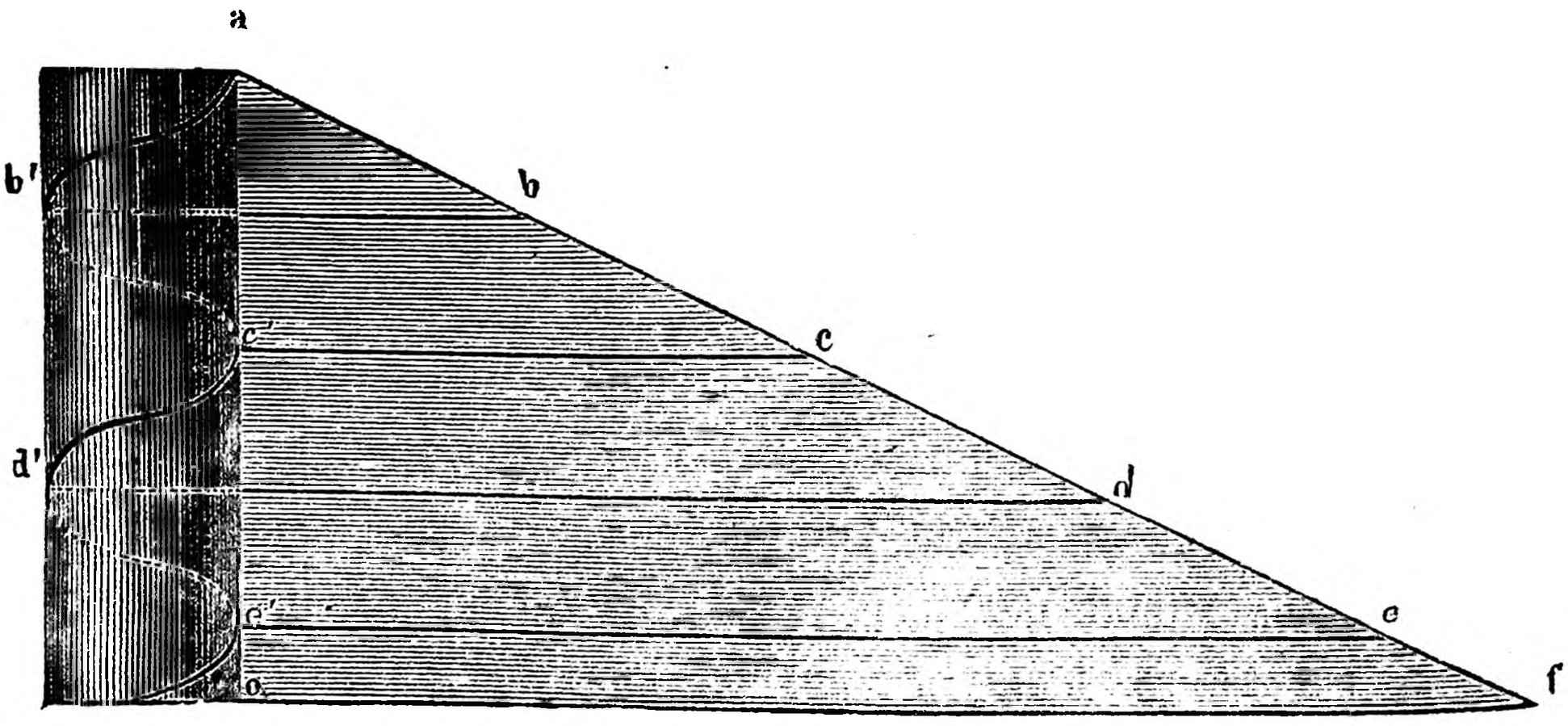
подымаетея сравнительно весьма значительная тяжесть P, и притомъ съ тѣмъ большею легкостью, чѣмъ тоньше клинъ сравнительно съ его длиною.

Рис, 51.



§ 54. *Винтъ*. Вырѣжимъ изъ бумаги разносторонній прямоугольный треугольникъ $a\ o\ f$ (рис. 52), и обозначимъ са-

Рис. 52.



мую длинную сторону его af черной линіей; если потомъ приклеимъ кратчайшую сторону этого треугольника ao вдоль цилиндра и обовьемъ его около послѣдняго, то черная линія af обозначитъ на поверхности цилиндра постепенно нисходящую кривую линію $a\ b'\ c'\ d'\ e'$..., которая извѣстна подъ названіемъ *винтовой*. Если линія cc' равна объему цилиндра, то линія ac сдѣлаетъ вокругъ него полный оборотъ или *витокъ*, причемъ точка c будетъ находиться какъ разъ подъ точкой a и притомъ въ одной отвѣсной линіи съ нею, именно въ точкѣ c'. Разстояніе между c' и a называется высотою винтоваго хода. Смотря потому, сдѣланы ли вдоль этой винтовой линіи нарѣзы въ видѣ трехгранной или въ видѣ четырехгранной формы, получается, въ первомъ случаѣ *острый* (рис. 53), а во второмъ *плоскій витокъ* (рис. 54). Если подобные же витки

Рис. 53.

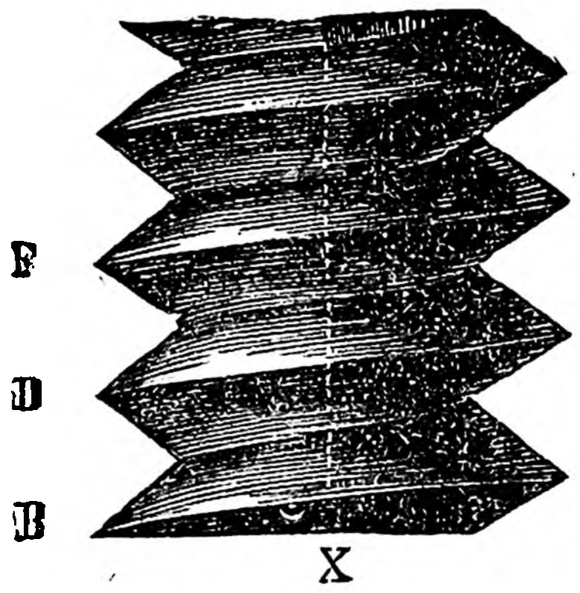
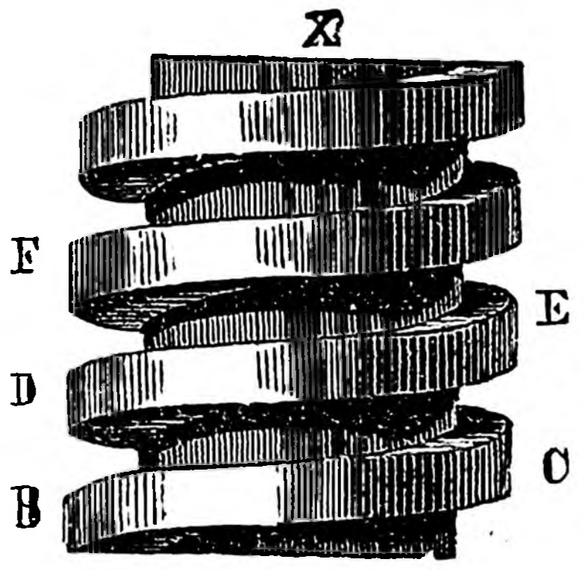
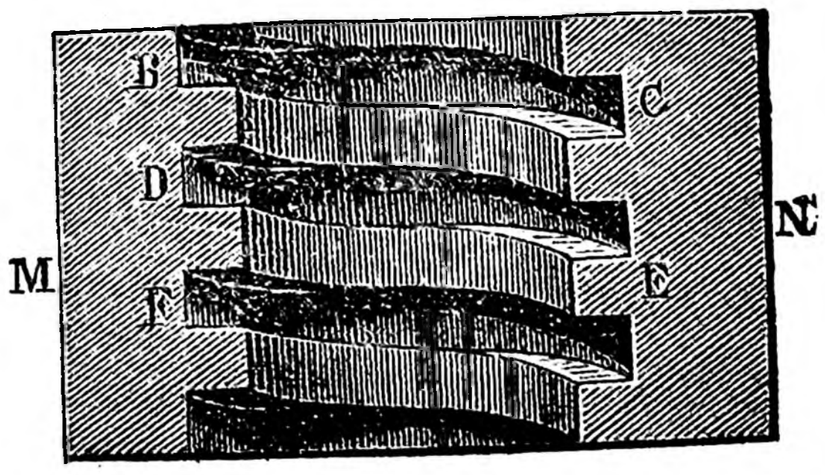


Рис. 54.



нарѣзаны на внутреннихъ стѣнкахъ пустаго цилиндра, то такой цилиндръ называется *гайкою* (рис. 55), которая служитъ для принятія соотвѣтствующаго ей винта. Выгода, доставляемая винтами, заключается въ томъ, что они, благодаря сильному тренію, происходящему при завинчиваніи, крѣпче держатся, и

Рис. 55.



въ тоже время обладаютъ извѣстною степенью подвижности, т. е. легко входятъ и выходятъ, такъ какъ они представляютъ сочетаніе двухъ наклонныхъ плоскостей, которыя скользятъ одна на другой какъ по нисходящей, такъ и по восходящей кривой линіи. Эта подвижность бываетъ тѣмъ значительнѣе и легче, чѣмъ меньше высота винтоваго хода. Кромѣ обыкновеннаго винта бурава и штопора, мы находимъ примѣненіе его въ разныхъ другихъ снарядахъ, какъ напримѣръ въ винтовомъ прессѣ, въ улиткообразномъ или архимедовомъ винтѣ и въ микрометрѣ (винтѣ съ мельчайшею нарѣзкою).

b. *О движеніи.*

§ 55. Мы говоримъ, что тѣло находится въ *движеніи*, когда замѣчаемъ его постепенно въ различныхъ точкахъ пространства. Очевидно, что при этомъ движущееся тѣло безпрестанно измѣняетъ свое мѣсто относительно окружающихъ его предметовъ. Часовая стрѣлка переходитъ отъ одной цифры къ другой, корабль плыветъ мимо прибрежныхъ горъ и долинъ, паровозъ несется чрезъ города и селенія. Значитъ всѣ эти предметы находятся въ движеніи, потому что мы замѣчаемъ, что отъ ближайшихъ предметовъ они удаляются, а къ отдаленнымъ приближаются; т. е. непрерывно перемѣняютъ мѣсто или измѣняютъ свое положеніе.

Противоположное явленіе представляютъ намъ, напримѣръ, горные хребты, домы, деревья и разные другіе предметы, которые никогда не измѣняютъ своего мѣста. Это неизмѣнное состояніе, сохраняемое тѣлами относительно другихъ неподвижныхъ предметовъ, мы называемъ *покоемъ*.

Изъ этого слѣдуетъ, что для распознанія движущихся тѣлъ, необходимо, чтобы нѣкоторые изъ окружающихъ ихъ предметовъ, были неподвижны, т. е. постоянно оставались на одномъ и томъ же мѣстѣ. Еслибы всѣ тѣла двигались равномѣрно, то намъ

казалось бы, что все находится въ покоѣ, потому что тогда всѣ предметы постоянно сохраняли бы одинаковое взаимное положеніе, какъ это дѣйствительно представляется намъ, когда мы смотримъ на усѣянное звѣздами небо, горы, лѣса и города земной поверхности.

Однако точныя наблюденія показываютъ, что всѣ небесныя тѣла, не исключая даже такъ называемыхъ неподвижныхъ звѣздъ, которыя кажутся неподвижными вслѣдствіе своей неизмѣримой отдаленности, находятся въ непрерывномъ движеніи, и можно почти навѣрное сказать, что во всемъ мірозданіи нѣтъ ни одной частички, которая оставалась бы въ совершенномъ покоѣ. Мы знаемъ, что наши горы, лѣса и города принимаютъ участіе въ ежедневномъ вращеніи земнаго шара вокругъ своей оси.

Слѣдовательно безусловнаго покоя въ природѣ не существуетъ, а если мы иногда употребляемъ выраженіе *покой*, то это не больше какъ понятіе относительное. Напр. когда мы находимся на кораблѣ, то тѣло наше остается въ покоѣ только относительно непосредственно окружающихъ насъ предметовъ, но одинъ взглядъ на берегъ, гдѣ одни предметы смѣняются другими, убѣждаетъ насъ, что корабль быстро движется вмѣстѣ со всѣми находящимся на немъ лицами и вещами.

§ 56. Для всѣхъ явленій движенія имѣютъ силу слѣдующіе два важные закона:

1. *Находящееся въ покоѣ тѣло не можетъ само собою прійдти въ движеніе.*

2. *Находящееся въ движеніи тѣло не можетъ само по себѣ измѣнить или прекратить это движеніе.*

Оба эти положенія вполнѣ согласуются съ тѣмъ, что мы сказали объ *инерціи* или *косности* тѣлъ (см. § 10).

Если привести тѣло въ движеніе, то на основаніи втораго закона, оно собственно должно бы было неослабно продолжать это движеніе до безконечности, какъ мы это видимъ напр. на небесныхъ тѣлахъ. Однако на земномъ шарѣ нѣтъ ни одного

такого тѣла, которому мы могли бы сообщить безконечное движеніе. Если напр. возьмемъ пулю и самымъ сильнымъ зарядомъ пустимъ ее изъ ружья въ воздухъ, или съ большою силою покатимъ ее по гладкой, какъ зеркало, поверхности льда, то увидимъ, что движеніе ея, сначала чрезвычайно быстрое, начнетъ постепенно ослабѣвать и наконецъ совсѣмъ прекратится. Но и въ томъ, и въ другомъ случаѣ пуля приходитъ въ состояніе покоя не само собою: движеніе ея прекращается вслѣдствіе вліянія другихъ силъ, а именно: въ первомъ случаѣ по причинѣ сопротивленія, оказываемаго упругимъ воздухомъ, а въ послѣднемъ вслѣдствіе притяженія земли.

§ 57. Разсматривая движеніе далѣе, мы останавливаемся на отношеніяхъ его къ пространству и времени, именно на его *направленіи* и *скорости*.

Разстояніе отъ той точки, въ которой началось движеніе тѣла, до того мѣста, гдѣ оно прекратилось, называется его путемъ, а линія, обозначающая этотъ путь,—*направленіемъ*. Послѣднее бываетъ или постоянно одинаковое, *прямолинейное* или же измѣняющееся, *криволинейное*. Круговое движеніе точекъ такого тѣла, которое вращается около своей оси, называется *коловратнымъ движеніемъ*.

§ 58. Сравнивая длину пути съ количествомъ времени, въ которое тѣло совершаетъ этотъ путь, мы приходимъ къ опредѣленію *скорости* движенія. Такъ напр. при различныхъ движеніяхъ мы видимъ, что одинъ и тотъ же путь можетъ быть проходимъ въ различныя времена; если въ одномъ случаѣ употреблено больше времени, чѣмъ въ другомъ, то мы говоримъ, что въ послѣднемъ случаѣ скорость движенія значительнѣе, чѣмъ въ первомъ.

Степени скорости бываютъ чрезвычайно различны. Такъ напримѣръ, минутная стрѣлка часовъ проходитъ въ *одинъ* часъ такой путь, для совершенія котораго часовой стрѣлкѣ надобно *двѣнадцать* часовъ времени. Улитка проходитъ въ *одну се-*

кунду путь въ одну линію, между тѣмъ какъ скороходъ (на конькахъ) пробѣгаетъ по льду 25 ф., паровозъ, примѣрно 44 ф., бѣговая лошадь 50 ф., вихрь 124 ф., звукъ 1050 ф., пушечное ядро 2400 ф., лучъ свѣта 42000 миль.

§. 59. Дальнѣйшее изслѣдованіе показываетъ намъ, что скорость бываетъ или *равномѣрная* или *неравномѣрная*.

При равномѣрной скорости движенія, одинаковой длины пути совершаются въ равные промежутки времени. Слѣдовательно, если какое нибудь тѣло проходитъ въ часъ одну милю, то въ минуту оно пройдетъ одну шестидесятую, а въ секунду $^1/_{3600}$ мили.

При *равномѣрномъ* движеніи предполагается, что движущееся тѣло находится подъ вліяніемъ непрерывно дѣйствующей силы, которая совершенно уравновѣшиваетъ противодѣйствующія препятствія, такъ что первоначальная скорость движенія остается неизмѣнною.

Неравномѣрнымъ движеніемъ называется такое, которое съ каждымъ слѣдующимъ періодомъ времени или ускоряется, или замедляется, почему оно въ первомъ случаѣ называется также *ускореннымъ*, а въ послѣднемъ *укосненнымъ* движеніемъ.

Равноускоренное движеніе происходитъ въ такомъ случаѣ, когда находящееся въ движеніи тѣло постоянно остается подъ вліяніемъ одинаковой силы, дѣйствующей въ одномъ и томъ же направленіи, какъ это бываетъ въ падающемъ тѣлѣ. *Равноукосненнымъ* движеніемъ называется такое, которое задерживается постоянно дѣйствующимъ сопротивленіемъ, какое противопоставляетъ напримѣръ сила тяготѣнія брошенному кверху камню.

§ 60. *Паденіе тѣлъ.* Согласно приведенному выше закону инерціи, тѣло, будучи однажды приведено въ движеніе, не можетъ само собою придти опять въ состояніе покоя; напротивъ того, оно будетъ съ неизмѣнной скоростію и по неизмѣнному направленію продолжать это движеніе до тѣхъ поръ, пока не подвергнется какому нибудь противодѣйствующему вліянію.

Такимъ образомъ тѣло, которому мы сообщимъ извѣстную

скорость, напримѣръ 30 футовъ въ секунду, должно будетъ сохранять туже скорость и въ слѣдующія затѣмъ секунды, безъ всякаго измѣненія, т. е. продолжать двигаться со скоростью 30 ф. въ секунду. Если же въ началѣ второй секунды повторить толчокъ съ тою же силою, то ясно, что тѣло должно получить удвоенную скорость; а продолжая повторять толчки каждую секунду, мы сообщимъ ему послѣдовательно утроенную, учетверенную, упятеренную и т, д. скорость, и тогда движеніе тѣла будетъ *равноускоренное*. Но можно также представить себѣ, что такіе толчки слѣдуютъ одинъ за другимъ еще быстрѣе, т. е. что они повторяются чрезъ безконечно малые промежутки времени, какъ это можно допустить напр. при паденіи тѣлъ. Ускоренное движеніе ихъ въ этомъ случаѣ объясняется постояннымъ дѣйствіемъ силы тяготѣнія.

Изъ точныхъ опытовъ дознано, что тѣло, падающее въ теченіе секунды, проходитъ къ это время путь въ 15 парижск. футовъ или 4,9 метра, и что въ концѣ этой секунды оно пріобрѣтаетъ скорость въ 30 ф. Но такъ какъ въ продолженіе второй секунды сила тяготѣнія продолжаетъ дѣйствовать на падающее тѣло, точно также, какъ и въ первую, то скорость его будетъ увеличиваться соотвѣтственно времени паденія, и такимъ образомъ составитъ: въ концѣ первой секунды 30 ф., 2-й 60, 3-й 90, 4-й 120, 5-й 150 и т. д.

Изслѣдуемъ теперь скорость паденія, т. е. путь, проходимый какимъ нибудь падающимъ тѣломъ въ опредѣленное время вслѣдствіе этой непрерывно возрастающей скорости:

Къ концу первой секунды оно прошло путь въ 15 ф. и пріобрѣло скорость въ 30 ф., которая дѣйствуетъ точно также, какъ будто бы при началѣ второй секунды мы дали ему толчокъ, заставляющій его падать со скоростью 30 ф. въ секунду. Но совершенно независимо отъ этого на тѣло дѣйствуетъ еще сила тяготѣнія, подъ вліяніемъ которой оно само по себѣ должно пройдти во вторую секунду такое же пространство, какъ и въ

первую, т. е. 15 ф. И дѣйствительно, если мы въ исходѣ первой секунды какимъ нибудь образомъ задержимъ паденіе тѣла, т. е. помѣшаемъ ему пріобрѣсть скорость въ 30 ф., то, будучи снова предоставлено самому себѣ, оно пройдетъ въ слѣдующую секунду только 15 ф. Но если такой задержки не послѣдуетъ, то очевидно, что тѣло должно совершить во вторую секунду путь въ 15+30=45 ф. Прибавивъ къ нимъ 15 ф., пройденныхъ тѣломъ въ первую секунду, мы увидимъ, что тѣло, падавшее въ продолженіи двухъ секундъ, совершило путь въ 15+15+30=60 футовъ.

Продолжая дѣлать такія же вычисленія для слѣдующихъ единицъ времени, мы можемъ опредѣлить каждое отдѣльное пространство, проходимое тѣломъ въ каждое послѣдующее число секундъ; для этого стоитъ только сложить вмѣстѣ: 1) пространство, проходимое падающимъ тѣломъ въ каждую отдѣльную секунду времени вслѣдствіе одной только силы тяготѣнія; 2) скорость, пріобрѣтенную тѣломъ въ исходѣ предшествовавшей секунды; и 3) пройденный передъ тѣмъ путь. Напримѣръ:

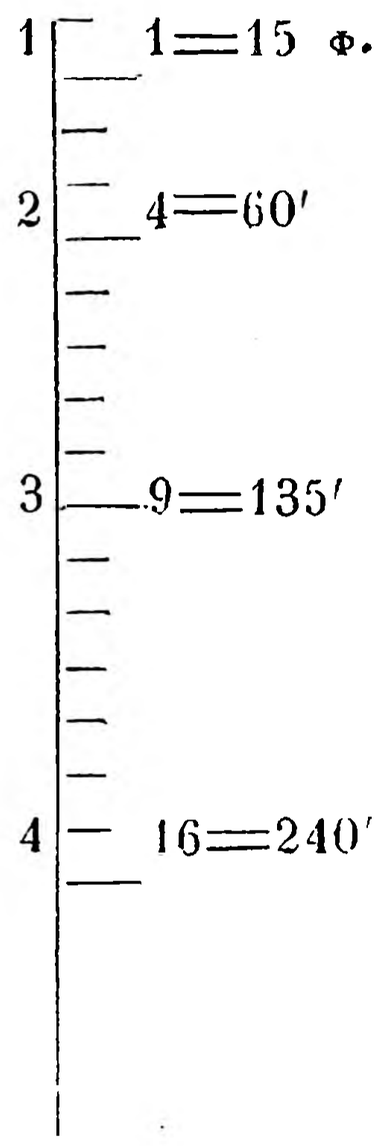
Періодъ паденія=	1 сек.	2 сек.	3 сек.	4 сек.	5 сек. и т. д.
1. Скорость паденія въ секунду=	15 ф.	15 ф.	15 ф.	15 ф.	15 ф.
2. Пріобрѣтенная скорость.....=	0 »	30 »	60 »	90 »	120 »
3. Пройденный путь.....=	0 »	15 »	60 »	135 »	240 »
Пройденное пространство.....=	15 ф.	60 ф.	135 ф.	240 ф.	375 ф. и т. д.

Сравнивая полученныя суммы между собою, мы находимъ, что онѣ находятся въ отношеніи какъ 1 : 4 : 9 : 16 : 25, или какъ $1 : 2^2 : 3^2 : 4^2 : 5^2$, изъ чего выводится слѣдующій законъ: *пространства, проходимыя тѣлами при равно-*

ускоренномъ движеніи, относятся между собою какъ квадраты періодовъ паденія (времени).

Справедливость этого закона подтверждается опытами *Галилея* надъ наклонною плоскостью, а также *атвудовою машиною*. Рис. 56 показываетъ намъ отношеніе пространствъ къ времени паденія.

Рис. 56.



§ 61. *Средняя скорость*. Тѣло, падающее въ продолженіе одной секунды времени, проходитъ путь въ 15 ф.; скорость его паденія, равнявшаяся въ началѣ секунды 0, постепенно увеличивается съ каждою слѣдующею частью секунды и къ концу ея равняется уже 30 ф. Тѣло совершило бы тотъ же самый путь, еслибы оно уже въ самомъ началѣ секунды обладало скоростью въ 15 ф., съ которою двигалось бы равномѣрно въ продолженіе секунды. Такая равномѣрная скорость, которая въ данное время производитъ тоже самое дѣйствіе, какъ и ускоренное движеніе, называется *среднею скоростью*; это та самая, которую тѣло пріобрѣтаетъ всегда въ половинѣ времени своего движенія. Средняя скорость равняется половинѣ пріобрѣтенной скорости : $^{30}/_{2}=15$.

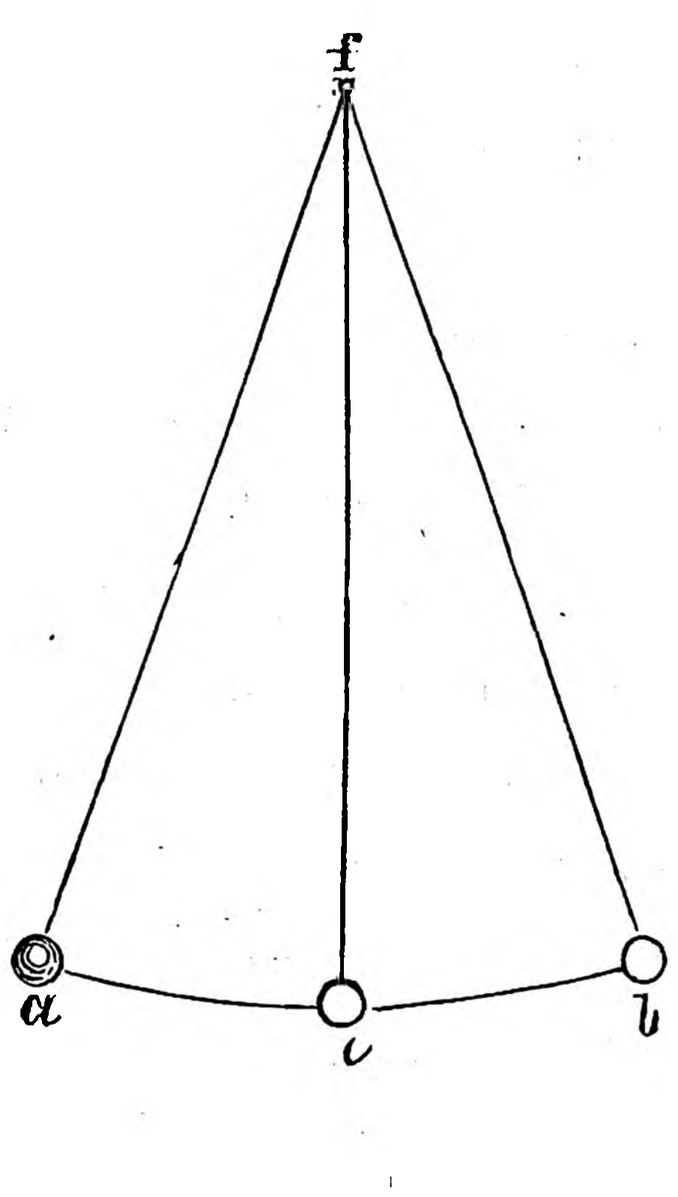
Мы видѣли, что тѣло, падающее съ возрастающею скоростью, пробѣгаетъ въ четыре секунды путь, равный 240 ф., и что скорость его паденія въ половинѣ этого времени, т. е. въ концѣ второй секунды, равна 60 ф. Еслибы это тѣло съ самаго начала имѣло такую среднюю скорость и продолжало бы двигаться равномѣрно въ продолженіе 4 секундъ, то оно прошло бы такое же пространство $4\times60 = 240$ ф.

§ 62. *Маятникъ*. Подъ названіемъ маятника разумѣютъ всякое тяжелое тѣло, соединенное посредствомъ снурка или

прямолинейнаго прута съ осью, которая позволяетъ ему свободно двигаться взадъ и впередъ.

Если такой маятникъ вывести изъ состоянія равновѣсія, т. е. изъ отвѣснаго положенія *fe* (рис. 57), такъ, чтобы пуля отклонилась въ которую нибудь сторону, напр. къ точкѣ *b*, и потомъ предоставить его собственной тяжести, то пуля тотчасъ же опять откачнется обратно къ точкѣ *e* и оттуда вслѣдствіе инерціи и пріобрѣтенной скорости подвинется далѣе по противоположному направленію къ точкѣ *a*, которая будетъ находиться на самую бездѣлицу ниже *b*. Достигнувъ точки *a*, пуля снова возвратится къ точкѣ *l* и, не останавливаясь тамъ, опять такн поднимется въ противоположную сторону, но на этотъ разъ уже не дойдетъ до точки *b*, а повернетъ назадъ у точки, лежащей нѣсколько ниже. Это движеніе или такъ называемое *колебаніе* маятника продолжаетси до тѣхъ поръ, пока маятникъ не придетъ въ состояніе покоя. Колебанія маятника суть ничто иное, какъ нѣсколько измѣненныя явленія паденія, обусловливаемыя тяготѣніемъ. Такъ какъ пуля во время своего качанія находится подъ вліяніемъ двухъ силъ, изъ которыхъ одна (тяготѣніе) стремится притянуть ее къ землѣ, а другая (нить на которой она привязана) постоянно удерживаетъ ее въ одномъ и томъ же разстояніи отъ точки привѣса,—то она постоянно описываетъ дугообразную линію, потому что изъ точки *b* она сперва въ силу закона паденія, объясненнаго нами въ §60, съ постоянно возрастающею скоростью стремится къ самой нижней точкѣ *e*, чтобы принять положеніе, соотвѣтствующее направленію силы тя-

Рис. 57.



готѣнія; въ этой точкѣ пуля, собственно говоря, должна была бы остановиться, однако этого не бываетъ, потому что при паденіи своемъ изъ точки *b* въ точку *e*, она пріобрѣтаетъ извѣстную скорость, которая заставляетъ ее подниматься по направленію къ противоположной точкѣ *a*, до тѣхъ поръ, пока сила тяготѣнія не преодолѣетъ этой скорости, послѣ чего она снова падаетъ въ обратномъ направленіи. Такимъ образомъ колебанія маятника могли бы продолжаться до безконечности, если бы имъ не противодѣйствовали треніе, происходящее около точки привѣса, и упругость воздуха. Эти два препятствія постоянно уменьшаютъ величину размаха маятника, такъ что послѣдній наконецъ останавливается въ точкѣ *e*, т. е. приходитъ въ состояніе равновѣсія.

Движенія маятника подчиняются особымъ законамъ, сущность которыхъ заключается въ слѣдующемъ:

1) Отдѣльныя колебанія одного и того же маятника совершаются всегда въ *одинаковый* періодъ времени, независимо отъ величины размаха, если только описываемыя имъ дуги не превышаютъ пяти градусовъ.

2) Два маятника одинаковой длины совершаютъ въ одно и тоже время одинаковое число колебаній.

3) Два маятника неодинаковой длины дѣлаютъ въ одно и тоже время разное число колебаній, и притомъ число колебаній короткаго маятника превышаетъ число колебаній длиннаго.

4) Во всякомъ мѣстѣ, гдѣ сила тяготѣнія дѣйствуетъ одинаково, одинъ и тотъ же маятникъ производитъ въ опредѣленное время одинаковое число качаній. Если бы маятникъ, который на землѣ дѣлаетъ въ опредѣленное время извѣстное число колебаній, можно было перенести на луну или на солнце, и тамъ наблюдать за его дѣйствіемъ, то на первой онъ сдѣлалъ бы гораздо меньше, а на послѣднемъ несравненно больше колебаній, чѣмъ на землѣ, потому что притяженіе луны въ 50

разъ слабѣе, а притяженіе солнца въ 400000 разъ сильнѣе притяженія земли.

§ 63. Отсюда вытекаютъ нѣкоторыя важныя примѣненія маятника, придающія этому простому снаряду большое значеніе. Онъ служитъ, во первыхъ, для исправленія неравномѣрнаго хода въ часахъ, которые приводятся въ движеніе гирями или пружиною; во вторыхъ, для того, чтобы замѣнять опредѣленную и неизмѣнную единицу мѣры длины.

§ 64 *Секуднымъ маятникомъ* называется такой, который дѣлаетъ 60 качаній въ минуту, т. е. котораго каждое отдѣльное колебаніе или размахъ соотвѣтствуетъ одной секундѣ времени. Изъ сказаннаго выше легко понять, что длина секуднаго маятника должна всегда соотвѣтствовать точно опредѣленной длинѣ, потому что въ противномъ случаѣ онъ въ одну минуту будетъ дѣлать или болѣе, или менѣе 60 колебаній, смотря потому, будетъ ли онъ короче или длиннѣе нормальной величины.

Поэтому секундный маятникъ какой нибудь извѣстной мѣстности можетъ быть принимаемъ за опредѣленную и неизмѣнную мѣру длины; въ Парижѣ напримѣръ такой маятникъ равняется 3 париж. футамъ и 8 линіямъ, т. е. онъ всего на $2^2/_3$ линіи короче метра. Въ Англіи мѣра длины сдѣлалась опредѣленною и неизмѣнною съ тѣхъ поръ, какъ установили, чтобы англійскій футъ составлялъ всегда извѣстную часть лондонскаго секуднаго маятника.

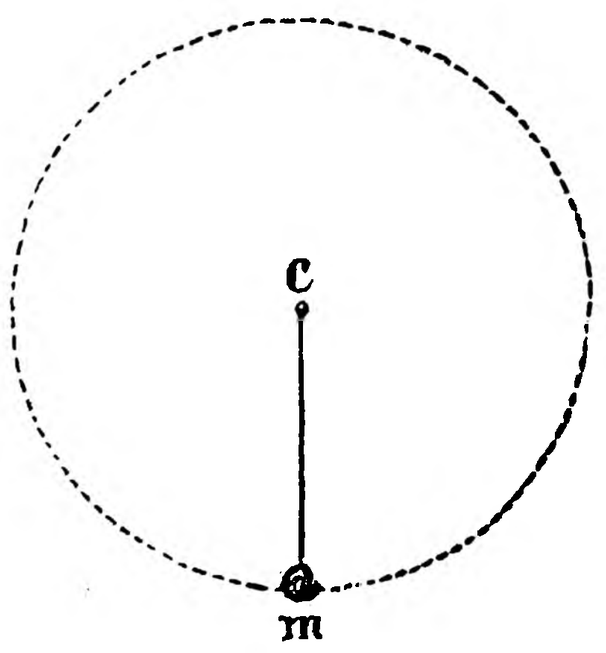
§ 65. Съ другой стороны ученые физики были сильно поражены, когда изъ наблюденій оказалось, что одинъ и тотъ же секундный маятникъ не на всѣхъ мѣстахъ земной поверхности дѣлаетъ въ минуту одинаковое число колебаній. Если, напримѣръ, парижскій секундный маятникъ (длиною въ 3 ф. 8 л.) перенести къ экватору, то онъ тамъ будетъ дѣлать менѣе 60 колебаній въ минуту, а у полюсовъ, напротивъ того, болѣе 60 въ минуту.

Но такъ какъ движенія маятника находятся въ зависимости отъ тяготѣнія, а сила тяготѣнія ослабѣваетъ по мѣрѣ удаленія тѣла отъ центра земли (§ 15), то наблюденія надъ маятникомъ привели ученыхъ къ тому важному заключенію, что каждая точка, лежащая на экваторѣ, болѣе удалена отъ центра земли, нежели полюсы, и что слѣдовательно земля имѣетъ форму не совершенно правильнаго шара, а нѣсколько приплюснатаго около полюсовъ. Дѣйствительно, поперечникъ земли около экватора имѣетъ 1719 миль длины, между тѣмъ какъ разстояніе между полюсами не превышаетъ 1713,5. Впрочемъ отталкивающая сила, которую земля обнаруживаетъ во время вращенія своего около оси, съ своей стороны также способствуетъ замедленію движеній маятника на экваторѣ.

§ 66. *Криволинейное движеніе* тѣлъ происходитъ отъ одновременнаго дѣйствія на нихъ нѣсколькихъ силъ. Такъ напримѣръ, тѣло, которое съ извѣстною скоростью движется по горизонтальному направленію, находится въ одно и то же время подъ вліяніемъ двухъ силъ, изъ которыхъ одна устремляетъ его впередъ по горизонтальному направленію, и другая, тяготѣніе, влечетъ книзу. Вслѣдствіе этого оно описываетъ наклонную или кривую линію, степень уклоненія которой отъ горизонтальной обусловливается взаимными отношеніями между обѣими силами.

Извѣстно, что когда стрѣлокъ мѣтитъ въ отдаленный предметъ, онъ всегда направляетъ дуло ружья нѣсколько выше цѣли, потому что пуля во время полета уклоняется отъ прямаго пути, вслѣдствіе вліянія, оказываемаго на нее тяжестью.

Рис. 58.



§ 67. Если пулѣ m, привязанной къ снурку (рис. 58), дать

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стр.		Стр.
Введеніе	5	Равновѣсіе и движеніе твердыхъ тѣлъ	40
Протяженность	9	О силахъ	—
Сравнительная таблица погонныхъ мѣръ въ разн. странахъ	10	О равновѣсіи силъ	42
Десятичная мѣра	11	Сложеніе силъ	43
Двѣнадцатидольная мѣра	12	Параллельно дѣйствующія силы	—
Непроницаемость	—	Центръ тяжести	46
Инерція или косность	14	Параллелограмъ силъ	51
Дѣлимость	15	Рычагъ	54
Скважность	17	Блокъ	56
Сжимаемость и расширяемость	—	Безменъ	59
Тяжесть	19	Подвижной или свободный блокъ	60
Законъ тяготѣнія	21	Полиспастъ, векша или составной блокъ	62
Паденіе тѣлъ въ безвоздушномъ пространствѣ	22	Колѣнчатый рычагъ	63
Вѣсъ	23	Горизонтальная плоскость	64
Плотность	24	Наклонная плоскость	65
Удѣльный вѣсъ	26	Винтъ	68
Сцѣпленіе	28	О движеніи	70
Кристаллизація	30	О паденіи тѣлъ	73
Упругость	—	Средняя скорость	76
Твердость	31	Маятникъ	—
Слипаніе	33	Секундый маятникъ	79
Всасываніе	37	Криволинейное движеніе	80
Поглощеніе газовъ	38		

Рисунковъ: отъ 1 *по* 58.

Дозволено Цензурою, С.-Петербургъ. 20 сентября 1865 года.

ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА. Въ Графскомъ переулкѣ № 5.

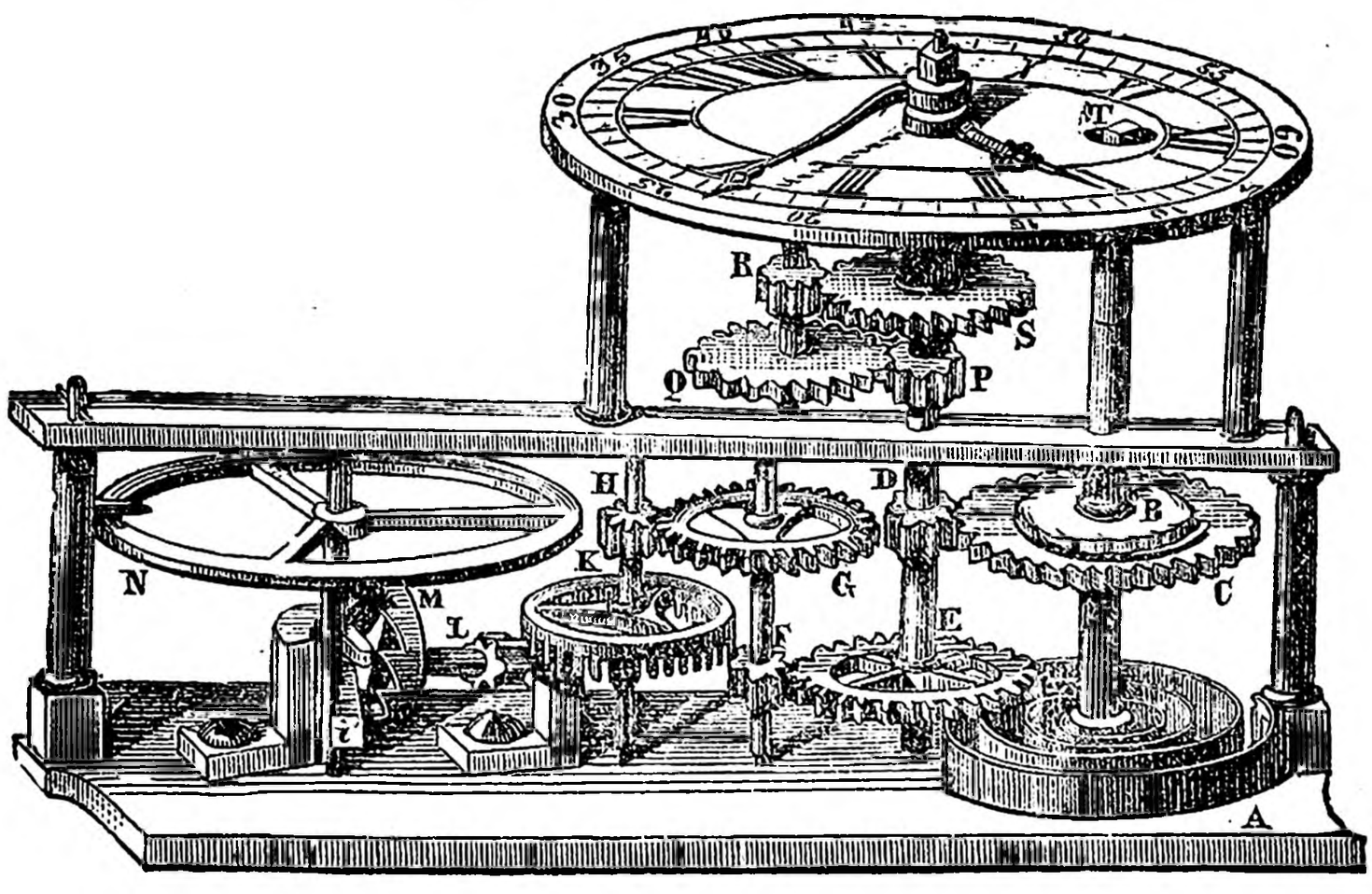
Издатель и Редакторъ М. Ханъ.

САМООБРАЗОВАНІЕ,

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ, УЧЕНО-ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЖУРНАЛЪ
ДЛЯ ЛЮДЕЙ ВСЯКАГО ВОЗРАСТА,

ИЗДАВАЕМЫЙ М. ХАНОМЪ.

ГОДЪ ТРЕТІЙ.



КНИГА ПРИРОДЫ.

№ 10 за Октябрь 1865 г.

толчекъ, то она обнаружитъ стремленіе двинуться по горизонтальному направленію, но такъ какъ на нее въ тоже время дѣйствуетъ другая сила, которая тянетъ ее къ точкѣ *c*, то она постоянно будетъ уклоняться отъ прямолинейнаго пути и такимъ образомъ опишетъ кругъ. Непрерывная сила, которая стремится притянуть пулю къ точкѣ *c*, называется *центро-* или *средостремительною*, а другая, дѣйствующая по горизонтальному направленію, подъ прямымъ угломъ съ линіею *ст*,—*центро-* или *средобѣжною*.

Понятно, что такое же кругообразное движеніе произойдетъ и тогда, когда вмѣсто снурка на пулю *т* будетъ дѣйствовать какая нибудь другая сила, также постоянно влекущая ее къ точкѣ *c*.

Если предположимъ, что кромѣ средостремительной силы еще дѣйствуетъ на пулю другая сила—*средобѣжная*, которая съ направленіемъ первой образуетъ прямой уголъ, то весьма естественно, что путь, по которому пойдетъ тѣло, находящееся подъ вліяніемъ этихъ двухъ силъ, будетъ зависѣть отъ взаимнаго отношенія послѣднихъ. При кругообразномъ движеніи между этими двумя силами должно существовать такое отношеніе, чтобы центробѣжная скорость, помноженная на самую себя, равнялась діаметру круга, умноженному на центральную скорость. Если первое произведеніе нѣсколько больше втораго, то описываемая тѣломъ кривая линія будетъ не кругъ, а *эллипсисъ;* если же первое произведеніе вдвое больше втораго, то тѣло опишетъ *параболу;* если наконецъ первое произведеніе превосходитъ послѣднее больше, чѣмъ вдвое, то получается *гипербола*. Все это видоизмѣненія одной и той же кривой линіи.

Самые величественные примѣры такихъ криволинейныхъ путей представляетъ намъ теченіе небесныхъ свѣтилъ. Такъ напр. луна находится подъ одновременнымъ вліяніемъ двухъ силъ: притяженія земли, и другой силы, дѣйствующей на направленіе

первой подъ прямымъ угломъ, со скоростію почти 200000 футовъ въ минуту. Если бы на луну въ теченіе того же времени дѣйствовала одна сила притяженія, то она уклонялась бы по направленію къ землѣ со скоростію 15 фут. въ секунду. Одновременное же дѣйствіе на луну *обѣихъ* силъ сообщаетъ ей эллиптическое направленіе.

§ 68. *Центробѣжная сила.* Если пульку, привѣшенную къ снурку (рис. 59), привести въ быстрое круговое движеніе около точки *m*, и потомъ вдругъ выпустить снурокъ изъ рукъ, то она удалится отъ центра вращенія и приметъ направленіе, перпендикулярное къ отвѣсной линіи снурка. Если въ тотъ моментъ, когда мы выпускаемъ снурокъ изъ рукъ, пулька находилась въ точкѣ *m*, то она полетитъ по направленію *m x*.

Пущенная такимъ образомъ пулька полетитъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ быстрѣе ее вертѣли около центра *c*.

Къ этому способу часто прибѣгаютъ дѣти, чтобы какъ можно выше бросить мячъ.

Рис. 59.

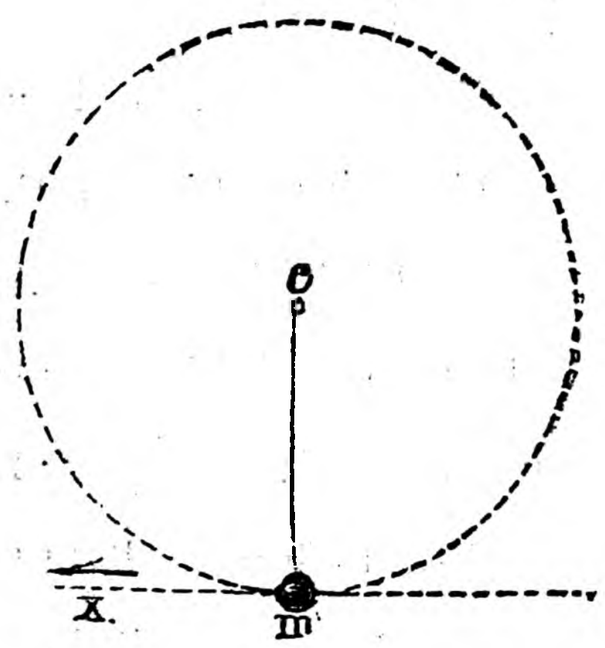
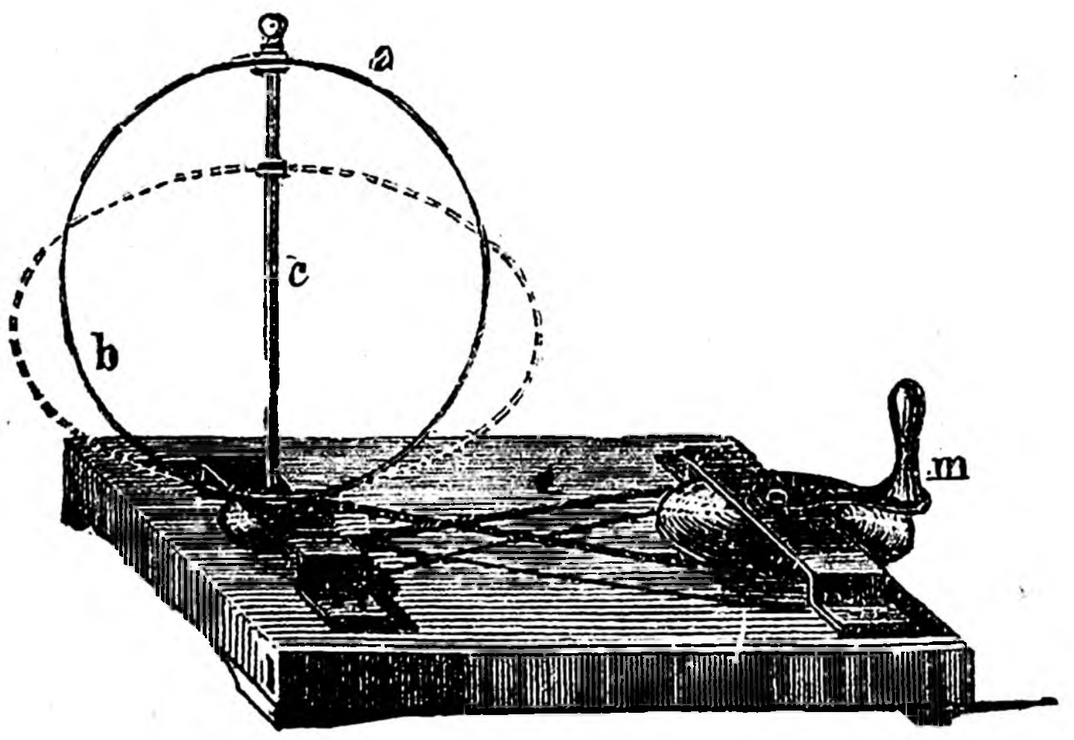


Рис. 60.



Это явленіе становится обширнѣе въ тѣлахъ, вращающихся около оси, т. е. такихъ, которыя катятся или совершаютъ коловратное движеніе. Въ такихъ тѣлахъ всѣ части, которыя находятся не въ одной линіи съ осью, описываютъ вокругъ послѣдней круги, и въ то же время обнаруживаютъ стремленіе удалиться

отъ оси. Это стремленіе называется *средобѣжною силою*. Такъ какъ при вращеніи тѣла всѣ части его въ одно и то же время совершаютъ оборотъ вокругъ оси, то тѣ изъ нихъ, которыя наиболѣе удалены отъ нея, должны вращаться съ большею скоростью, и слѣдовательно имѣть большую средобѣжную силу, нежели ближайшія къ этой оси части.

Земной шаръ также вращается около земной оси, конечные пункты которой называются *полюсами*. Изъ предыдущаго слѣдуетъ, что тѣ части земной поверхности, которыя находятся ближе къ экватору, должны обладать болѣе значительною центробѣжною силою, чѣмъ тѣ, которыя расположены около полюсовъ.

Дѣйствіе центробѣжной силы можетъ обнаружиться только въ такомъ случаѣ, когда она превосходитъ силу сцѣпленія вертящагося тѣла, стало быть преимущественно въ такихъ тѣлахъ, масса которыхъ отличается незначительно плотностью. Такъ называемая *центробѣжная машина* (рис. 60) даетъ возможность произвести рядъ интересныхъ опытовъ для наглядnаго объясненія сказаннаго, и между прочимъ, при помощи упругаго мѣднаго кольца $a\ b$, объяснить причину, почему земля около полюсовъ сплюснута (ср. § 65). Центробѣжная сила находитъ разнообразныя примѣненія къ механикѣ и техникѣ; такъ напримѣръ на ней основано устройство центробѣжнаго регулятора въ паровыхъ машинахъ, а также машины для очищенія сахара-сырца. Послѣдній, какъ извѣстно, состоитъ изъ маленькихъ бѣлыхъ кристалловъ, окрашенныхъ въ коричневый цвѣтъ приставшею къ нимъ патокою. Влажную массу такого сахара кладутъ въ барабановидные пріемники съ рѣшетчатыми стѣнками, и затѣмъ подвергаютъ быстрому коловратному движенію, причемъ большая часть патоки, вслѣдствіе вліянія центробѣжной силы, выбрасывается изъ пріемниковъ, черезъ отверстіе стѣнокъ.

§ 69. *Объ ударѣ*. Если тѣло, приведенное въ движеніе, попадаетъ на другое тѣло, то при этомъ столкновеніи проис-

ходитъ *ударъ*. Явленія, происходящія вслѣдствіе такого столкновенія, чрезвычайно разнообразны и зависятъ отъ свойства, величины, направленія и скорости движенія приходящихъ въ столкновеніе тѣлъ. Замѣтимъ вообще, что въ тѣлахъ мягкихъ, неупругихъ, происходитъ при столкновеніи неизмѣнное, а въ тѣлахъ упругихъ непродолжительное и скоропроходящее сплющеніе; и что ударъ только тогда производитъ полное дѣйствіе, когда онъ направленъ къ центру тяжести тѣла, т. е. когда сила его *сосредоточена*.

Съ помощью двухъ шаровъ изъ слоновой кости, привязанныхъ къ снуркамъ, легко опредѣлить отношеніе сталкивающихся твердыхъ тѣлъ; они приводятъ къ слѣдующимъ результатамъ:

Если движущееся тѣло сталкивается съ другимъ тѣломъ одинаковой массы, то движеніе перваго совершенно прекращается, между тѣмъ какъ послѣднее начинаетъ двигаться съ тою же скоростію, которою обладало натолкнувшееся на него тѣло. Если масса тѣла, находившагося въ покоѣ, превосходитъ массу тѣла, давшаго ему толчекъ, то сообщенная ему скорость, сравнительно съ массами, менѣе значительна, нежели скорость тѣла, находившагося въ движеніи, и наоборотъ. Поэтому, при помощи большой массы, обладающей незначительною скоростью, можно сообщить значительную скорость небольшой массѣ, точно также какъ, предположивъ обратныя отношенія, весьма маленькій шаръ, пущенный съ чрезвычайною скоростью противъ большаго, можетъ сообщить ему толчекъ, который приведетъ его въ движеніе.

Такія сравнительно небольшія массы, какъ градъ и дробь, производятъ свое разрушительное дѣйствіе именно вслѣдствіе чрезвычайной скорости, пріобрѣтенной ими чрезъ паденіе или толчекъ.

Тѣло, падая отвѣсно на плоскость $S'S$ (рис. 61), отскакиваетъ вслѣдствіе обоюдной упругости въ томъ же направленіи; если же ударъ направленъ подъ острымъ угломъ dn,

то падающее тѣло отбрасывается подъ такимъ же угломъ по направленію *nf*. Это легко доказать при помощи небольшаго аппарата, изображеннаго на рисункѣ 62. Практическое примѣненіе этого отскакиванія мы видимъ въ билліардной игрѣ, и также въ такъ называемой *рикошетной* пушечной пальбѣ.

Рис. 61.

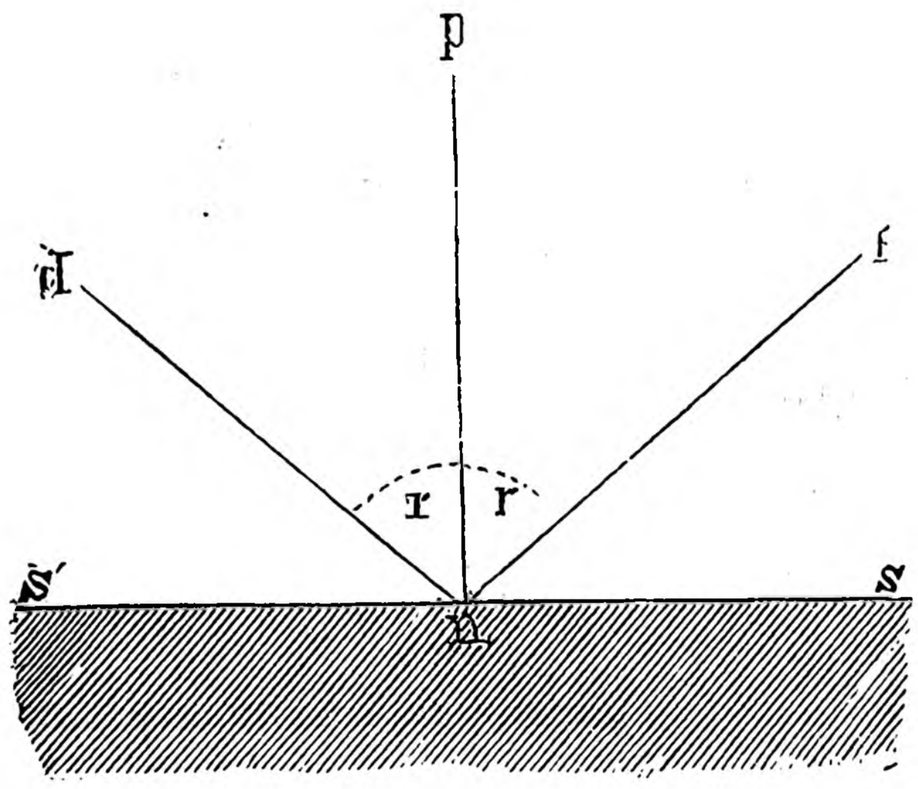
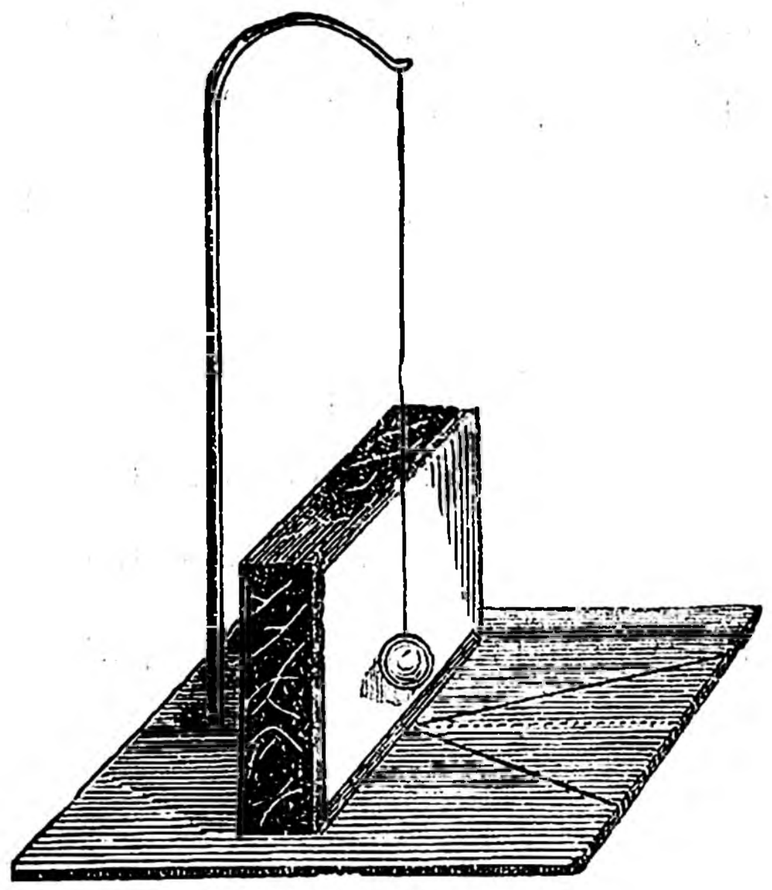


Рис. 62.



§ 70. Движеніе сообщается не всѣмъ частямъ тѣла одновременно, но прежде только тѣмъ, которыя непосредственно подвергаются вліянію силы, напримѣръ удару. Отъ этихъ частей оно распространяется и на прочія. Слабый ударъ можетъ раздробить оконное стекло во всѣхъ направленіяхъ, между тѣмъ какъ пуля, пущенная изъ ружья, пробиваетъ въ немъ лишь небольшую круглую дырочку, и это происходитъ отъ того, что въ послѣднемъ случаѣ частицы стекла, на которыя непосредственно послѣдовалъ ударъ, отрываются отъ прочихъ съ такою быстротою, что сообщенное имъ движеніе не успѣваетъ распространиться на смежныя части.

На этомъ свойствѣ и отчасти на косности основывается процессъ насаживанія молотка на рукоятку, когда противоположнымъ концемъ ея ударяютъ о что нибудь твердое, а также извѣстный опытъ съ небольшою монетою, положенною на карту

надъ горлышкомъ стклянки, и которая падаетъ въ нее, если быстрымъ движеніемъ отбросить карту въ сторону, давъ сильный толчекъ по ея ребру въ горизонтальномъ направленіи (рис. 63).

Рис. 63.



§ 71. *Треніе.* Существеннымъ препятствіемъ всякаго движенія бываетъ *треніе*. Оно происходитъ отъ того, что въ природѣ нѣтъ тѣла съ совершенно гладкою поверхностью. Разсмотрите чрезъ увеличительное стекло самыя гладкія, по видимому, предметы, напримѣръ полированную сталь, и вы убѣдитесь, что на поверхности ея есть неровности, т. е. бугорки и углубленія.

Поэтому, если два предмета подвергаются взаимному тренію, то бугорки одного должны перескакивать черезъ бугорки другаго. Чѣмъ незначительнѣе эти неровности и стало быть чѣмъ глаже поверхность тѣла, тѣмъ слабѣе треніе. Между жидкостями, атомы которыхъ легко разъединяются, треніе происходитъ сравнительно очень слабо. Если же наполнить углубленія двухъ поверхностей жидкостями, т. е. смочить или смазать ихъ масломъ, жиромъ, или же сравнять тонкими порошкообразными тѣлами, напр. толченымъ графитомъ (черный карандашъ), то отъ этого значительно уменьшится треніе. На этомъ основаніи, для облегченія препятствія, возникающаго отъ тренія, смазываютъ экипажныя оси, колеса и другія части машинъ, подверженныя непрерывному тренію.

Сверхъ того сила тренія зависитъ отъ тяжести приводимаго въ движеніе тѣла: чѣмъ оно тяжелѣе, тѣмъ сильнѣе треніе. Величина трущихся одна о другую поверхностей не имѣетъ никакого вліянія на треніе, потому что для передвиженія по рель-

самъ напр. 100 фунтовъ желѣза, требуется сила въ 27,7 фунтовъ, все равно, будетъ ли оно имѣть форму плоскаго бруска или круглаго валика, вращающагося около своей оси.

Поэтому сопротивленіе, оказываемое треніемъ, составляетъ одинъ изъ важнѣйшихъ элементовъ практической механики, который постоянно слѣдуетъ принимать во вниманіе, и такъ называемый *коэфиціентъ тренія*, т. е. цифра, выражающая степень этого сопротивленія въ отношеніи къ давленію, производимому тѣломъ на поддерживающую его поверхность, опредѣляется всегда съ возможною точностью. Какъ уже упомянуто въ § 52, для передвиженія тяжести по горизонтальной поверхности нужна только сила, соотвѣтствующая сопротивленію, оказываемому треніемъ. По опыту извѣстно, что коэфиціентъ трения, соотвѣтствующій тяжести напримѣръ 500 ф., равенъ $^2/_5$, стало быть для передвиженія такой тяжести требуется только 200 ф. Представленный на рис. 49 (стр. 66) снарядъ можетъ служить также для сравнительныхъ опытовъ надъ треніемъ, происходящимъ при движеніи тѣла по наклонной плоскости. Изъ этихъ опытовъ оказывается, что тѣла поверхности различнаго устройства, приходятъ въ движеніе (т. е. скользятъ) при соотвѣтственномъ склонѣ той плоскости, на которую они опираются своею тяжестью.

Впрочемъ, треніе во многихъ случаяхъ оказываетъ значительную пользу. Если ноги наши скользятъ, напр., на льду или на другой гладкой поверхности, то это происходитъ отъ весьма слабаго тренія. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ ломовая лошадь можетъ тянуть больше груза, если погонщикъ самъ сядетъ на возъ, и такимъ образомъ увеличитъ треніе колесъ. Треніе оказывается полезнымъ также въ примѣненіи къ винту, клину и маховому ремню, равно въ такъ называемомъ тормазеніи (тормазъ для задержки хода паровоза на рельсахъ и т. д.).

с. *О механикѣ.*

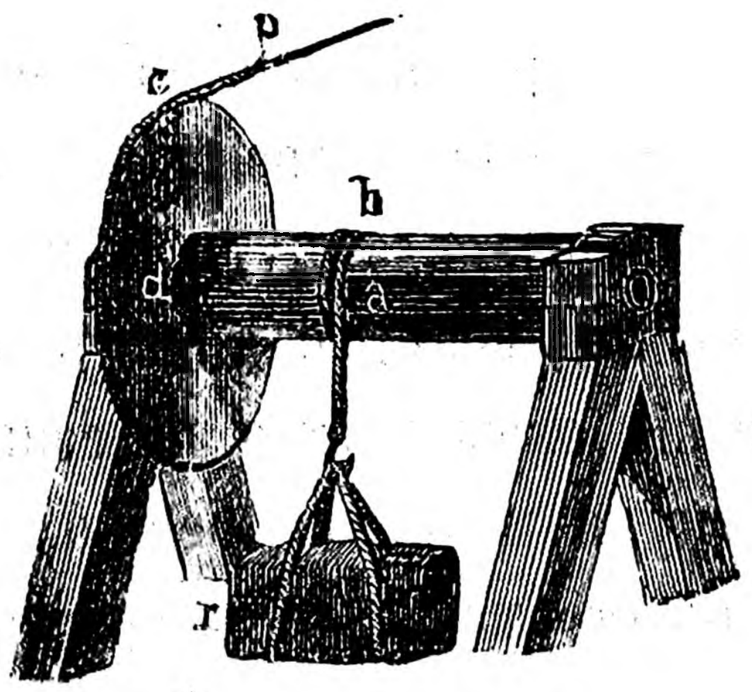
§ 72. *Механика* есть наука о *силахъ* и *движеніи*. Практическая механика имѣетъ задачею произвести требуемое движеніе съ наименьшею тратою силъ. Эту задачу разрѣшаютъ посредствомъ надлежащихъ снарядовъ, называемыхъ *машинами*. Подробное разсмотрѣніе обширной системы машинъ не составляетъ предмета Физики, но такъ какъ машина пріобрѣла значеніе всемірной силы во всѣхъ отрасляхъ человѣческой дѣятельности, то мы считаемъ не лишнимъ посвятить ей должное вниманіе.

Машины бываютъ двоякаго рода: *простыя* и *сложныя*. Большую часть простыхъ машинъ мы имѣли уже случай разсмотрѣть выше; таковы, напримѣръ: рычагъ, наклонная плоскость, блокъ съ его разнообразными примѣненіями и вообще всѣ наши обыкновенныя орудія и снаряды. Изъ анатоміи мы видимъ, что даже большая часть движеній нашихъ членовъ происходитъ на основаніи законовъ рычага.

Изъ соединенія нѣсколькихъ простыхъ машинъ получаются *сложныя машины*, и какъ ни трудны и запутанны кажутся съ перваго взгляда механизмы такихъ машинъ, однако всѣ они могутъ быть приведены къ системѣ простыхъ машинъ.

§ 73. *Воротъ*, играющій такую важную роль въ механикѣ (рис. 64), состоитъ изъ цилиндрическаго валика, на который колесо насажено такъ, что его плоскость находится въ отвѣсномъ положеніи къ оси валика, проходящей черезъ центръ колеса, и который, будучи приведенъ въ вращательное движеніе, заставляетъ обращаться вмѣстѣ съ тѣмъ и колесо. Представимъ себѣ, что по окраинѣ

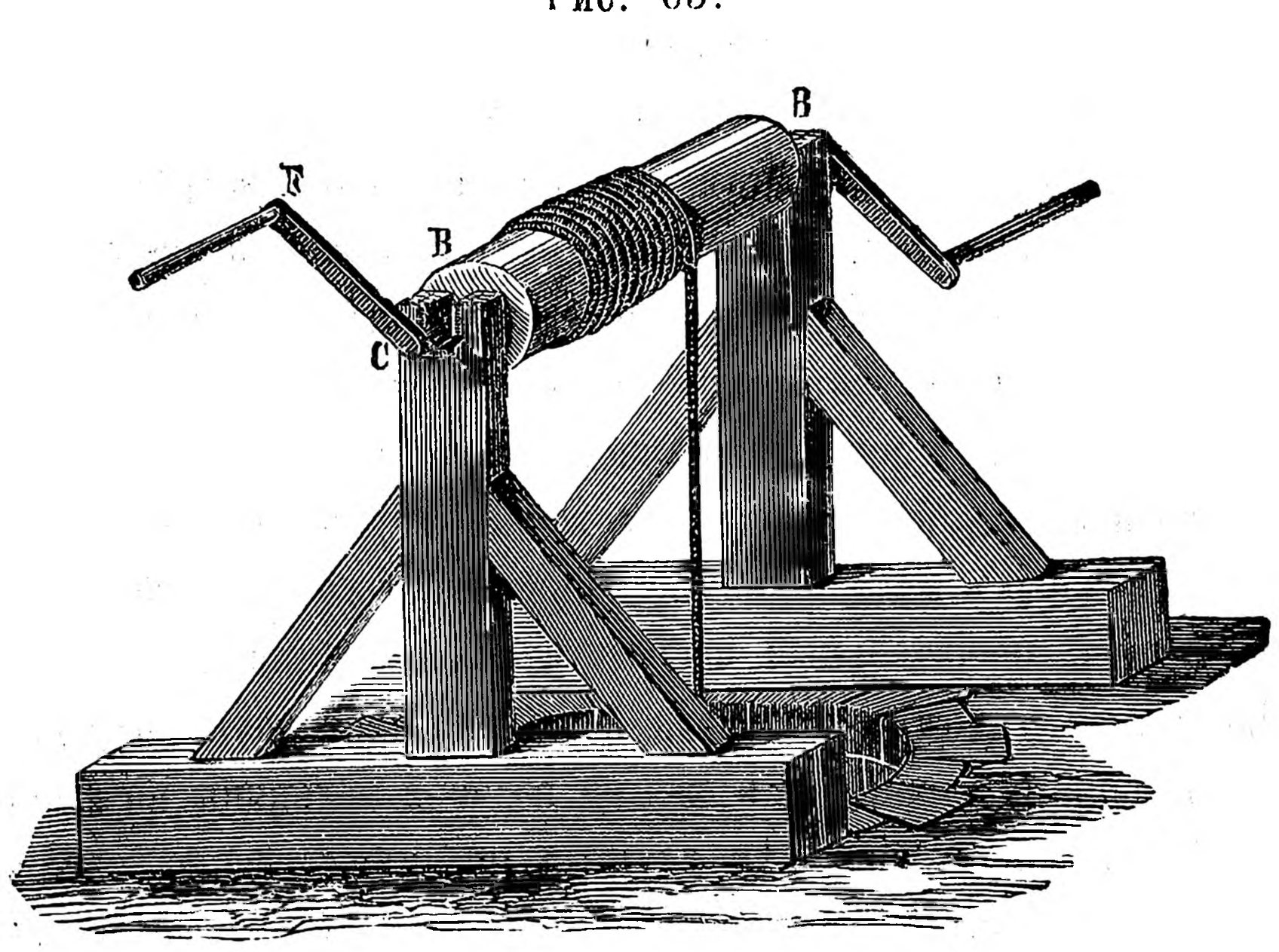
Рис. 64.



колеса проходитъ канатъ, назначенный для уравновѣшиванія тяжести r, привѣшенный къ валику. Обѣ представленныя здѣсь силы — каната и тяжести, дѣйствуютъ на основаніи законовъ рычага, изложенныхъ въ § 48. Въ этомъ случаѣ, полупоперечникъ колеса cd представляетъ плечо рычага силы, дѣйствующей при помощи каната, а радіусъ валика ab плечо рычага тяжести. Поэтому сила относится къ тяжести въ обратномъ отношеніи полупоперечника колеса къ половинному діаметру валика. Такъ напр., если ab составляетъ только одну пятую часть cd, то при помощи 100 ф. гири, привѣшенный къ канату cp, можно уравновѣсить тяжесть r въ 500 ф.

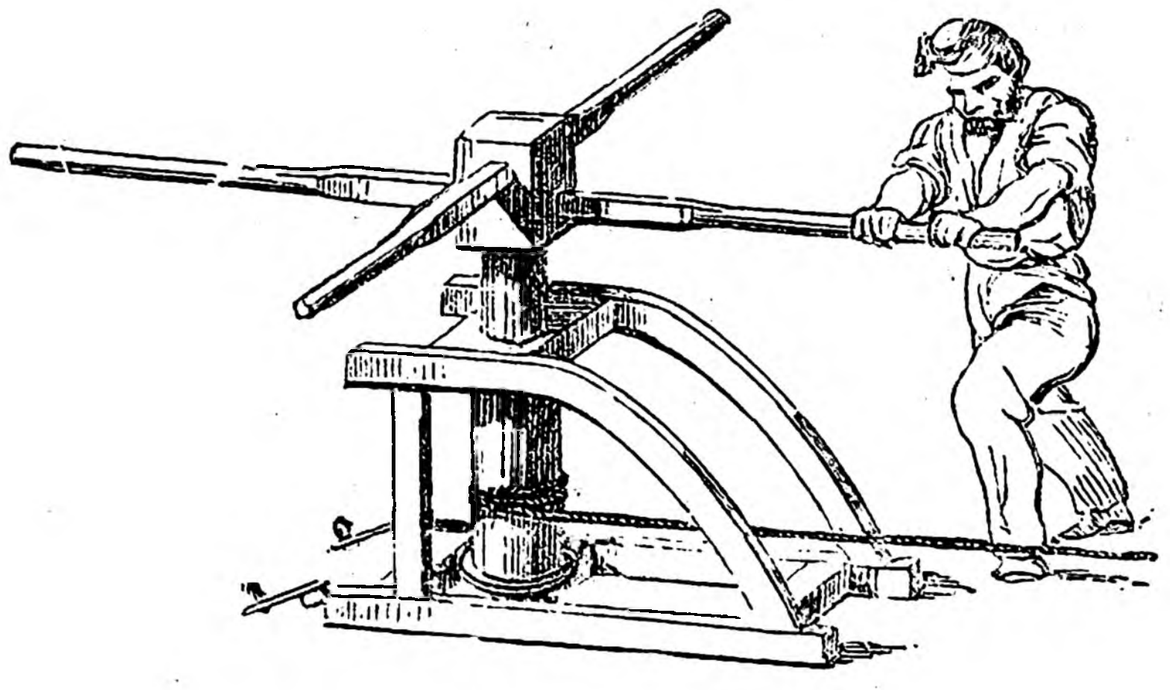
Вмѣсто колеса къ концу цилиндра иногда прикрѣпляютъ, крестъ на крестъ, двѣ рукоятки, перпендикулярно къ оси цилиндра, или же располагаютъ эти рукоятки такъ, какъ представлено на рис. 65. Въ обоихъ этихъ случаяхъ снарядъ называется *воротомъ*, хотя это названіе принадлежитъ собственно снаряду, въ которомъ цилиндръ неподвижно установленъ на своей оси въ вертикальномъ положеніи, какъ показано на рис. 66.

Рис. 65.



Изъ всѣхъ приведенныхъ здѣсь примѣровъ слѣдуетъ, что одна и таже сила можетъ быть примѣнена къ цилиндру съ колесомъ различнымъ образомъ, и это примѣненіе мы встрѣчаемъ въ разнообразныхъ зубчатыхъ колесахъ механизма часовъ, въ мельничномъ колесѣ и многихъ другихъ снарядахъ.

Рис. 66.



§ 74. *Переводъ движенія.* Соотвѣтственно сущности машины въ послѣдней различаютъ три главныя части, во-первыхъ ту, на которую непосредственно дѣйствуетъ движущая сила; затѣмъ ту, въ которой дѣйствуетъ сопротивленіе, встрѣчаемое силою, и наконецъ ту, которая находится между первыми двумя и служитъ посредникомъ для передачи силы. Въ простыхъ машинахъ, къ числу которыхъ можно отнести, напр., *ломъ* или *пешню*, всѣ эти различныя части состоятъ изъ одного орудія и находятся въ недалекомъ разстояніи другъ отъ друга.

Въ сложныхъ же машинахъ, напротивъ того, нерѣдко бываетъ необходимъ значительный посредствующій механизмъ, съ помощію котораго можно бы было перевести движущую силу на рабочую машину, напр. отъ колеса водяной мельницы на жернова ея. Для перевода движенія служатъ преимущественно такъ называемые маховики, переводные цилиндры, безконечные ремни и зубчатыя колеса вообще.

Входя въ механическую ткацкую или на машинную фабрику, мы видимъ направо и налѣво цѣлые ряды машинъ, находящихся

въ полномъ дѣйствіи, но не встрѣчаемъ между ними ни одной, на которую движущая сила дѣйствовала бы непосредственно. Поднявъ глаза къ верху, мы замѣчаемъ надъ головою вертящійся цилиндръ, который проходитъ сквозь отверстіе въ стѣнѣ и продолжается чрезъ всю мастерскую и даже въ смежныя съ нею помѣщенія. Съ этимъ-то цилиндромъ, извѣстнымъ подъ названіемъ *переводнаго*, соединены всѣ находящіеся на фабрикѣ станки, которымъ онъ сообщаетъ надлежащее движеніе. Самый же цилиндръ получаетъ вращательную силу извнѣ, отъ водянаго колеса или отъ паровой машины.

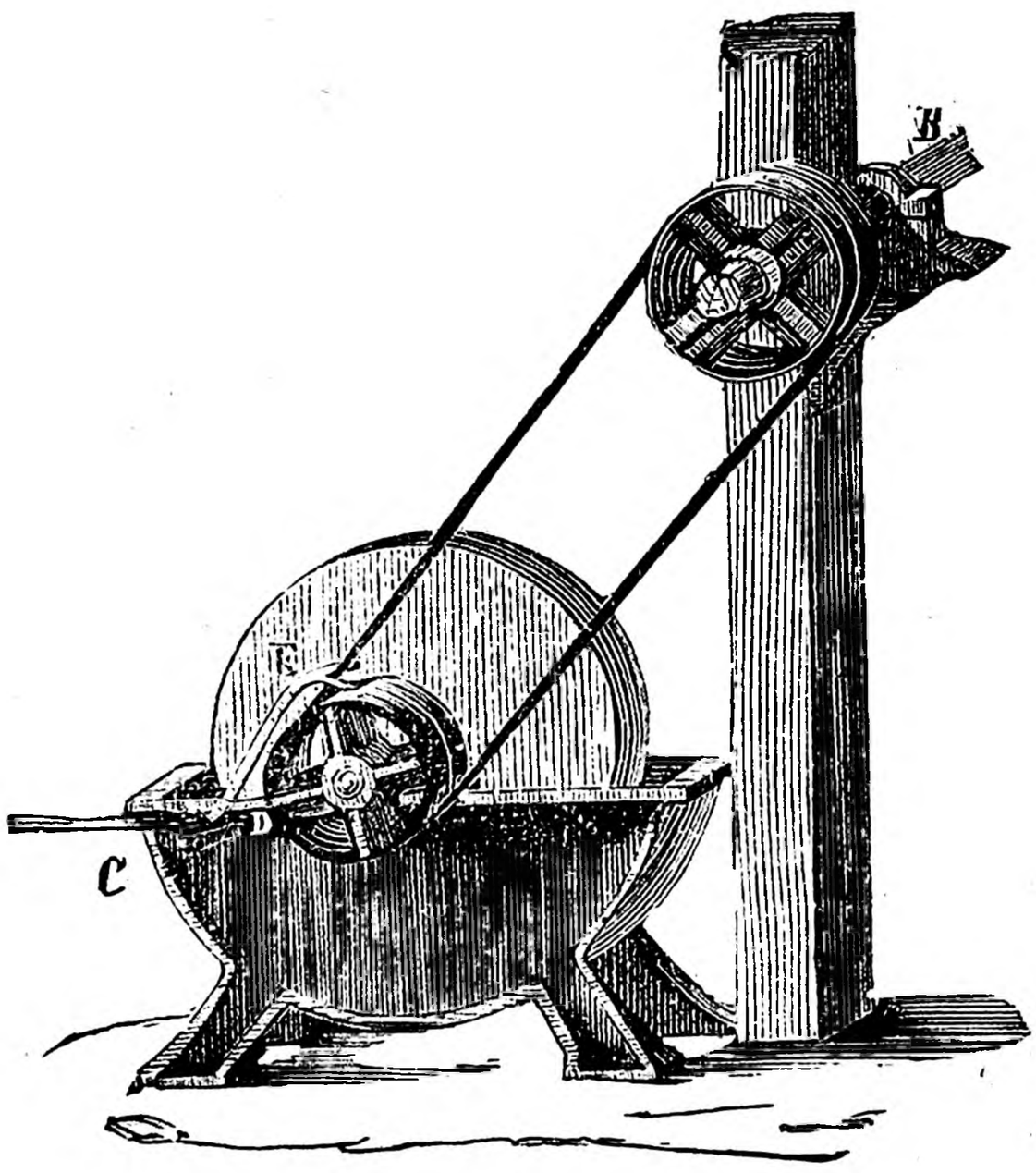
§ 75. *Безконечный ремень* употребляется въ тѣхъ случаяхъ, когда движеніе вертящагося цилиндра требуется передать другому, параллельному ему цилиндру, находящемуся отъ него въ нѣкоторомъ разстояніи, напримѣръ, при переводѣ движенія съ описаннаго выше цилиндра на станки. Для этого къ переводному цилиндру въ нѣкоторыхъ мѣстахъ прикрѣпляютъ особые валики (называемые также *барабанами* или *колесами*), которые посредствомъ ремней соединяются съ соотвѣтствующими валиками на станкахъ; концы же каждаго отдѣльнаго ремня соединены между собою, вслѣдствіе чего самые ремни и называются *безконечными*. Ремень, проходя черезъ окружность обоихъ валиковъ (переводнаго цилиндра и станка), передаетъ коловратное движеніе отъ одного цилиндра другому, и такимъ образомъ производитъ нужное движеніе въ станкѣ. Рис. 67 изображаетъ цилиндръ AB, приводящій въ движеніе *точило*. Если требуется пріостановить дѣйствіе, то переводный ремень тотчасъ-же сдвигается при помощи рычага CDE на смежный валикъ, свободно вращающійся около оси.

Безконечный ремень имѣетъ или прямолинейную форму, какъ показано на рис. 67, или же идетъ крестъ на крестъ между валиками какъ на обыкновенной самопрялкѣ или въ центробѣжной машинѣ (рис. 60, стр. 82).

Когда поперечники двухъ валиковъ или колесъ, соединенныхъ

безконечнымъ ремнемъ, одинаковы, то и скорость движенія ихъ бываетъ также одинакова. Если же одно изъ колесъ, напримѣръ то, которому сообщено движеніе, больше того, отъ котораго оно получаетъ это движеніе, то послѣднее обращается съ меньшею скоростью, и наоборотъ; короче сказать, движеніе замедляется или ускоряется соотвѣтственно отношенію между діаметрами колесъ, и это даетъ возможность сообщать иногда чрезвычайную скорость приводимымъ въ дѣйствіе механизмамъ, напр. веретену въ ткацкомъ станкѣ или кольцу въ центробѣжной машинѣ.

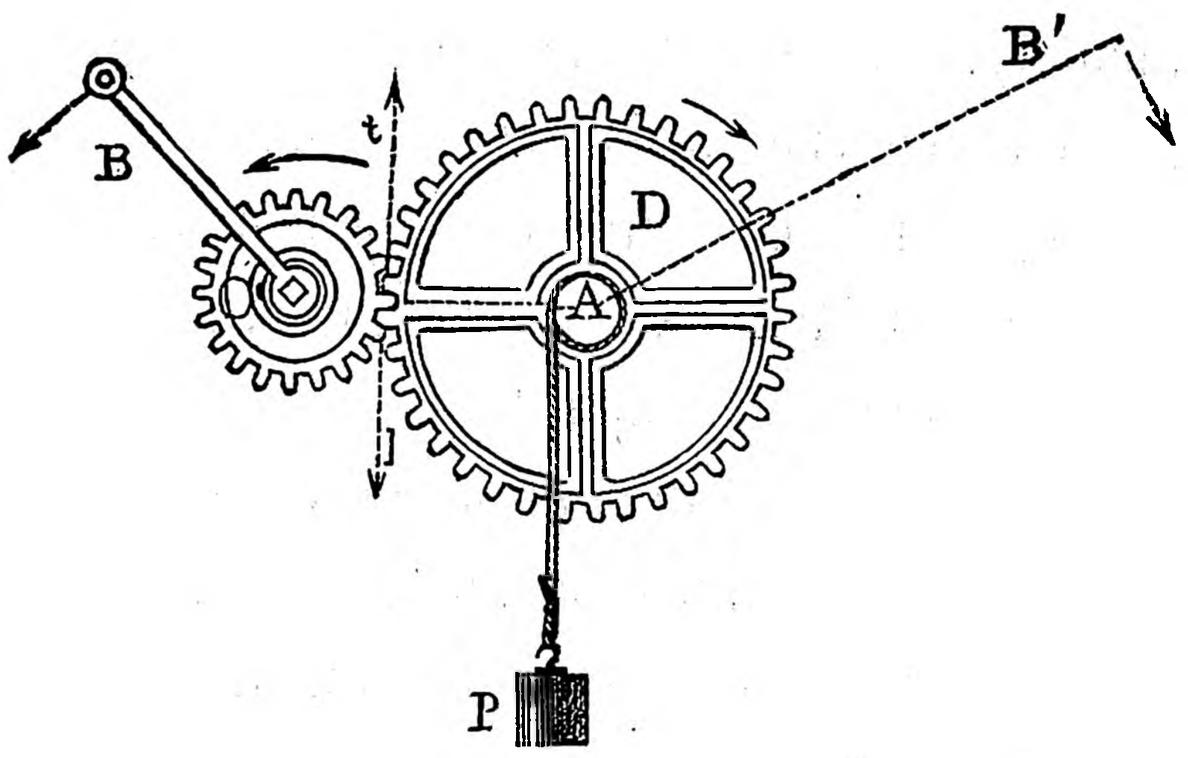
Рис. 67.



§ 76. *Зубчатыя колеса* имѣютъ обширное и разнообразное примѣненіе въ механикѣ, для перевода движенія съ одного цилиндра на другой, соединяющійся съ первымъ въ параллельномъ или наклонномъ направленіи. Эти колеса представляютъ на своей окружности рядъ возвышенностей или зубцовъ, которые располагаются такъ, что зубцы одного колеса входятъ въ промежутки другаго и такимъ образомъ движеніе одного колеса

непремѣнно влечетъ за собою движеніе другаго, всегда конечно въ противоположномъ направленіи (рис. 68).

Рис. 68.



Все, что выше сказано о безконечномъ ремнѣ, относится и къ зубчатымъ колесамъ, т. е. колеса съ равными діаметрами неизмѣнно передаютъ движеніе отъ одного цилиндра къ другому; если же одно изъ колесъ больше, то другое колесо получаетъ тѣмъ большую коловратную скорость, чѣмъ значительнѣе количество зубцовъ перваго. Но второе колесо можетъ, съ своей стороны, приводить въ движеніе третье, а послѣднее въ свою очередь передать его четвертому, и т. д. съ послѣдовательно меньшими діаметрами, такъ что всегда есть возможность достигнуть чрезвычайно значительной скорости.

Слѣдуетъ также замѣтить, что если въ цилиндрѣ небольшаго колеса C данная сила F дѣйствуетъ на рукоятку B (рис. 68), и діаметръ меньшаго колеса C составляетъ лишь $^1/_3$, $^1/_4$ или $^1/_5$, и т. д. часть поперечника большаго колеса D, то сила F производитъ такое же дѣйствіе, какъ будто бы она была направлена непосредственно на плечо рычага втрое, вчетверо, впятеро и т. д. разъ длиннѣйшее B', дѣйствующаго на цилиндрѣ A въ большомъ колесѣ D. Но такъ какъ употребленіе такихъ длинныхъ рукоятокъ оказывается несовсѣмъ удобнымъ, то ихъ съ успѣхомъ замѣняютъ соединеніемъ нѣсколькихъ зубчатыхъ

колесъ, сосредоточивая на самомъ меньшемъ непосредственное движеніе.

Понятно, что всѣ эти явленія произойдутъ въ обратномъ смыслѣ, если движеніе будетъ передаваться отъ большаго колеса къ меньшему, и что треніе всегда въ значительной степени затрудняетъ дѣйствіе зубчатыхъ колесъ.

§ 77. Для передачи движенія съ горизонтальнаго цилиндра на цилиндръ, находящійся въ отношеніи къ нему въ отвѣсномъ положеніи, или наоборотъ, прибѣгаютъ къ особаго рода зубчатымъ колесамъ съ *коническою нарѣзкою*, какъ представлено на рис. 69, и сказанное выше о дѣйствіи зубчатыхъ колесъ вообще вполнѣ примѣнимо къ нимъ. Соотвѣтствующій тѣмъ же цѣлямъ снарядъ, изображенный на рис. 70, называется въ механикѣ *шестернею*.

Рис 69.

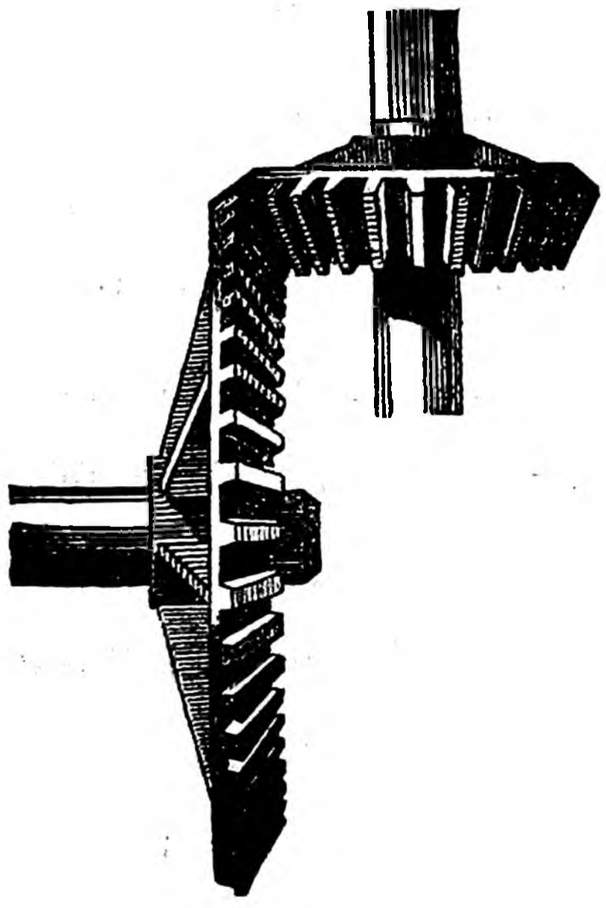
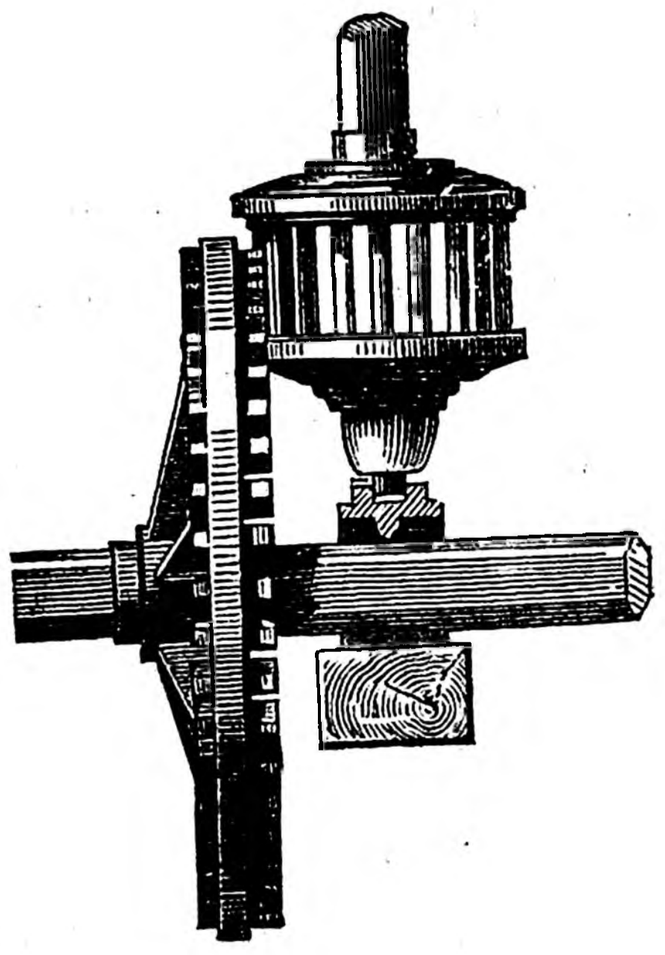


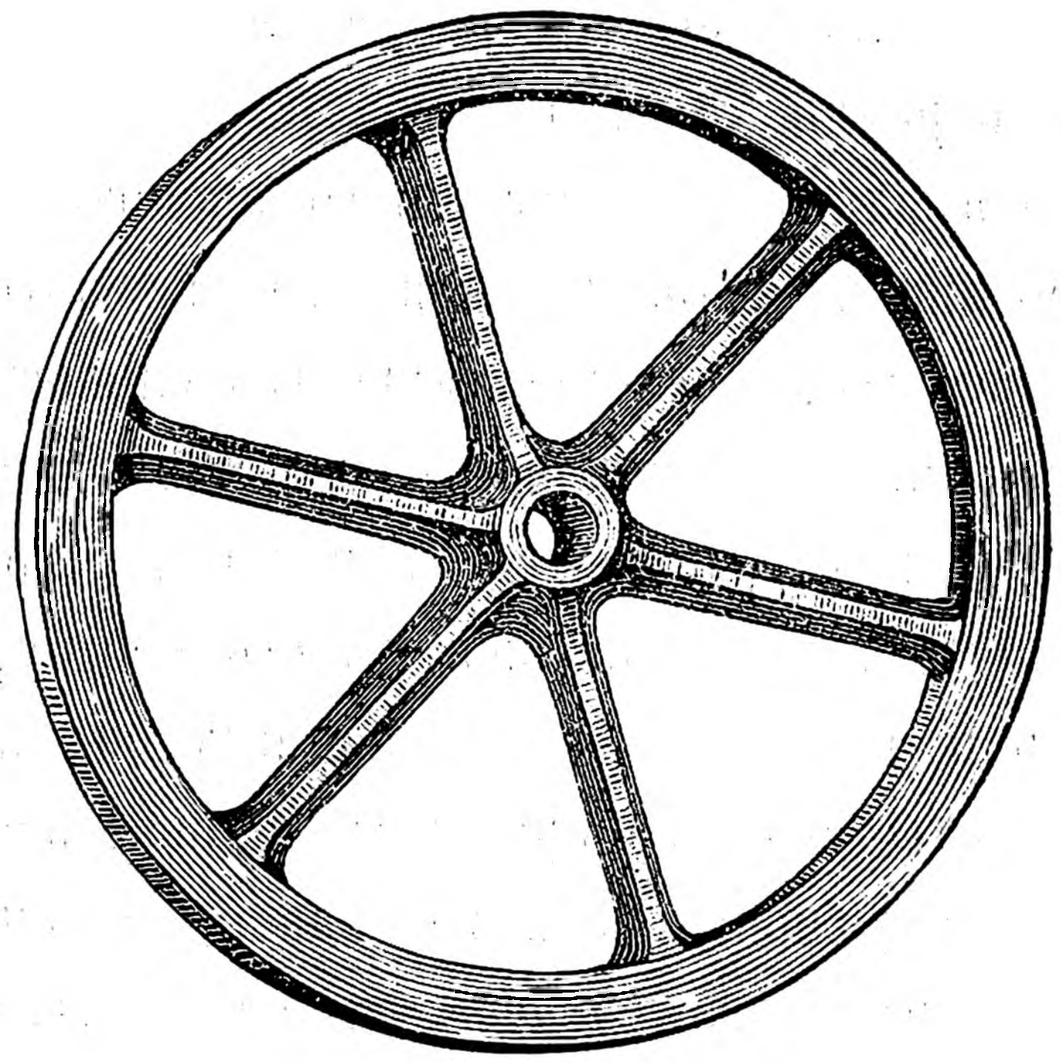
Рис. 70.



§ 78. Остановки и безпорядки, которымъ легко можетъ подвергаться правильный и непрерывный ходъ машины, вслѣдствіе неравномѣрнаго дѣйствія движущей силы, сдѣлали-бы невозможнымъ исполненіе большей части машинныхъ работъ, если бы не было средствъ къ ихъ устраненію.

Для этой цѣли, т. е. для уравненія движенія, къ движущему цилиндру придѣлываютъ чугунное, весьма большое тяжелое колесо (рис. 71), которое вращается вмѣстѣ съ цилиндромъ и называется *маховикомъ* или *маховымъ колесомъ*. Если, напр., вліяніе дѣйствующей силы вдругъ почему либо увеличится, то этотъ избытокъ силы распространится и на маховикъ, который

Рис. 71.



своею тяжестью ослабляетъ и умѣряетъ внезапно ускоренное движеніе и дѣлаетъ вліяніе его менѣе чувствительнымъ для всего механизма. Если же, наоборотъ, движущая сила вдругъ ослабѣваетъ, и даже на время пріостанавливается, то ходъ машины черезъ то не замедляется и дѣйствіе ея даже не прекращается, потому что по законамъ инерціи (§ 56) маховое колесо, по крайней мѣрѣ въ теченіе нѣкотораго времени, удерживаетъ пріобрѣтенную скорость, и при помощи ея поддерживаетъ въ той же степени дѣйствіе прочихъ частей машины до тѣхъ поръ, пока движущая сила не возстановится. Маховое колесо находитъ примѣненіе въ паровыхъ машинахъ, токарномъ станкѣ, карманныхъ часахъ, и точильщикъ бываетъ тѣмъ независимѣе отъ точила

(которое требуетъ внимательнаго ухода при выправкѣ бритвъ, ножей и ножницъ), чѣмъ значительнѣе маховикъ, уравнивающій его движеніе.

§ 79. Изъ безчисленнаго множества машинъ, предназначенныхъ для различныхъ цѣлей, только двѣ заслуживаютъ подробнаго описанія, потому что назначеніе ихъ имѣетъ близкое отношеніе къ удовлетворенію нашихъ нсобходимѣйшихъ потребностей; ктому же, знать устройство ихъ не только привлекательно само по себѣ, но и полезно. Мы разумѣемъ во-первыхъ *мельницу*, которая играетъ столь важную роль въ приготовленіи главнаго матеріала для нашего насущнаго пропитанія, а во-вторыхъ *часы*, небольшая металлическая стрѣлка которыхъ опредѣляетъ и распредѣляетъ человѣческую дѣятельность.

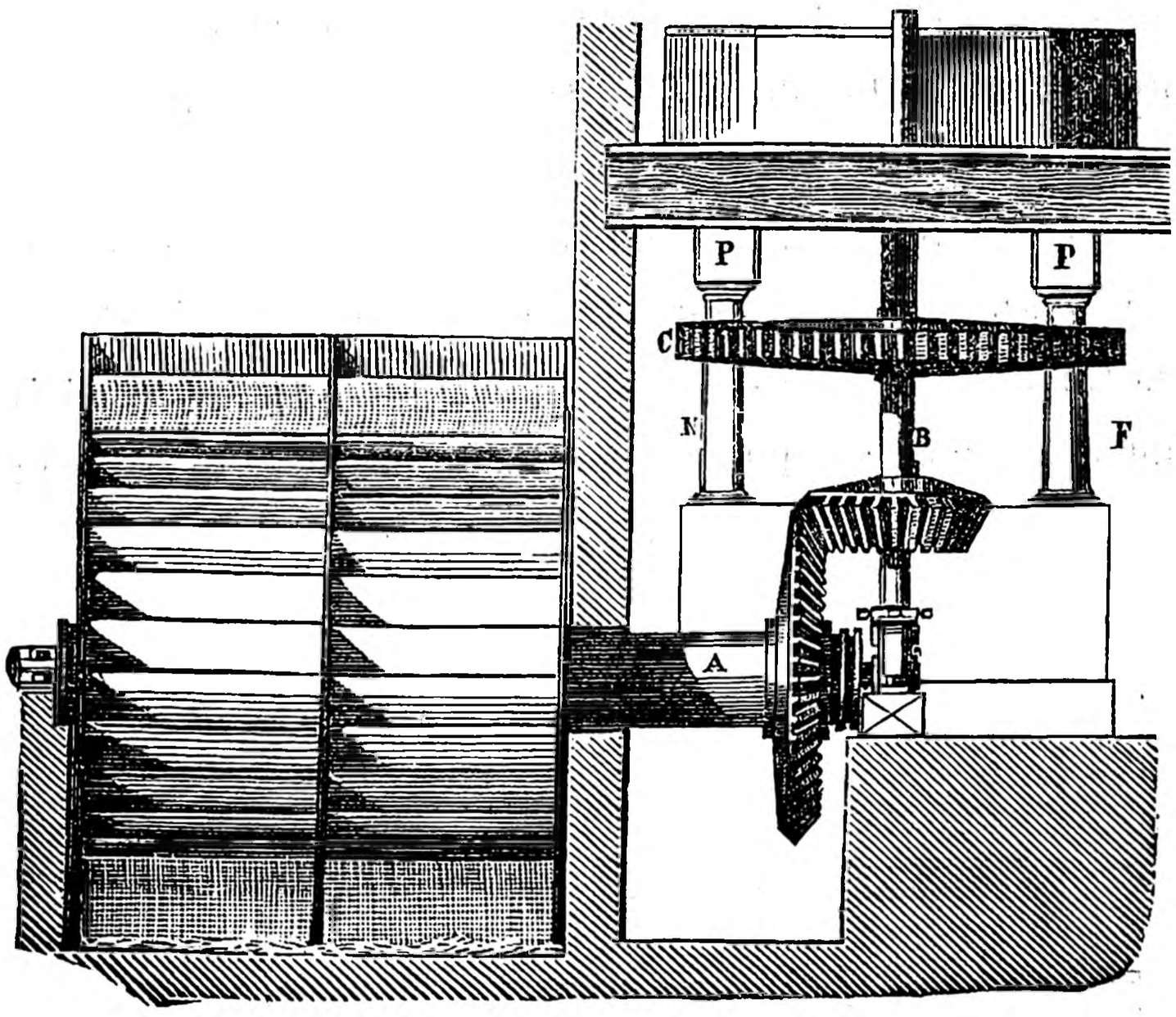
§ 80. *Мельница*. Большая часть мельницъ приводится въ движеніе водою. Онѣ устраиваются или такъ, что вода проходитъ подъ колесомъ и, прикасаясь къ его ободку, сообщаетъ ему движеніе, или такъ, что она напираетъ на него сверху, на половинѣ высоты его, пробираясь въ ящики, расположенные рядами вдоль его окружности; или же, наконецъ, она проводится особымъ каналомъ черезъ колесо, чтобы излиться въ такіе же ящики на противоположной сторонѣ.

Въ первомъ случаѣ вода приводитъ колесо въ дѣйствіе своимъ стремленіемъ, во второмъ — напоромъ и тяжестью, въ третьемъ — большею частью только одною тяжестью. Примѣненіе одной изъ этихъ трехъ системъ обусловливается количествомъ и скоростью паденія воды, имѣющейся въ распоряженіи владѣльца.

Рисунокъ 72 изображаетъ мельничное колесо первой системы, приводящее въ движеніе поперечный цилиндръ *A*, который проникаетъ во внутренность мельницы и передаетъ, чрезъ посредство двухъ зубчатыхъ колесъ или *шестерни*, движеніе, полученное отъ мельничнаго колеса, вертикальному цилиндру *B*. Здѣсь представлена только связь, при помощи которой мель-

ничный механизмъ приводится въ движеніе. Дальнѣйшее устройство этого механизма изображено на рис. 73.

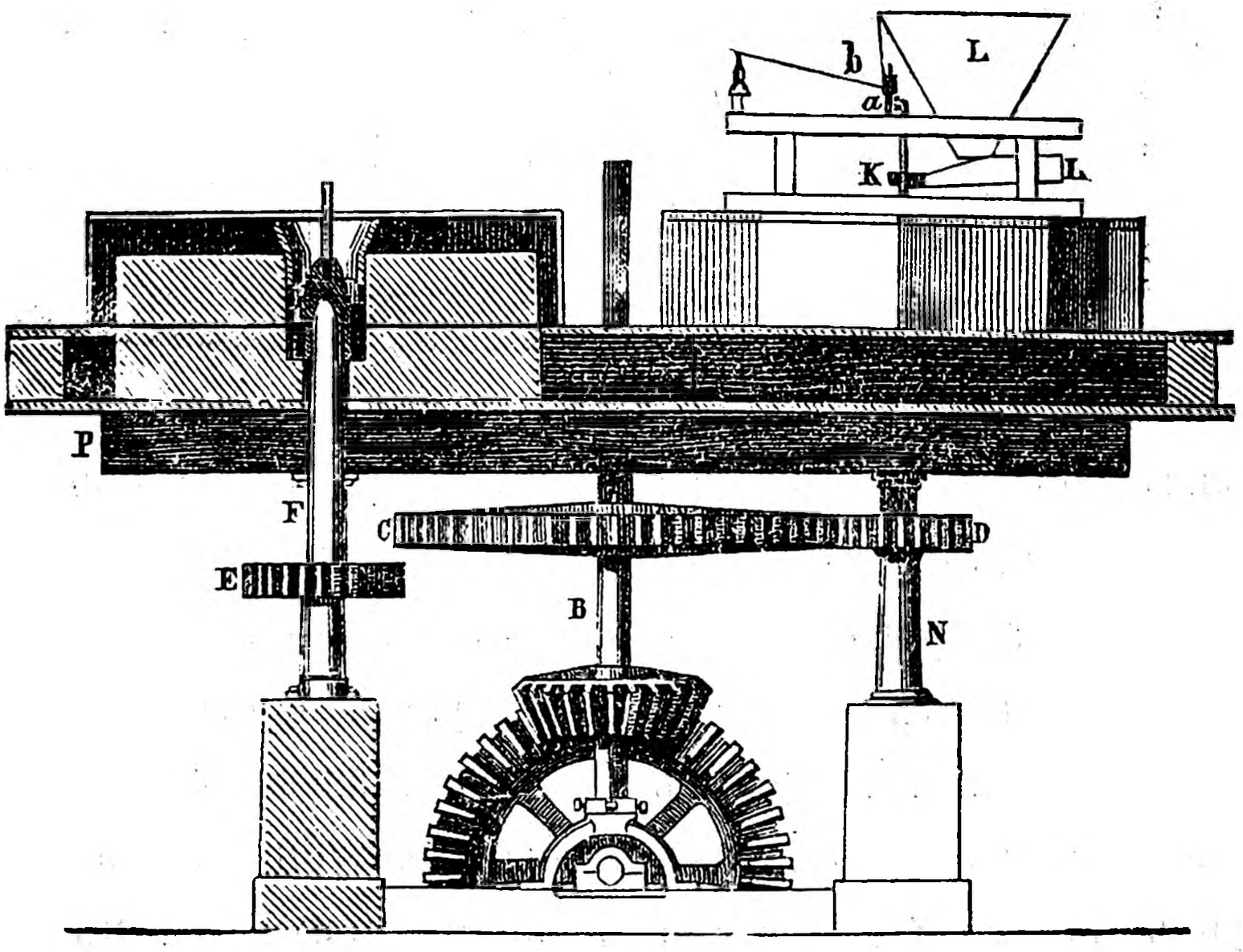
Рис. 72.



Колесо (рис. 73) *C* назначено къ тому, чтобы приводить въ движеніедва постава, изъ которыхъ одинъ представленъ здѣсь въ поперечникѣ, а другой въ томъ видѣ, какъ онъ представляется снаружи. Зубчатыя колеса *E* и *D*, укрѣпленныя на отвѣсныхъ цилиндрахъ *F* и *N*, могутъ быть отодвигаемы и поставлены въ желаемое положеніе, такъ чтобы ихъ зубцы могли цѣпляться за зубцы колеса *C*, и тогда мельница приходитъ въ дѣйствіе. По нашему рисунку только правая сторона мельницы находится въ дѣйствіи, между тѣмъ какъ лѣвая остается въ покоѣ, потому что колесо *E* отодвинуто отъ *C*. Мы обратимъ вниманіе на эту послѣднюю, чтобы объяснить внутреннее устройство мельницы. Цилиндръ *F* установленъ нижнимъ концомъ на неподвижномъ устоѣ, верхній же его конецъ проходитъ черезъ потолокъ *P* и сквозь неподвижно лежащій на потолкѣ жерновъ,

надъ которымъ стоитъ другой, подвижной жерновъ или *бѣгунъ*, утвержденный на округленной вершинѣ цилиндра и обращающійся вмѣстѣ съ нимъ. Между обоими жерновами оставленъ очень небольшой промежутокъ, а такъ какъ разстояніе между жерновами должно быть на всѣхъ точкахъ одинаково, то особенное вниманіе обращаютъ на то, чтобы верхній жерновъ всегда и неуклонно опирался на центръ своей тяжести. Этотъ жерновъ утвержденъ на цилиндрѣ такимъ образомъ, что между стѣнками дыры, черезъ которую проходитъ цилиндръ, и этимъ послѣднимъ оставлены отверстія для пропуска хлѣбнаго зерна, которое, попадая между горизонтальными поверхностями жернововъ,

Рис. 73.



растирается ими въ муку и отруби. Эти поверхности снабжены соотвѣтственными острыми нарѣзками или рубцами, которые расположены такъ, что они при встрѣчѣ между собою, во время движенія верхняго жернова, дѣйствуютъ подобно лезвіямъ ножницъ. Подъ вліяніемъ средобѣжной силы, измельчаемое зерно постепенно движется къ окружности жернова и падаетъ въ

замкнутый кругомъ ящикъ, изъ котораго, черезъ отверстіе, всыпается въ мѣшокъ. Весь этотъ снарядъ, назначенный для отдѣленія муки отъ отрубей, называется *рѣшетомъ*. Послѣднее приводится въ дѣйствіе центральнымъ цилиндромъ *B*, но на нашемъ рисункѣ оно не представлено во избѣжаніе излишней сложности изображенія.

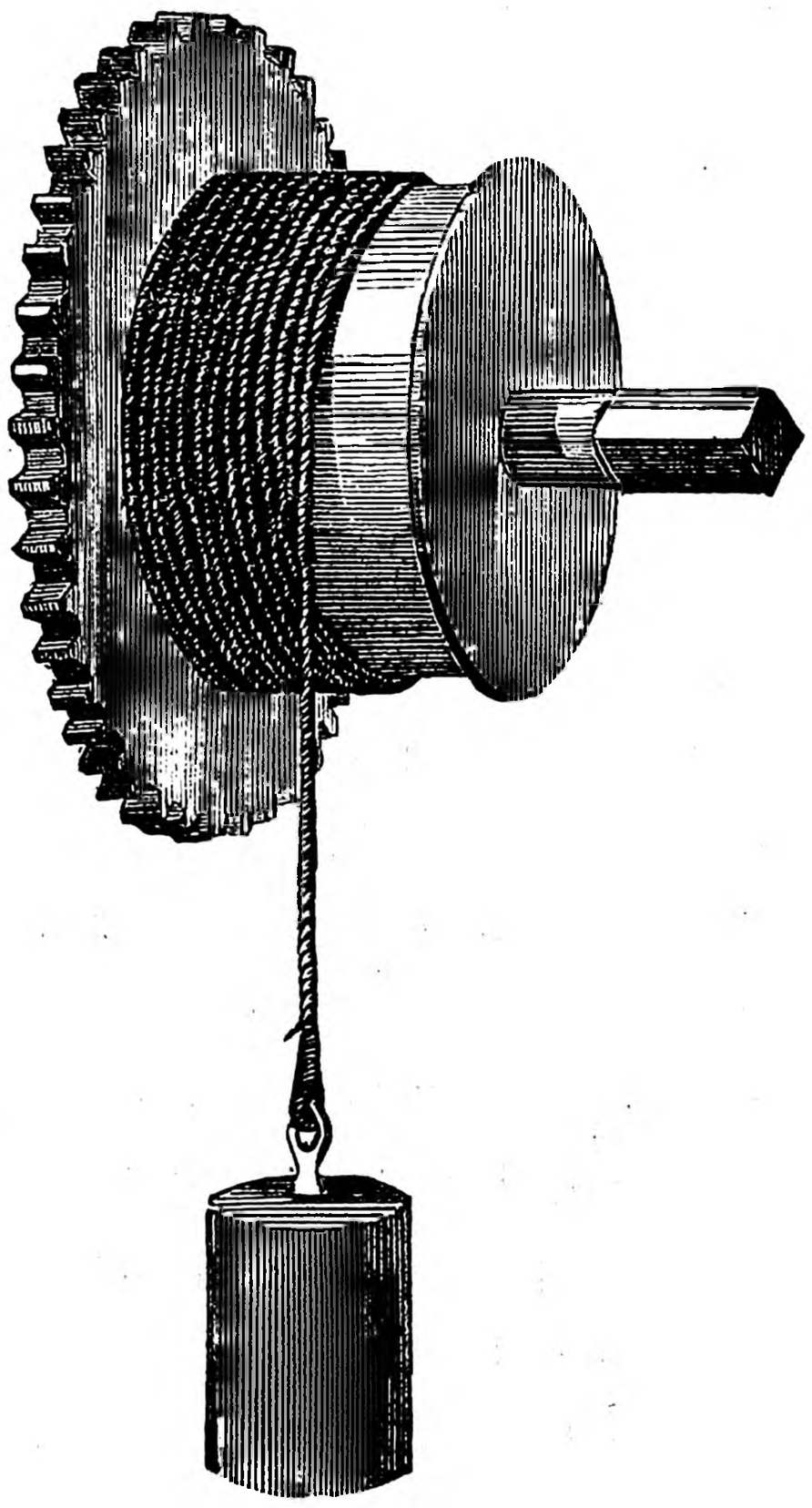
Назначенное къ умолоту хлѣбное зерно ссыпается въ похожій на воронку ящикъ *L*, нижнее отверстіе котораго обращено въ наклонно установленный жолобъ *KL*. При помощи особаго снаряда, принаровленнаго въ видѣ клиньевъ *K* къ центральному цилиндру *B*, которые отъ времени до времени приводятъ въ сотрясеніе этотъ жолобъ, зерно постепенно скатывается внизъ и падаетъ въ отверстіе подвижнаго жернова. Въ сторонѣ устроенъ звонокъ который извѣщаетъ мельника всякій разъ, когда въ воронкѣ не останется зерна. Отъ звонка идетъ снурокъ на блокѣ *b*, потомъ переходитъ на другой блокъ въ воронку *L*; къ концу этого снурка прикрѣпляется кусокъ дерева, который при насыпаніи зеренъ кладется на ихъ поверхность. Когда же въ воронкѣ зеренъ уменьшается до того, что кусокъ дерева опускается до клиньевъ K, то эти послѣдніе при каждомъ поворотѣ цилиндра задѣваютъ его и заставляютъ звонить колокольчикъ.

Жернова обыкновенно имѣютъ 4 фута въ діаметрѣ. Верхній жерновъ, называемый *бѣгуномъ*, дѣлаетъ до 70 оборотовъ въ минуту, и пара жернововъ могутъ въ теченіе сутокъ умолоть отъ 500 до 600 фунтовъ зерна.

§ 81. *Часы.* Назначеніе часовъ служить точнѣйшимъ измѣрителемъ времени. Для этой цѣли извѣстному тѣлу должно быть сообщено равномѣрное движеніе, такъ чтобы это тѣло проходило одинаковое пространство или совершало одинаковое число оборотовъ въ опредѣленный періодъ времени. Разрѣшить эту задачу было бы не трудно, если бы мы могли располагать такими силами, которыя дѣйствовали бы всегда равномѣрно и

одинаково. Но такихъ силъ у насъ нѣтъ, потому что какъ *гиря*, такъ и *пружина*, признанныя наилучшими орудіями для сообщенія механизму часовъ движенія, производятъ на него не вполнѣ равномѣрное и однообразное дѣйствіе.

Рис. 74.

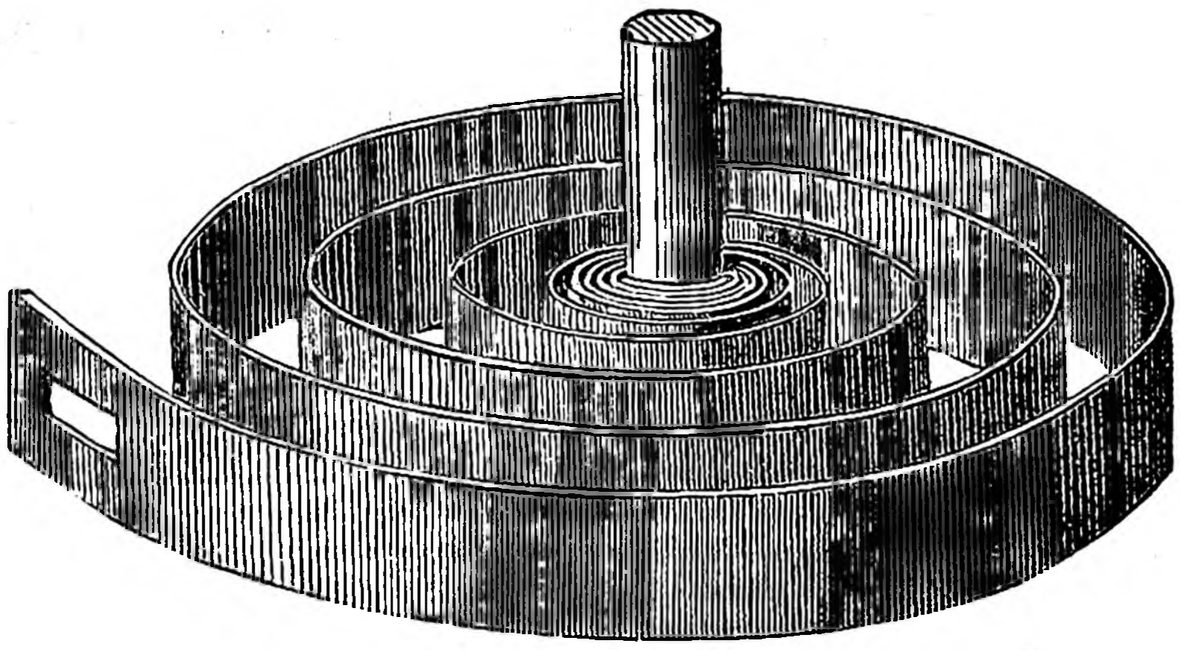


Если напр. снурокъ, къ концу котораго привязана гиря, намотать на цилиндръ, снабженный зубчатымъ колесомъ и назначенный для передачи сообщеннаго ему движенія, какъ представлено на рис. 74, то вслѣдствіе тяжести гири, дѣйствующей на этотъ снарядъ, онъ придетъ сперва въ медленное, но потомъ постепенно ускоряющееся движеніе, на основаніи закона, которому подчиняется всякое падающее тѣло (§ 60); а гиря, представляющая собою такое тѣло, будетъ при этомъ опускаться съ возрастающею скоростью.

Возьмемъ теперь вмѣсто гири стальную, въ высшей степени упругую *пружину* (рис. 75), наружный конецъ которой укрѣпленъ неподвижно, а внутренній соединенъ съ вращающеюся около себя осью. Если намотать пружину вокругъ оси и потомъ дать ей свободу, то она, вслѣдствіе своей упругости, начнетъ быстро развертываться и тѣмъ самымъ сообщитъ оси обратное движеніе. Въ первое мгновеніе она будетъ развертываться чрезвычайно быстро, но потомъ слабѣе и слабѣе и наконецъ совсѣмъ

остановится, а именно когда пружина возвратится въ первоначальное положеніе.

Рис. 75.



Стало быть, зубчатыя колеса, приведенныя въ дѣйствіе гирею, въ первомъ случаѣ, и пружиною въ послѣднемъ, двигались бы слишкомъ неравномѣрно для того, чтобы сообщить соединенной съ ними стрѣлкѣ правильный ходъ по окружности циферблата, соотвѣтствующій опредѣленнымъ періодамъ времени.

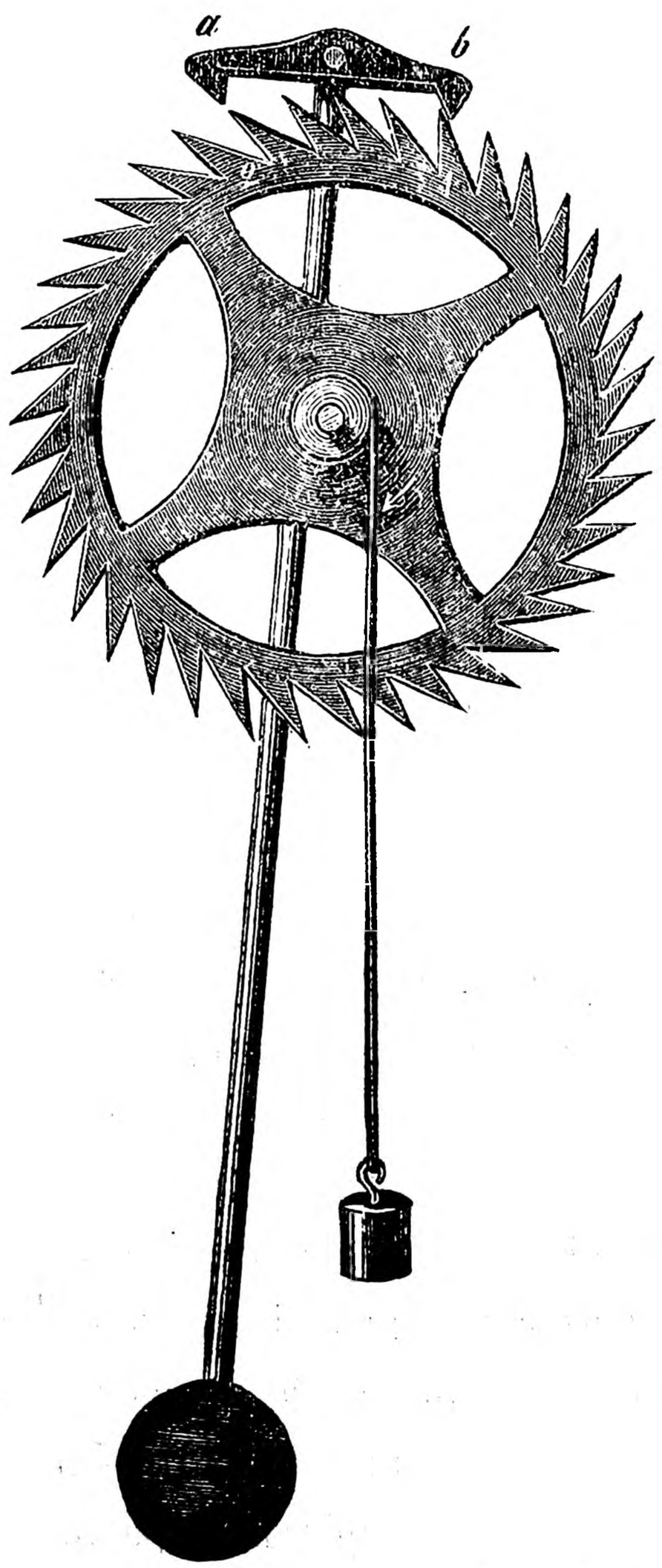
§ 82. Если же развертываніе снурка вслѣдствіе дѣйствующей на него гири, прерывать въ очень короткіе промежутки времени особымъ механизмомъ, то ясно, что эта гиря уже не будетъ спускаться съ возрастающею скоростью, а слѣдовательно снурокъ будетъ разматываться медленно и правильно, сообщая вмѣстѣ съ тѣмъ соотвѣтствующее движеніе не только цилиндру, на которомъ онъ намотанъ, но и всему соединенному съ его колесомъ механизму. Точно также, если свернутую въ спираль пружину соединить посредствомъ ея оси съ зубчатымъ колесомъ, движеніе котораго также прерывается отъ времени до времени особымъ сопротивленіемъ, то она уже не въ состояніи будетъ развернуться вдругъ, а напротивъ того должна будетъ развертываться постепенно и употреблять на это болѣе или менѣе продолжительный періодъ времени.

Это соображеніе привело къ устройству соотвѣтственнаго механизма при помощи маятника, который, какъ мы видѣли въ

§ 62, совершаетъ въ данное время опредѣленное число колебаній, зависящее отъ величины дуги, описываемой этими колебаніями или размахами.

Рисунокъ 76 изображаетъ зубчатое колесо, насаженное на ось, которая приходитъ въ коловратное движеніе подъ вліяніемъ гири. Надъ колесомъ привѣшенъ маятникъ, верхняя часть котораго, называемая *якоремъ*, снабжена двумя зубцами *a* и *b*. Какъ скоро маятникъ находится въ движеніи, то вмѣстѣ съ нимъ качается и якорь, причемъ его зубцы попеременно цѣпляются за зубцы колеса, и такимъ образомъ задерживаютъ его движеніе, вслѣдствіе чего ускоренное паденіе дѣйствующей на него гири обращается въ равномѣрное опусканіе. Когда якорь приходитъ въ горизонтальное положеніе, то оба его зубца одновременно захватываютъ края зубцовъ колеса, и такимъ образомъ совершенно препятствуютъ его движенію. Вотъ почему, приведя маятникъ въ отвѣстное положеніе хотя на одно мгновеніе, можно пріостановить ходъ часовъ, и снова привести ихъ въ дѣйствіе, сообщивъ легкій толчекъ маятнику.

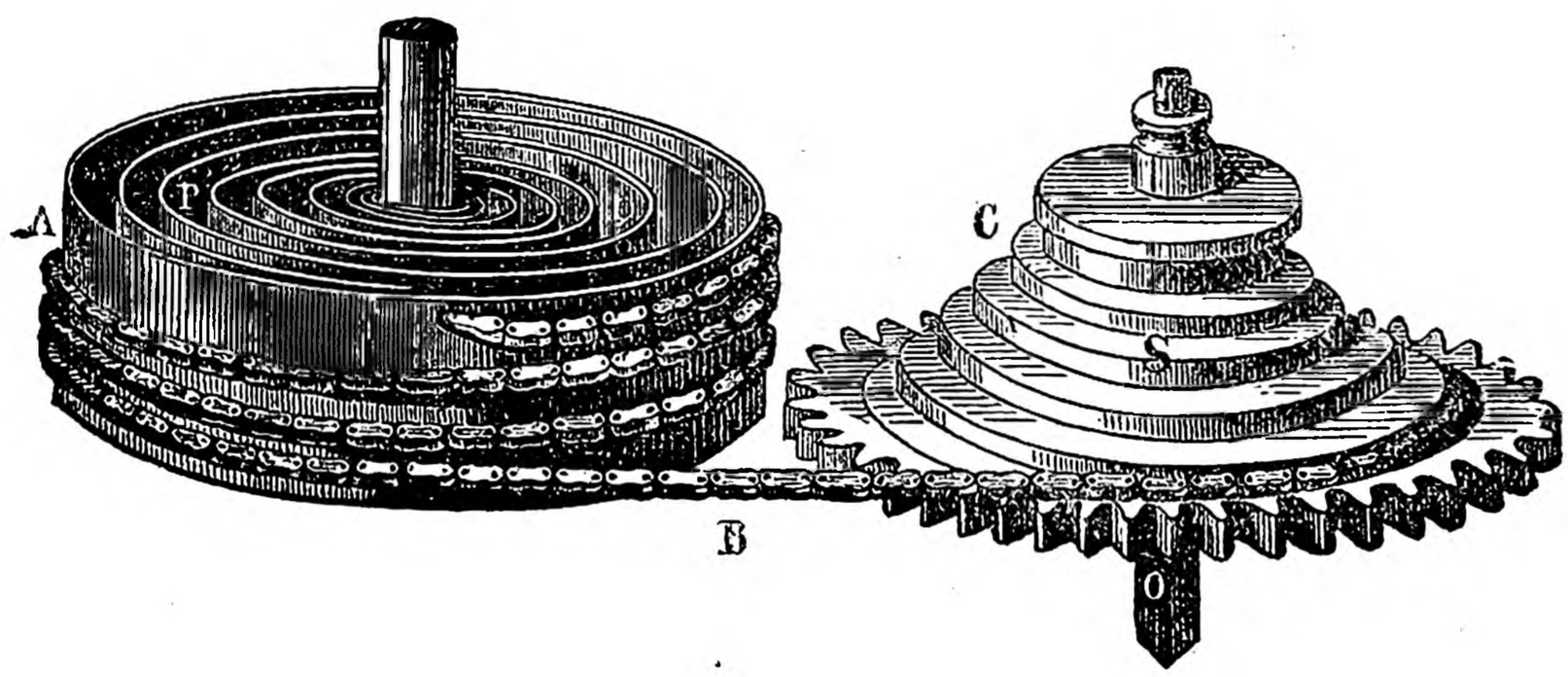
Рис. 76.



§ 83. Несравненно труднѣе уравнять дѣйствіе механизма карманныхъ часовъ, къ которымъ конечно нельзя примѣнить дѣй-

ствіе маятника. Для этой цѣли первоначально придумано было такъ называемое *улиткообразное колесо C* (рис. 77), часто встрѣчаемое въ часахъ стариннаго устройства. Это колесо, верхняя часть котораго имѣетъ видъ конуса, а нижняя снабжена зубцами, соединено посредствомъ цѣпочки съ барабаномъ *A*, вокругъ котораго обмотана цѣпочка. Къ барабану, съ внутренней его стороны, прикрѣпленъ конецъ пружины, другой конецъ которой держится неподвижною шпилькою. При заводѣ часовъ, когда съ помощію ключа ось колеса приводится въ движеніе, вслѣдствіе чего цѣпочка барабана наматывается на улит-

Рис. 77.

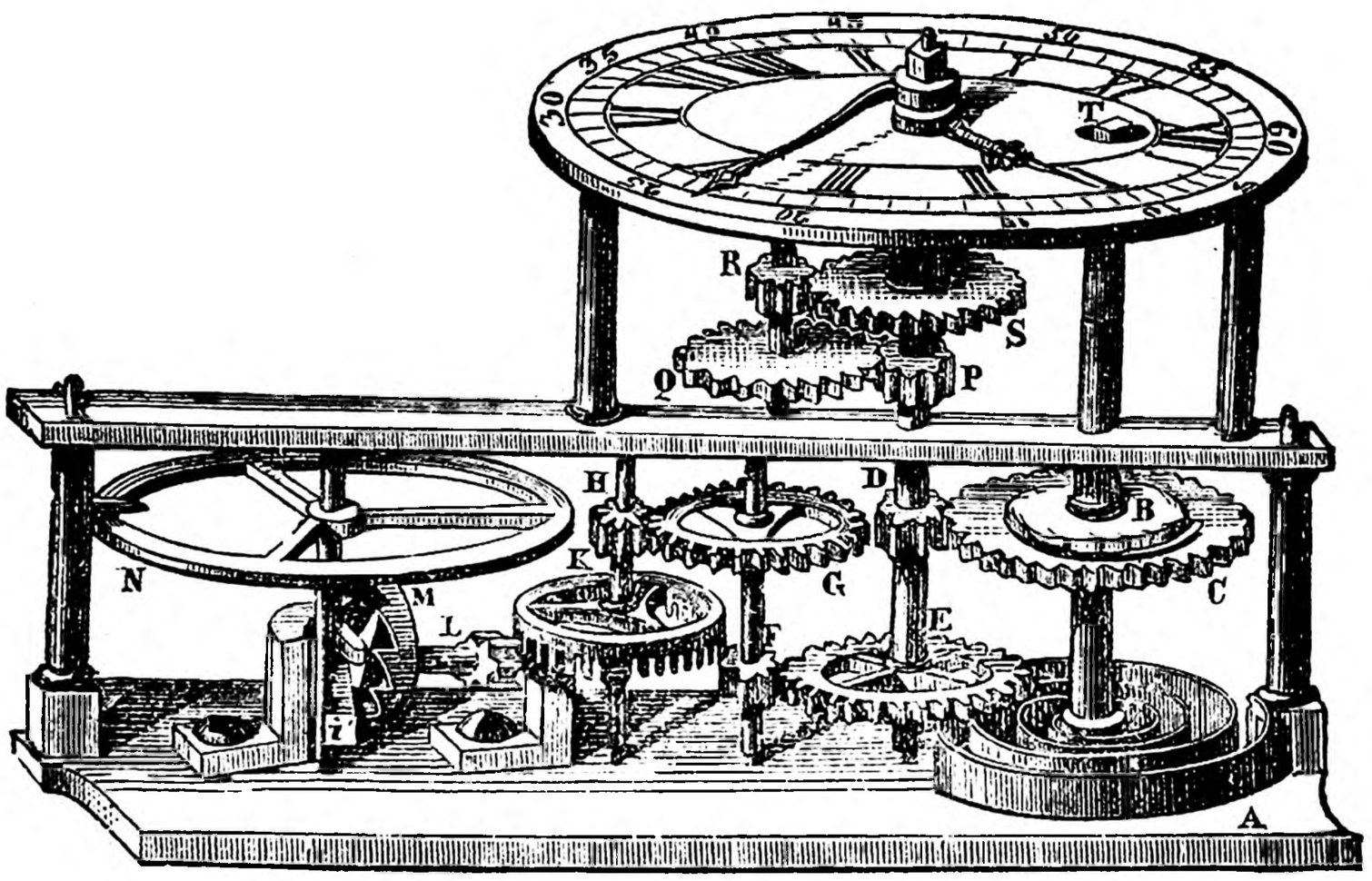


кообразные завитки колеса, барабанъ совершаетъ соотвѣтственное число оборотовъ, и такимъ образомъ свертываетъ пружину, которая, будучи предоставлена самой себѣ, начинаетъ развертываться и въ свою очередь приводитъ барабанъ въ движеніе, заставляя его двигаться въ противоположномъ направленіи. Но при этомъ движеніи барабанъ, съ помощію цѣпочки, увлекаетъ за собою и улиткообразное колесо, зубцы котораго приводятъ весь остальной механизмъ въ дѣйствіе. Непосредственно послѣ завода часовъ, стало быть въ моментъ сильнѣйшаго напряженія пружины, послѣдняя посредствомъ цѣпочки дѣйствуетъ на верхній оборотъ улиткообразнаго колеса, представляющій наименьшій діаметръ, и по мѣрѣ развертыванія пружины, слѣдовательно по мѣрѣ

ослабленія ея напряженія, обороты цѣпочки становятся все больше и больше, такъ что по законамъ дѣйствія рычага достигается равномѣрность движенія, безусловно необходимая для правильнаго хода часовъ.

Впрочемъ описанный снарядъ оказался недостаточнымъ для совершеннаго уравненія хода часовъ, а потому въ часахъ новѣйшаго устройства онъ замѣненъ болѣе усовершенствованнымъ механизмомъ. Прилагаемый рисунокъ 78 представляетъ собою полный механизмъ обыкновенныхъ карманныхъ часовъ. Для большей наглядности составныхъ частей, оси колесъ показаны длиннѣе, нежели онѣ бываютъ въ дѣйствительности, и на рисункѣ не представлено улиткообразное колесо.

Рис. 78.



Посредствомъ ключа, который приводитъ въ движеніе ось T, навертываютъ пружину A, или, какъ принято говорить, *часы заводятъ*, вслѣдствіе чего начинаетъ двигаться ея ось, а вмѣстѣ съ нею и укрѣпленное на ней зубчатое колесо C, которыя принимаютъ противоположное направленіе. Это колесо захватываетъ своими зубцами шестерню D, и черезъ то сообщаетъ движеніе механизму P, Q, R, S, который приводитъ въ движеніе стрѣлки. Напряженіе пружины и дѣйствіе регулятора, который

будетъ описанъ ниже, должны быть распредѣлены такъ, чтобы ось колеса P, называемаго минутнымъ, совершала оборотъ въ продолженіе одного часа. На концѣ этой оси, надъ циферблатомъ, утверждена стрѣлка, совершающая одновременно съ нею одинаковое число оборотовъ, изъ которыхъ каждый соотвѣтствуетъ одному часу времени. Для двѣнадцати такихъ оборотовъ требуется, слѣдовательно, двѣнадцать часовъ времени.

Извѣстно, что въ теченіе этого времени стрѣлка, указывающая часы, должна сдѣлать только одинъ оборотъ. Замѣтимъ, что ось часовой стрѣлки имѣетъ форму трубки, свободно вращающейся около оси минутной стрѣлки, что на концѣ этой оси находится зубчатое колесо S, и что чрезъ примѣненіе нѣсколькихъ зубчатыхъ колесъ (ср. § 76), двѣнадцатикратное обращеніе минутнаго колеса P превращается въ однократный оборотъ часоваго колеса S. Для этой цѣли минутное колесо снабжается только *восемью* зубцами и приводится въ соприкосновеніе съ колесомъ Q, на окружности котораго нарѣзано 24 зубца, вслѣдствіе чего ось послѣдняго, вмѣстѣ съ укрѣпленнымъ на ней зубчатымъ колесомъ R, совершаетъ только *четыре* оборота въ продолженіе тѣхъ же 12 часовъ времени; потому что цѣлый оборотъ колеса P, продолжающійся часъ, поворачиваетъ одну треть (8 зубцовъ) колеса Q, а въ три часа всѣ 24 зубца, т. е. въ три часа колесо Q дѣлаетъ полный оборотъ, слѣдовательно въ 12 часовъ 4 оборота.

На переводномъ колесѣ R находится *восемь* зубцовъ, а эти послѣдніе цѣпляются за 32 зубца часоваго колеса, вслѣдствіе чего послѣднее совершаетъ только *одинъ* оборотъ въ то время, когда переводное колесо дѣлаетъ *четыре*, а минутное колесо *двѣнадцать* оборотовъ.

Прослѣдивъ далѣе дѣйствіе механизма, мы увидимъ, что центральное колесо E, приводящее въ движеніе смежное зубчатое колесо F, которое въ свою очередь дѣйствуетъ на колесо G, посредствомъ слѣдующаго колеса H передаетъ это движеніе

главному колесу *K*. Это послѣднее при помощи шестерни *L* сообщаетъ свое движеніе горизонтальной оси, на которой укрѣплено колесо *M*, снабженное особаго рода зубцами. Передъ этимъ колесомъ поставлена отвѣсная ось, на верхнемъ концѣ которой укрѣпленъ маховикъ *N* (ср. § 78), называемый *балансомъ* или *часовымъ маятникомъ*, между тѣмъ какъ къ нижней ея части, подъ прямымъ угломъ, придѣланы двѣ мѣдныя пластинки или крылья *ii'*, взаимное разстояніе между которыми равно діаметру колеса *M*. Эти-то послѣднія части механизма, вмѣстѣ съ колесомъ *M*, и называются *регуляторомъ*, о которомъ мы упоминали выше.

Дѣйствіе регулятора происходитъ слѣдующимъ образомъ: когда зубецъ верхней части колеса *M* встрѣчается съ верхнимъ крыломъ *i*, то послѣднее получаетъ толчекъ, отбрасывающій его назадъ. Вслѣдъ затѣмъ нижнее крыло *i'*, встрѣчаясь съ нижнимъ зубцомъ колеса *M*, въ свою очередь получаетъ отъ него толчекъ, который двигаетъ ето впередъ. Такимъ образомъ крылья *ii'* отбрасываются поперемѣнно, то впередъ, то назадъ, вслѣдствіе чего ось, а вмѣстѣ съ нею и маховикъ *N*, совершаютъ соотвѣтственныя движенія, равныя четверти полнаго оборота. Каждый разъ, какъ крыло встрѣчается съ зубцомъ колеса *M*, оно получаетъ толчекъ отъ маховика въ обратномъ направленіи, черезъ что движеніе колеса нѣсколько сдерживается.

Если бы выше описанныя колебанія регулятора, подобно качаніямъ маятника, совершались въ одинаковые промежутки времени, то и задержки, отъ него происходящія, были бы одинаково продолжительны; слѣдовательно ходъ часовъ былъ бы правиленъ. Но на дѣлѣ выходитъ иначе: такъ какъ сама пружина составляетъ ту движущую силу, которая обусловливаетъ и постоянно поддерживаетъ колебанія баланса, то всѣ неровности, обнаруживающіяся въ дѣйствіи движущей силы, отзываются и на балансѣ.

Эти неправильности совершенно устраняются, когда къ балансу присоединяютъ тонкую пружину, имѣющую видъ спирали (рис. 79), потому что достаточно самаго легкаго толчка, чтобы сообщить такому снаряду колебанія, соотвѣтствующія качаніямъ висячаго маятника; вся разница заключается только въ томъ, что въ послѣднемъ случаѣ движенія зависятъ отъ тяготѣнія и совершаются въ отвѣсномъ направленіи, между тѣмъ какъ въ первомъ они горизонтальныя и происходятъ отъ упругости спирали. Такимъ образомъ есть возможность достигнуть правильнаго сдерживанія хода карманныхъ часовъ и сообщить ему чрезвычайную точность.

Рис. 79.

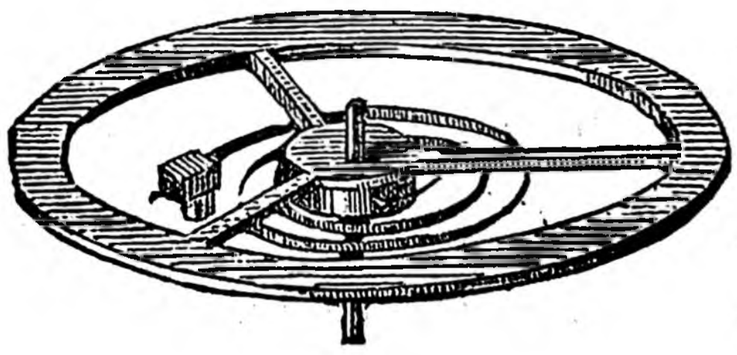
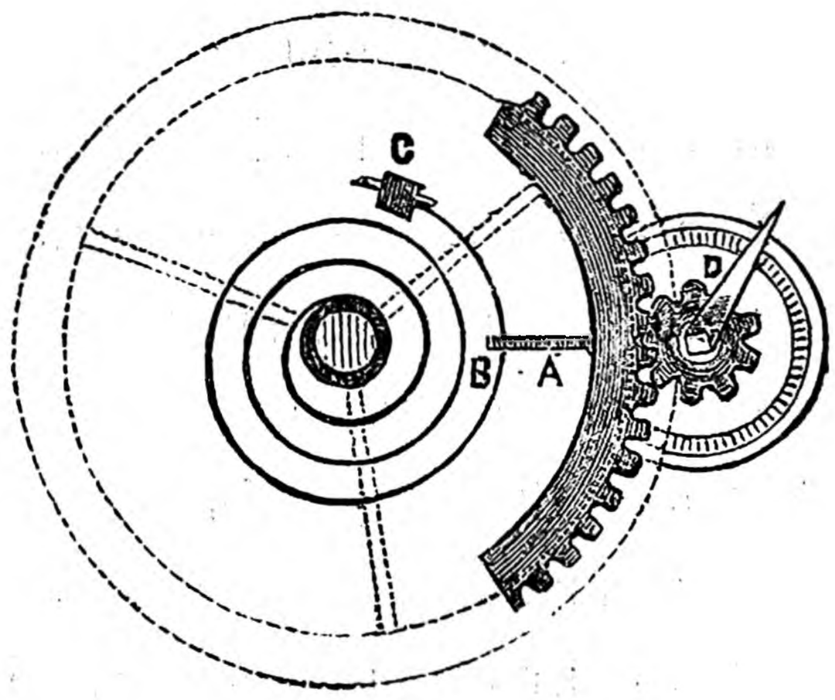


Рис. 80.



Такъ какъ, на основаніи выше сказаннаго, ходъ часовъ уравнивается колебаніями баланса, то эти колебанія должны совершаться въ опредѣленные періоды времени. Поэтому часы будутъ идти впередъ, если эти колебанія будутъ совершаться слишкомъ часто, и напротивъ того будутъ отставать, если колебанія слишкомъ медленны. Для сообщенія балансу колебаній извѣстной скорости, спираль дѣлается длиннѣе или короче, смотря по надобности, потому что въ первомъ случаѣ, т. е. когда она длиннѣе, ея напряженіе уменьшается, а въ послѣднемъ увеличивается, а вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивается или уменьшается и число колебаній баланса въ извѣстный періодъ времени. Такое увеличеніе или уменьшеніе длины спирали производится при помощи снаряда, изображеннаго на рис. 80: Когда стрѣлку *D* поворачи-

ваютъ внизъ, то пластинка A подается вверхъ и такимъ образомъ дѣйствующая часть пружины удлинняется; когда же стрѣлку D поворачиваютъ вверхъ, то пластинка A подается внизъ, слѣдовательно недѣйствующая часть BC пружины удлинняется, а дѣйствующая часть ея укорачивается.

§ 84. *Цилиндрическіе часы* отличаются отъ описанныхъ выше тѣмъ, что въ послѣднихъ ходъ сдерживается *вертикально* установленнымъ колесомъ (M рис. 78), между тѣмъ какъ въ цилиндрическихъ часахъ зубцы *горизонтально* установленнаго колеса цѣпляются за отверстія, вырѣзанныя на оси баланса, называемой *цилиндромъ*. Благодаря такому устройству, цилиндрическіе часы представляютъ ту выгоду, что могутъ быть сдѣланы весьма плоскими и слѣдовательно болѣе удобными для ношенія въ карманѣ.

§ 85. Слѣдуетъ замѣтить, что въ древности не знали колеснаго механизма часовъ и что время изобрѣтенія колесныхъ часовъ, равно какъ имя самаго изобрѣтателя, съ точностію неизвѣстны. Система зубчатыхъ колесъ сперва была примѣнена при астрономическихъ изслѣдованіяхъ, въ монастыряхъ, и въ нихъ же вѣроятно введены были въ употребленіе такъ называемые стѣнные часы съ гирями.

Изобрѣтеніе карманныхъ часовъ обыкновенно приписывается уроженцу города Нюренберга, Петру Геле (около 1500 года), и часы этого мастера извѣстны подъ названіемъ нюренбергскихъ яицъ, по причинѣ своего наружнаго сходства съ яйцемъ.

Достовѣрно только то, что сообщеніемъ надлежащей точности ходу часовъ мы обязаны знаменитому голландскому физику Гюйгенсу (1657 г.), который прежде другихъ осуществилъ мысль о примѣненіи къ нимъ спирали и маятника.

B. *Равновѣсіе и движеніе жидкихъ тѣлъ.*

§ 86. Хотя отдѣльные атомы жидкости и обнаруживаютъ замѣтное взаимное притяженіе, но это притяженіе такъ незначительно, что они легко могутъ быть опять разъединены. Отъ этого зависитъ чрезвычайная подвижность жидкихъ тѣлъ, которая объясняется тѣмъ, что каждая изъ ихъ составныхъ частицъ независимо слѣдуетъ силѣ тяготѣнія. Всѣ явленія, которыя мы будемъ разсматривать далѣе, объясняются этимъ основнымъ свойствомъ жидкостей.

Жидкость находится въ равновѣсіи, когда всѣ ея атомы, лежащіе на ея открытой поверхности, находятся въ одинаковомъ разстояніи отъ центра земли. Поэтому поверхность всякой жидкости, находящейся въ спокойномъ состояніи, должна представлять собою часть шарообразной плоскости. Оно такъ и есть, и мы можемъ убѣдиться въ этомъ при взглядѣ на поверхность значительной массы воды, напримѣръ на поверхность моря. Незначительныя же пространства жидкостей, находящихся въ спокойномъ состояніи, кажутся совершенно плоскими, какъ зеркало, представляя собою горизонтальныя поверхности, перпендикулярныя къ направленію силы тяготѣнія.

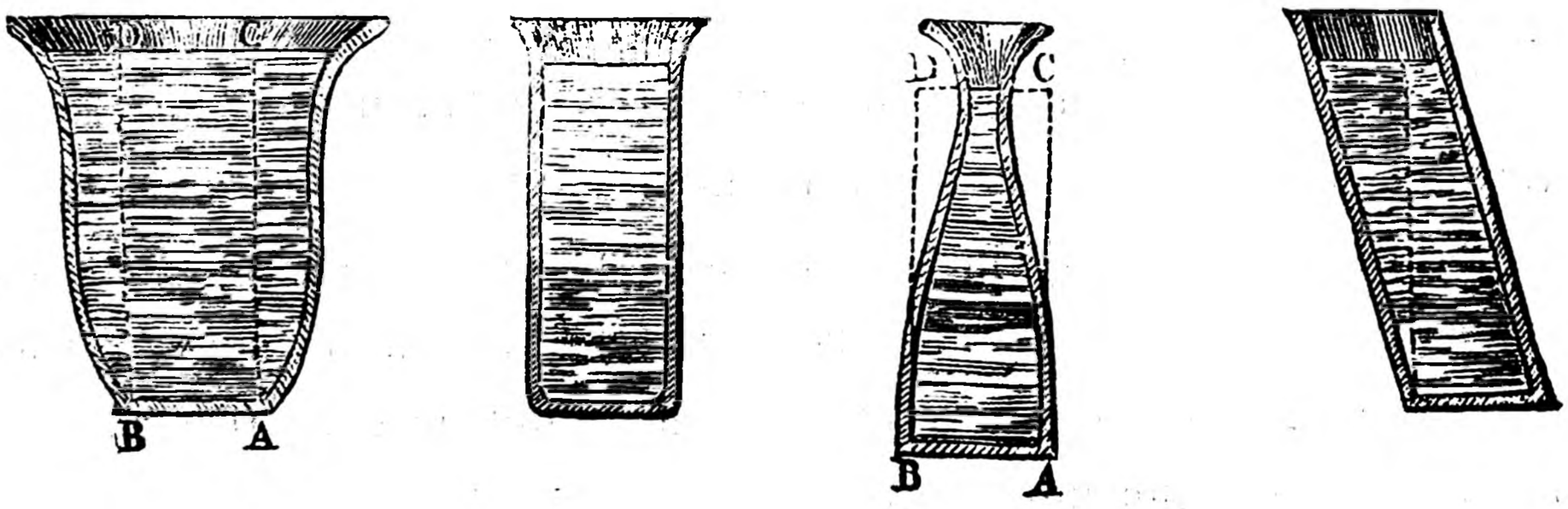
Если часть какой нибудь жидкости привести въ положеніе нѣсколько возвышенное надъ прочими ея частями, то равновѣсіе жидкости будетъ нарушено, вслѣдствіе чего она придетъ въ колебаніе, которое будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока она снова не придетъ въ равновѣсіе. Направленіе теченія рѣки къ морю основано на стремленіи воды, находящейся на земной поверхности, возстановить свое равновѣсіе.

Вслѣдствіе такого стремленія къ равновѣсію происходитъ то, что въ изогнутыхъ, или же въ нѣсколькихъ различнымъ образомъ соединенныхъ между собою сосудахъ, уровень содержащихся въ нихъ жидкостей находится всегда на одинаковой высотѣ отъ осно-

ванія. Такое явленіе мы видимъ, напримѣръ, въ наполненныхъ водою сосудахъ въ родѣ лейки, чайника и масляной лампы, въ которыхъ жидкость всегда оказывается на одинаковой высотѣ, какъ въ носкахъ или узкихъ трубочкахъ, такъ и въ самыхъ сосудахъ. На этомъ стремленіи жидкостей возстановить свое равновѣсіе основано, между прочимъ, и устройство водометовъ или фонтановъ.

§ 87. Сила давленія, которое претерпѣваетъ дно сосуда, наполненнаго водою, зависитъ не отъ количества этой жидкости, а отъ высоты столба ея и величины ея основанія. Точными опытами доказано, что если жидкость въ различныхъ сосудахъ имѣетъ одинаковую высоту и одинаковое основаніе, какъ это представлено на рис. 81, 82, 83 и 84, то давленіе ея на дно сосудовъ во всѣхъ случаяхъ должно быть совершенно одинаково, хотя бы во всѣхъ сосудахъ было различное количество жидкости. По этому можно произвести весьма сильное давленіе очень незначительнымъ количествомъ жидкости, если влить ее въ длинную узкую трубочку, имѣющую широкое основаніе. Давленіе жидкости на это основаніе будетъ также сильно, какъ если бы трубка имѣла одинаковую ширину сверху до низу.

Рис. 81. Рис. 82. Рис. 83. Рис. 84.



Положимъ, что 1 куб. дюймъ воды вѣситъ 1 лотъ; слѣдовательно, если основаніе сосуда равняется напр. 32 кв. дюймамъ, то при высотѣ жидкости въ одинъ дюймъ, это основаніе будетъ подвергаться давленію 1×32 куб. д. воды, что составитъ 32 лота или фунтъ.

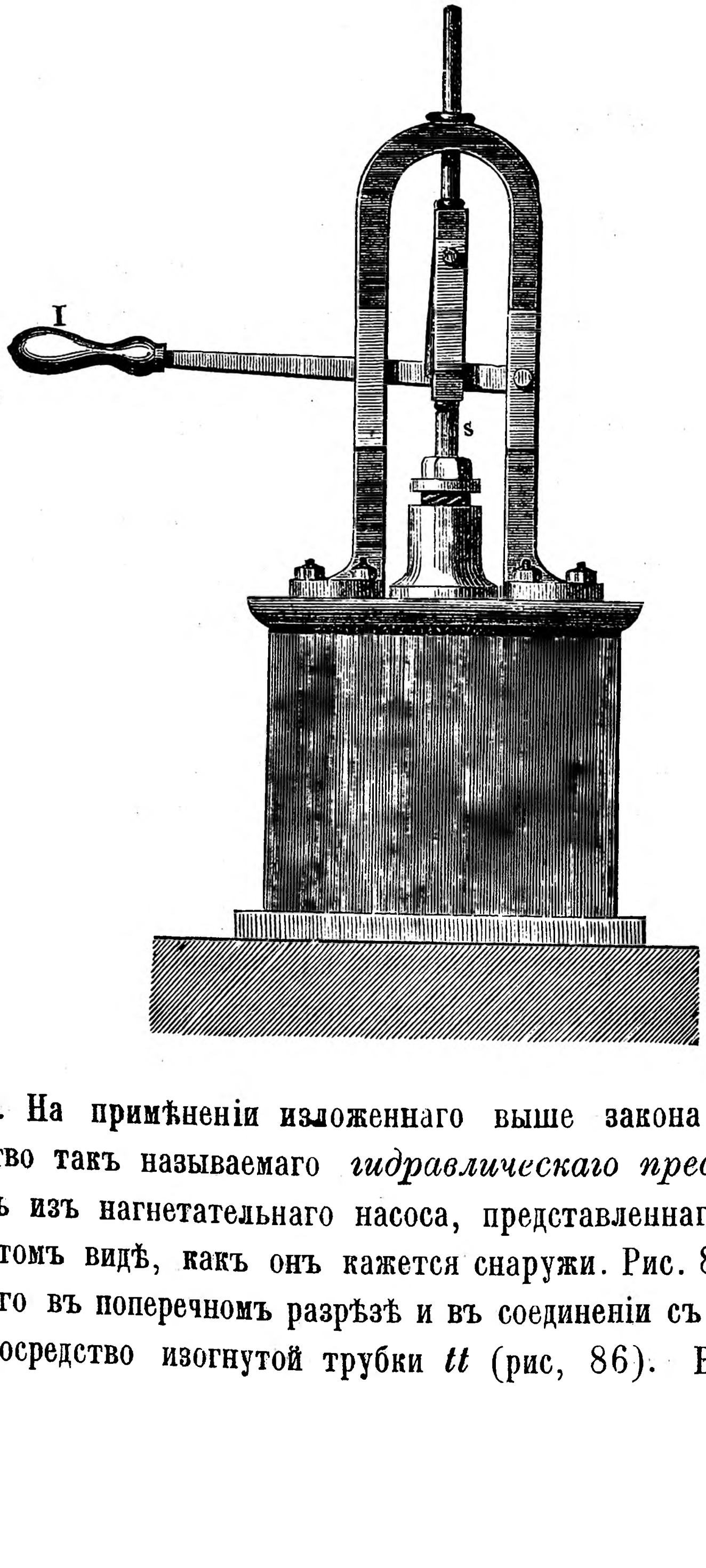
Если же столбъ жидкости имѣетъ въ вышину 100 д., то давленіе ея будетъ равно 100×32 куб. д. воды, или 100 ф. Въ сосудахъ, содержащихъ жидкость, давленію подвергаются также и ихъ стѣнки, и это давленіе тѣмъ значительнѣе, чѣмъ ближе ихъ части къ основанію сосуда. Что это давленіе можетъ быть употреблено въ пользу, какъ движущая сила, доказывается приспособленными къ тому снарядами, каковы *зегнерово колесо* и *турбина*.

§ 88. *Когда часть поверхности жидкости подвержена извѣстному давленію, то это давленіе равномѣрно распространяется по всѣмъ направленіямъ.*

Возьмемъ закрытый со всѣхъ сторонъ сосудъ и сдѣлаемъ на немъ сверху и съ боку по отверстію, величиною въ квадратный дюймъ; заткнувъ боковое отверстіе пробкою и наполнивъ сосудъ водою до верху, начнемъ давить жидкость черезъ верхнее отверстіе съ силою, равною 100 ф. тяжести. Каждая часть стѣнокъ этого сосуда, составляющая одинъ квадр. дюймъ, подвергается такимъ образомъ давленію въ 100 ф., которое дѣйствуетъ изнутри наружу. Если поверхность сосуда равняется 60 кв. д., то общее давленіе на стѣнки будетъ составлять 60×100=6000 ф. Пробка, затыкающая боковое отверстіе, также испытываетъ давленіе въ 100 ф, и если она не въ силахъ его выдержать, то тотчасъ же выскочитъ. Если боковое отверстіе будетъ величиною въ 2 кв. д., и закрывалось снаружи пластинкою, то эта послѣдняя для уравновѣшиванія внутренняго давленія, должна быть придерживаема внѣшнимъ усиліемъ, равнымъ 200 ф. Изъ этого слѣдуетъ, что стѣнки сосуда, въ которомъ сжимаются жидкости, должны обладать соотвѣтственною крѣпостью. Если наполнить бутылку водою до верху, заткнуть ея горлышко плотною втулкою, и потомъ попробовать вогнать ее внутрь легкимъ ударомъ, то бутылка лопнетъ. Вотъ почему, наполняя виномъ бутылки, требующія плотной укупорки, оставляютъ изъ предосторожности между пробкой и поверхностью жидкости слой воз-

духа по крайней мѣрѣ въ одинъ дюймъ толщиною, потому что воздухъ, вслѣдствіе своей сжимаемости, предотвращаетъ такую опасность.

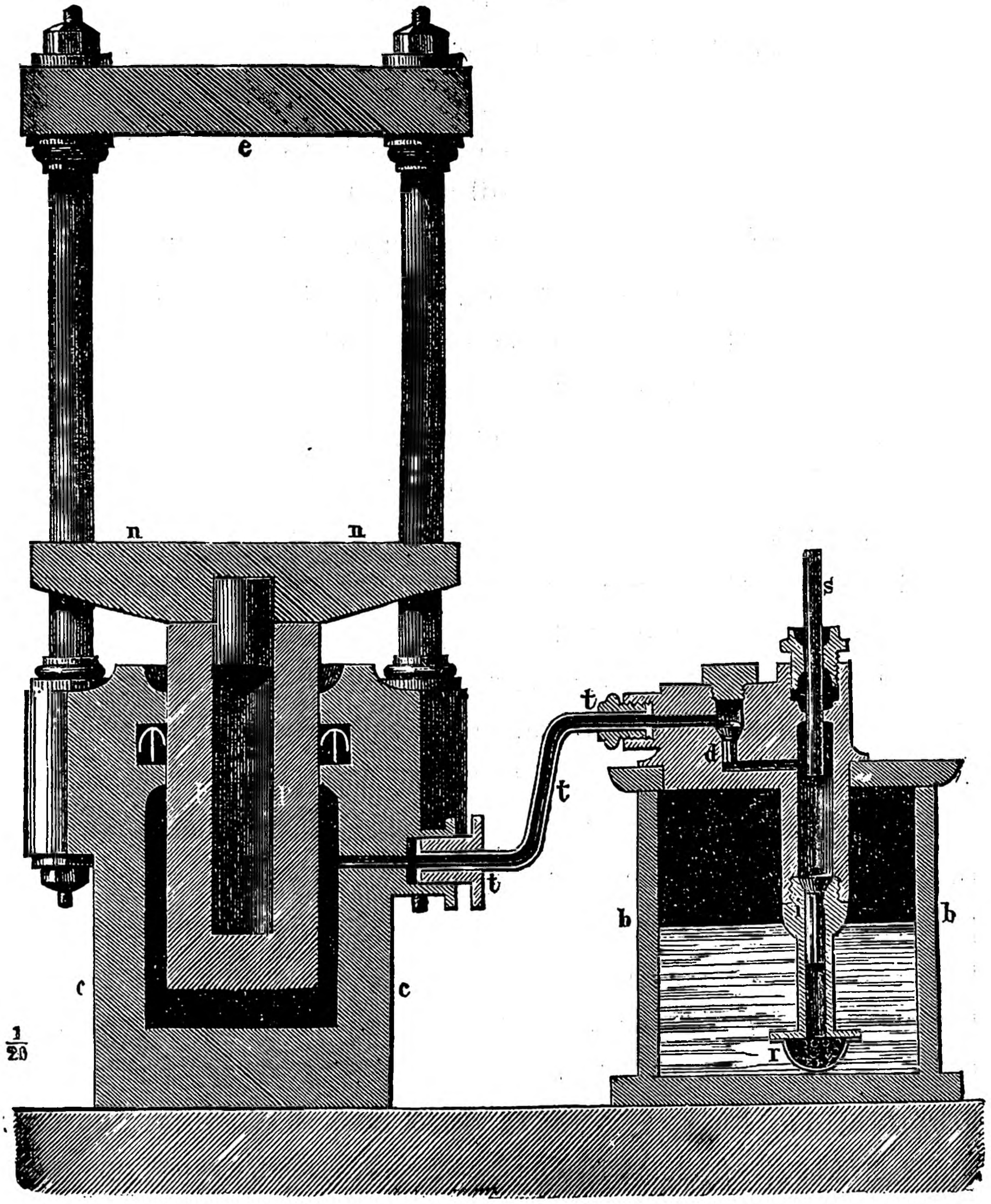
Рис. 85.



§ 89. На примѣненіи изложеннаго выше закона основано устройство такъ называемаго *гидравлическаго пресса*. Онъ состоитъ изъ нагнетательнаго насоса, представленнаго на рис. 85 въ томъ видѣ, какъ онъ кажется снаружи. Рис. 86 изображаетъ его въ поперечномъ разрѣзѣ и въ соединеніи съ прессомъ, чрезъ посредство изогнутой трубки *tt* (рис, 86). Въ пустой

цилиндръ *c c* пропущенъ поршень *p p*, снабженный сверху гладкою плиткою *n n*, которая двигается вверхъ между боковыми устоями, вмѣстѣ съ поршнемъ. Послѣдній подымается кверху

Рис. 86.



при помощи давленія гидравлическаго пресса слѣдующимъ образомъ: Посредствомъ поршня *s*, въ нагнетательномъ насосѣ, вода прогоняется черезъ трубку *t t* въ пустое пространство цилиндра *c c*, вслѣдствіе чего поршень *p p* подымается кверху. Въ той мѣрѣ,

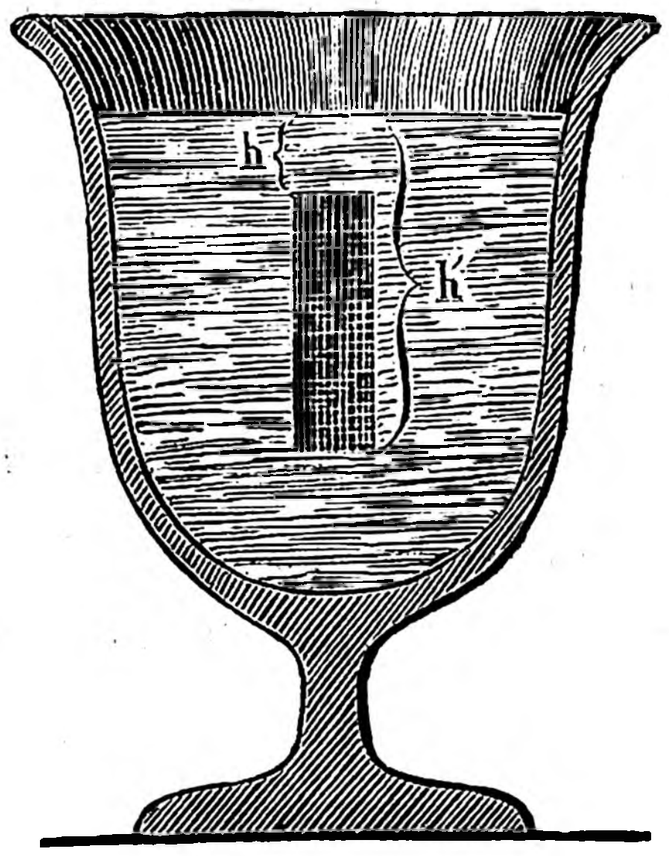
насколько нижняя поверхность нагнетательнаго поршня *pp* больше поперечнаго разрѣза поршня *s*, на столько же сила, съ помощью которой нагнетательный поршень подымается, будетъ больше силы, которая производитъ давленіе на поршень *s*. Положимъ, что поперечникъ поршня *s* равенъ 1 кв. дюйму, а діаметръ поршня *pp* равенъ 100 кв. дюймамъ: если поршень *s* нагнетать съ силою 600 Ф., на что при помощи рычага *I* (рис. 85) требуется давленіе только въ 100 Ф., то поршень *pp* будетъ подниматься съ силою 60000 Ф., и слѣдовательно съ такою же силою будетъ сдавленъ всякій предметъ, положенный между плиткою *nn* и неподвижною горизонтальною поверхностью *e*. Небольшое пространство, занимаемое гидравлическимъ прессомъ, и удобство его употребленія даютъ ему во многихъ случаяхъ преимущество передъ подъемными и винтовыми прессами.

§ 90. Если пустой сосудъ, напримѣръ стаканъ или ведро, поставимъ дномъ на воду и попытаемся погрузить его, то встрѣтимъ при этомъ чувствительное сопротивленіе. Для того, чтобы въ такомъ положеніи вдавить его въ воду, требуется извѣстная сила, съ удаленіемъ которой погруженный сосудъ тотчасъ же опять поднимется вверхъ. Ясно, что это явленіе происходитъ вслѣдствіе давленія, производимаго водою на нижнюю поверхность сосуда. Это давленіе равняется вѣсу водянаго столба, поперечникъ котораго равенъ діаметру погружаемаго тѣла, а высота составляетъ разстояніе между его погруженнымъ основаніемъ и поверхностью воды. Если, напр., основаніе ведра равно одному кв. футу, и его давятъ внизъ на глубину одного фута отъ поверхности воды, то сила сопротивленія послѣдней или давленія снизу, соотвѣтствуетъ вѣсу куб. фута воды или 61 фунту (прусск. мѣры и вѣса). Дѣйствительно, если налить въ ведро такое количество воды, то давленіе снизу уравновѣсится и уже не будетъ чувствительно, хотя присутствіе его и не устранится. Изъ этого слѣдуетъ, что всѣ погружаемыя въ воду тѣла испы-

тываютъ давленіе снизу, степень котораго обусловливается однакожъ удѣльнымъ вѣсомъ жидкости, какъ мы это увидимъ ниже.

Рис. 87 изображаетъ погруженный въ воду цилиндръ, который со всѣхъ сторонъ подвергается давленію окружающей его воды. Каждое давленіе, производимое на него съ боку, уничтожается давленіемъ, встрѣчаемымъ имъ съ противоположной стороны. На нижней его поверхности также встрѣчаются двѣ силы, дѣйствующія въ противоположномъ направленіи: Сверху давитъ тяжесть цилиндра вмѣстѣ съ тяжестью стоящаго надъ нимъ водянаго столба h. Снизу этому гнету противодѣйствуетъ давленіе, которое, согласно сказанному выше, равно вѣсу водянаго столба, имѣющаго основаніемъ діаметръ цилиндра, а высотою разстояніе его нижней плоскости отъ поверхности воды, стало быть $=h'$. Если для этого опыта взято тѣло, относительный вѣсъ котораго равенъ вѣсу воды, то сумма тяжести цилиндра и водянаго столба h, или сила, которая гнететъ цилиндръ книзу, будетъ равна вѣсу водянаго столба h', представляющаго давленіе снизу. Такимъ образомъ обѣ силы, дѣйствующія на цилиндръ, взаимно уравновѣсятся, вслѣдствіе чего цилиндръ останется въ томъ положеніи, которое мы сообщили ему, т. е. не будетъ ни подыматься, ни опускаться. Чтобы доказать, что противодѣйствіе снизу уничтожило вѣсъ погруженнаго въ воду тѣла стоитъ только подвязать цилиндръ на ниткѣ къ одному изъ концовъ коромысла вѣсовъ; потому что въ этомъ случаѣ коромысло также мало утратитъ равновѣсіе, какъ бы къ нему привязали лежащій на столѣ камень.

Рис. 87.



Что же происходитъ, когда погруженное тѣло имѣетъ больший или меньшій относительный вѣсъ, т. е. когда оно, при одинаковомъ объемѣ тяжелѣе или легче цилиндра?

Сопротивленіе, оказываемое жидкостью, во всякомъ случаѣ остается одно и то же. Но если тѣло легче, то оно не въ состояніи преодолѣть это сопротивленіе, и потому поднимается кверху; если же оно тяжелѣе, то жидкость не можетъ преодолѣть всей его тяжести, и тѣло погружается на дно или тонетъ.

§ 91. Изъ всего сказаннаго выводится слѣдующій законъ, названный архимедовымъ по имени открывателя его:

Жидкость уравновѣшиваетъ ту часть вѣса погруженнаго въ нее тѣла, которая равна вѣсу жидкости, вытѣсненной этимъ тѣломъ.

Это доказывается нѣсколькими весьма обыкновенными примѣрами: Наполненное водою ведро легко можно поднимать и двигать во всѣ стороны, пока оно остается въ водѣ, потому что послѣдняя поддерживаетъ всю его тяжесть. Когда же оно вынуто изъ воды, то для поднятія его требуется сила, соотвѣтственная всей его тяжести. Такъ точно человѣка, погруженнаго въ воду, можно двигать и поднимать однимъ пальцемъ.

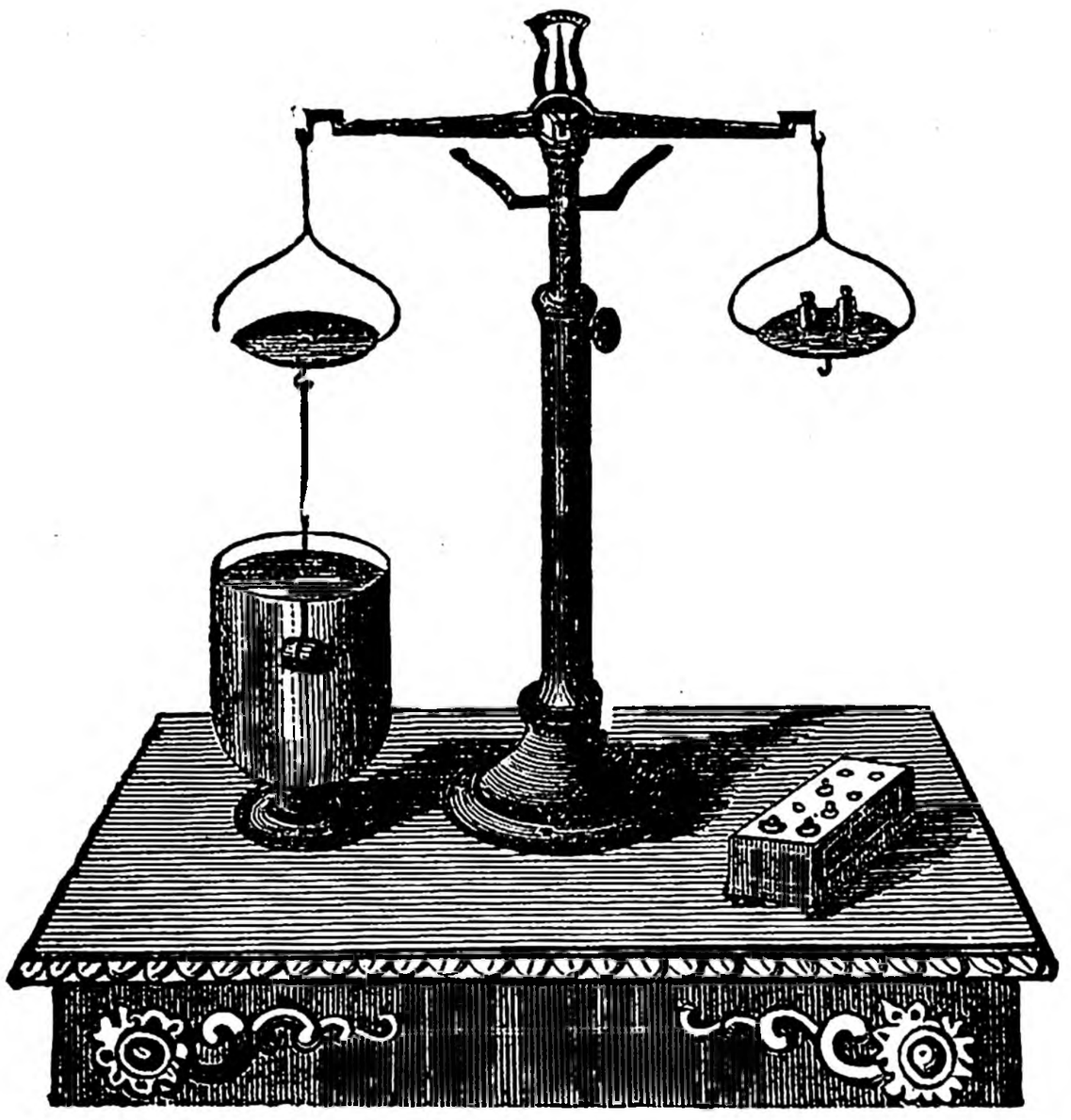
Для плавающихъ тѣлъ означенный законъ излагается слѣдующимъ образомъ:

Вѣсъ плавающаго тѣла равенъ вѣсу вытѣсняемой имъ жидкости.

§ 92. На архимедовомъ законѣ основанъ способъ точнаго опредѣленія относительнаго вѣса твердыхъ и жидкихъ тѣлъ но при этомъ нужно принять въ соображеніе, что куб. дюймъ воды (гессенской мѣры) вѣситъ одинъ лотъ.—Какое-нибудь тѣло, напр. кусокъ свинца, взвѣшиваютъ сперва, какъ обыкновенно, на воздухѣ, и находятъ, положимъ, что въ немъ вѣсу 22 лота; потомъ его взвѣшиваютъ, погрузивъ въ воду, какъ представлено на рисункѣ 88, и находятъ, что оно утрачиваетъ два лота своей тяжести. Изъ этого опыта мы узнаемъ, что 22 лота свинца

занимаютъ такое же пространство, какъ 2 лота вытѣсненной имъ воды, т. е. два куб. дюйма, или, что все равно, 11 лотовъ свинца занимаютъ такое же пространство, какъ 1 лотъ воды. Мы заключаемъ изъ этого, что свинецъ въ одиннадцать разъ плотнѣе воды.

Рис. 88.



Другой весьма простой способъ опредѣленія относительнаго вѣса тѣлъ представляетъ *ареометръ Никольсона* (рис. 89). Ареометръ этотъ состоитъ изъ мѣднаго цилиндра B, къ верхнему концу котораго придѣлана насаженная на тонкій прутъ металлическая тарелочка A, между тѣмъ какъ къ нижнему его концу привѣшена на крючкѣ ситообразная чашка C. Снарядъ устроенъ такъ, что когда цилиндръ B погруженъ въ воду, верхняя часть его выдается надъ ея поверхностью. На прутикѣ около точки O сдѣлана мѣтка. Для опредѣленія относительнаго вѣса тѣла его ставятъ на тарелку, вслѣдствіе чего ареометръ опускается; потомъ на тарелку прибавляютъ гири до тѣхъ поръ, пока ареометръ не погрузится до мѣтки. Тогда взвѣшиваемое тѣло

снимается и на его мѣсто ставятъ столько гирь, сколько нужно для того, чтобы ареометръ снова погрузился до мѣтки. Добавочныя гири опредѣляютъ дѣйствительный вѣсъ тѣла. Затѣмъ добавочныя гири снимаютъ, и взвѣшиваемое тѣло опускаютъ въ чашку C. На этотъ разъ ареометръ уже не погружается до мѣтки O, потому что тѣло, находясь въ водѣ, утрачиваетъ часть своего вѣса, соотвѣтственную вѣсу вытѣсняемой имъ воды. Затѣмъ вычисленіе относительнаго вѣса тѣла производится такимъ образомъ, какъ объяснено выше, стр. 116 и 117.

Рис. 89.

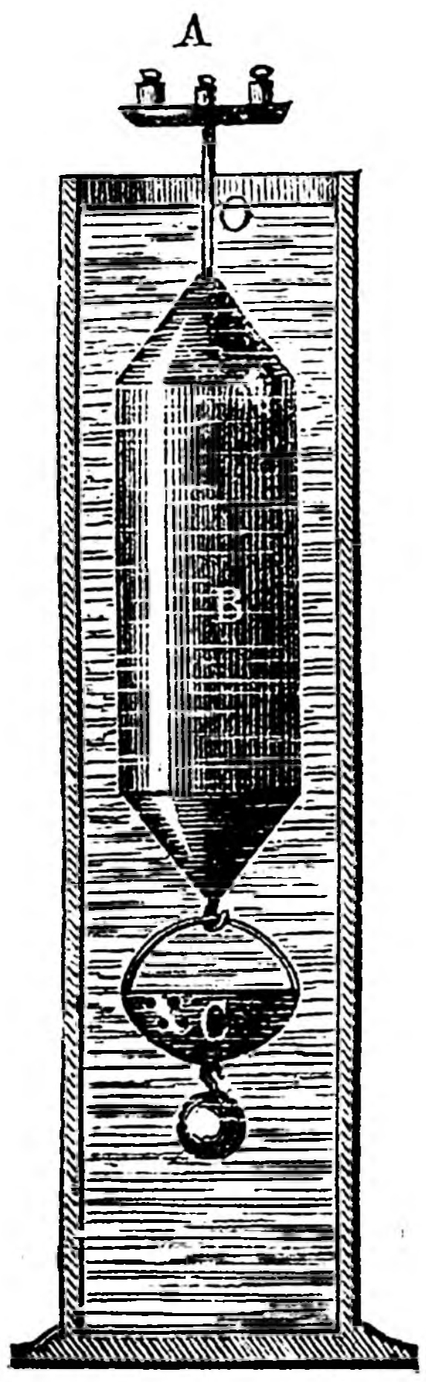


Рис. 90.



§ 93. *Ареометръ съ градусною линейкою.* Если взять стеклянную трубку въ родѣ представленной на рис. 90, центръ тяжести которой, вслѣдствіе пущеннаго въ нее небольшаго количества ртути, лежитъ такъ глубоко, что эта трубка, будучи погружена въ жидкость, плаваетъ въ отвѣсномъ положеніи, то

очевидно, что въ жидкостяхъ, обладающихъ различною степенью плотности, такой снарядъ будетъ погружаться неодинаково глубоко. Изъ приведенной на стр. 26 сравнительной таблицы мы уже знаемъ, что плотности виннаго спирта, воды и сѣрной кислоты относятся между собою какъ цифры 0,79 : 1 : 1,84. Если погрузить трубку въ воду, и она опустится, напр., до точки x, то вытѣсненная ею вода будетъ вѣсить столько же, сколько трубка; будучи опущена въ винный спиртъ, который легче воды, трубка должна вытѣснить его въ сравнительно большемъ количествѣ, слѣдовательно погрузиться глубже. Напротивъ того, она погрузится очень немного, если мы опустимъ ее въ сѣрную кислоту, потому что послѣдняя почти вдвое плотнѣе воды.

Опуская такую трубку послѣдовательно въ разныя жидкости, относительный вѣсъ которыхъ извѣстенъ, и отмѣчая всѣ точки, до которыхъ она погружается въ каждой изъ нихъ, мы получимъ градусникъ, при помощи котораго ареометръ становится весьма удобнымъ снарядомъ для быстраго сравненія плотности различныхъ жидкихъ тѣлъ. Такіе ареометры нашли обширное примѣненіе на практикѣ, и соотвѣтственно своему назначенію носятъ различныя названія (спиртометръ, лактометръ и т. д.). Слѣдуетъ замѣтить, что очень часто на градусной линейкѣ ареометра бываетъ показанъ не относительный вѣсъ, а только процентное отношеніе соотвѣтствующихъ жидкостей.

§ 94. Когда жидкости, при одинаковой высотѣ давленія, вытекаютъ изъ отверстій, находящихся въ днѣ или въ стѣнкахъ сосуда, то скорость ихъ истеченія равняется скорости движенія свободно падающаго тѣла, пущеннаго отъ поверхности жидкости до отверстія, сквозь которое она вытекаетъ. Изъ этого видно, что скорость истеченія жидкости зависитъ только отъ глубины находящагося подъ ея поверхностью отверстія, а не отъ свойства самой жидкости; вслѣдствіе того вода и ртуть, при одинаковой высотѣ давленія, истекаютъ съ одинаковою скоростью. Скорости истеченія относят-

ся какъ квадратные корни высотъ давленія. Если послѣдніе составляютъ напр. 100 или 16, то соотвѣтственныя скорости относятся какъ 10 къ 4.

Кромѣ высоты давленія, количество истекающей воды зависитъ еще отъ величины и формы отверстія. При этомъ слѣдуетъ обратить вниманіе на то совершенно своеобразное явленіе, что струя воды, вытекающая изъ отверстія тонкой стѣнки, испытываетъ замѣтное сжиманіе, вслѣдствіе котораго количество вытекающей воды уменьшается почти на одну треть въ сравненіе съ тѣмъ, которое должно было бы истечь въ равный промежутокъ времени изъ одинаковаго отверстія толстой стѣнки. Вотъ почему примѣненіе къ такимъ отверстіямъ длинныхъ трубокъ конической или цилиндрической формы значительно увеличиваетъ количество вытекающей жидкости. Струя жидкости, выходящая изъ боковаго отверстія, образуетъ кривую линію, направленіе которой опредѣляется высотою давленія и вычисляется на основаніи закона паденія. Это направленіе должно описывать параболу.

Движеніе воды, проведенной черезъ трубы, значительно замедляется треніемъ о стѣнки трубъ, особенно при поворотахъ и на излучинахъ. Треніе оказываетъ замедляющее дѣйствіе даже въ каналахъ и руслахъ рѣкъ, и потому теченіе воды бываетъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ выше ея уровень. Текучая вода, какъ извѣстно, находитъ примѣненіе во многихъ случаяхъ, какъ движущая сила.

С. Равновѣсіе и движеніе воздухообразныхъ тѣлъ.

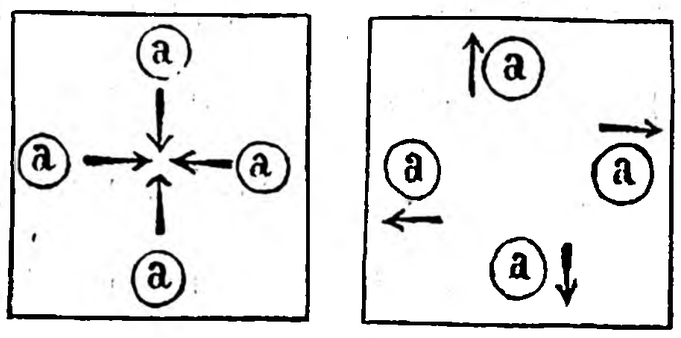
§ 95. Въ §§ 22 и 23 мы указали на тѣ свойства, которыми воздухообразныя тѣла или газы отличаются отъ жидкихъ и твердыхъ тѣлъ.

При дальнѣйшихъ объясненіяхъ мы будемъ брать для примѣра окружающій насъ воздухъ, потому что все, что можно

сказать объ общихъ его свойствахъ, примѣнимо и ко всѣмъ другимъ газамъ.

Частицы или атомы воздуха, подъ вліяніемъ теплоты, держатся на такомъ разстояніи между собою, что ихъ взаимное притяженіе кажется совершенно уничтоженнымъ. Такъ напр., четыре атома воздуха, *a a a a* (рис. 91), находящіеся въ опредѣленномъ пространствѣ, никогда не обнаруживаютъ стремленія сблизиться между собою по направленію стрѣлокъ, напротивъ того, стремятся все болѣе и болѣе удалиться другъ отъ друга, какъ показываютъ стрѣлки на рис. 92.

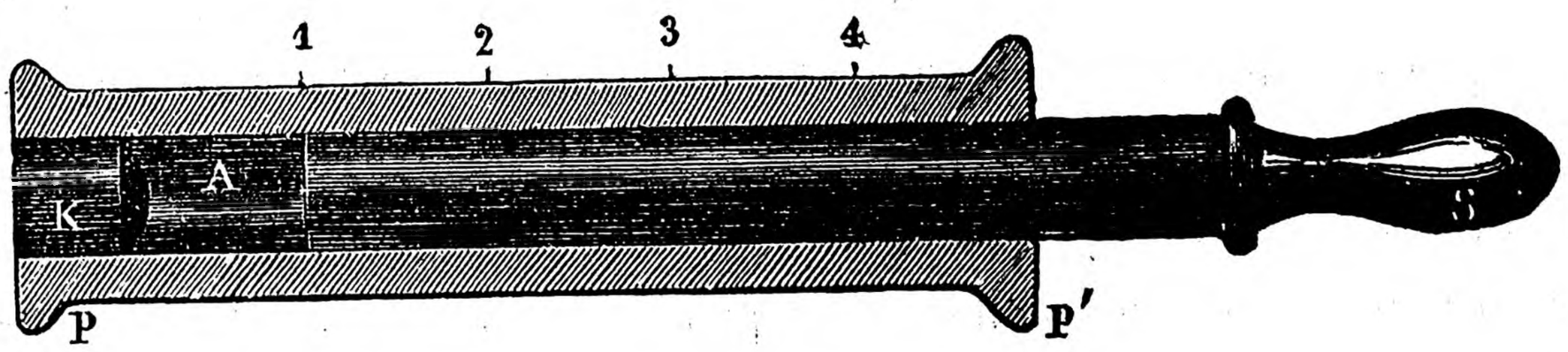
Рис. 91. Рис. 92.



Вслѣдствіе того подъ названіемъ газовъ разумѣютъ вообще такія тѣла, атомы которыхъ постоянно стремятся удаляться другъ отъ друга, и это свойство приписываютъ особой силѣ, которая называется *силою отталкиванія*.

§ 96. Эта способность газовъ расширяться извѣстна подъ названіемъ *упругости* и составляетъ ихъ существенное свойство, служащее основаніемъ весьма важныхъ выводовъ. Для объясненія этого свойства мы обратимся къ помощи простѣйшаго снаряда. Въ трубку *pp'* (рис. 93) на столько вдвигаютъ плотно прилегающій

Рис. 93.



къ ея стѣнкамъ поршень *S*, чтобы въ ней осталось пространство *A*, которое затыкаютъ пробкою *K*. Это пространство заключаетъ въ себѣ извѣстное количество атомовъ воздуха, напр. 16, которые стремятся удалиться другъ отъ друга и слѣдовательно

производятъ на окружающія ихъ стѣнки давленіе, соотвѣтствующее количеству атомовъ. Стало быть, внутренняя поверхность пространства *A* подвергается давленію 16 атомовъ.

Выдвинувъ поршень назадъ до цифры 2, мы получимъ пространство, которое будетъ вдвое больше *A*. Атомы воздуха, вслѣдствіе взаимнаго отталкиванія, тотчасъ же наполнятъ собою все это пространство и распредѣлятся въ немъ совершенно равномѣрно. Представимъ себѣ, что у точки 1 стоитъ поперечная стѣнка, отдѣляющая первоначальное пространство *A*. Очевидно, что теперь въ немъ будетъ заключаться только половинное количество атомовъ воздуха противъ прежняго, а потому и давленіе ихъ на стѣнки *A* будетъ равно уже не 16, а только 8. Если выдвинуть поршень еще далѣе, до цифры 3 или 4, то пространство увеличится втрое или вчетверо; вмѣстѣ съ тѣмъ и количество атомовъ воздуха распредѣлится такъ, что въ первоначальномъ пространствѣ *A* ихъ будетъ только 4, слѣдовательно и давленіе уменьшится вчетверо противъ прежняго.

Если же, наоборотъ, вдвигать поршень далѣе цифры 1, то пространство *A* будетъ уменьшаться, вслѣдствіе чего атомы воздуха будутъ сжиматься болѣе и болѣе. Когда, напр., пространство *A* сократится вчетверо, то и давленіе заключающагося въ немъ воздуха на уменьшенную въ четыре раза поверхность будетъ вчетверо сильнѣе. Представимъ себѣ, что четыре человѣка, стоящіе въ одинаковомъ разстояніи другъ отъ друга, напрасно напрягаютъ свои усилія, чтобы повалить стѣну. Но поставьте ихъ такъ, чтобы ихъ усилія сосредоточились только на четвертой части стѣны, которая такимъ образомъ подвергнется вчетверо сильнѣйшему давленію, чѣмъ прежде, и она скорѣе можетъ обрушится.

Точно также и въ выше приведенномъ примѣрѣ, давленіе сжимаемаго въ трубкѣ воздуха можетъ увеличиться до такой сте-

пени, что пробка уже не въ силахъ будетъ выдержать его напора и выскочитъ съ громкимъ трескомъ.

§ 97. Въ приведенномъ примѣрѣ мы показали одно и тоже количество воздуха въ различной степени расширенія или упругости. Мы видѣли какъ нельзя яснѣе, что упругость воздуха уменьшается по мѣрѣ его расширенія, а увеличивается по мѣрѣ его сжиманія.

Изъ этого выводится слѣдующій законъ, опредѣленный Маріоттомъ:

Упругость газа находится въ обратномъ отношеніи къ занимаемому имъ пространству.

Поэтому при одинаковомъ количествѣ воздуха:

пространство въ 1 $^1/_2$ $^1/_3$ $^1/_4$ $^1/_5$ $^1/_6$....$^1/_{100}$ и т. д., требуетъ
упругости » 1 2 3 4 5 6 ....100 и т. д.

Слѣдовательно, если при помощи надлежащаго снаряда сжать воздухъ въ небольшомъ пространствѣ, то упругость его увеличится до такой степени, что сила его дѣйствія приведетъ насъ въ удивленіе, какъ напримѣръ въ примѣненіи его къ такъ называемому *духовому ружью*.

§ 98. Подъ вліяніемъ свойственнаго воздуху стремленія къ разъединенію своихъ частицъ, онъ могъ бы разсѣяться по всему безконечному міровому пространству, если бы этому не противодѣйствовало притяженіе земли. Вотъ почему земной шаръ покрытъ равномѣрнымъ слоемъ воздуха, какъ оболочкою, которая называется *атмосферою* и имѣетъ въ вышину отъ 10 до 12 географическихъ миль.

Дальнѣйшее слѣдствіе притяженія заключается въ томъ, что воздухъ производитъ давленіе на всякую поверхность. Это давленіе можетъ быть измѣряемо, или иначе сказать, тяжесть воздуха всегда можетъ быть опредѣлена. Для этого берутъ пустой стеклянный шаръ (рис. 94), и, наполнивъ его воздухомъ, взвѣши-

ваютъ какъ можно точнѣе. Потомъ изъ него выкачиваютъ воздухъ воздушнымъ насосомъ и шаръ взвѣшиваютъ снова. Разница въ вѣсѣ показываетъ тяжесть находившагося въ шарѣ воздуха. Такимъ образомъ найдено, что плотность воздуха въ 770 разъ меньше плотности воды. Положимъ, что въ шарѣ заключался одинъ лотъ воздуха; наполнивъ его водою, мы увидимъ, что въ немъ помѣщается 770 лотовъ воды. Слѣдовательно, 770 куб. лотовъ воздуха вѣсятъ столько же, сколько одинъ куб. лотъ воды.

§ 99. Кромѣ воздуха, который образуетъ нашу атмосферу, намъ извѣстны многія другія воздухообразныя тѣла, обладающія различною степенью плотности. Такъ напр. водородный газъ имѣетъ въ 14 разъ меньшую плотность, нежели воздухъ; освѣтительный газъ обладаетъ вдвое меньшею плотностью, чѣмъ воздухъ. Напротивъ того, хлористый и углекислый газъ плотнѣе воздуха, первый въ $2^1/_2$ раза, послѣдній въ $1^1/_2$ раза.

О примѣненіи наименѣе плотныхъ газовъ къ воздухоплаванію мы будемъ говорить въ послѣдствіи.

Рис. 94.

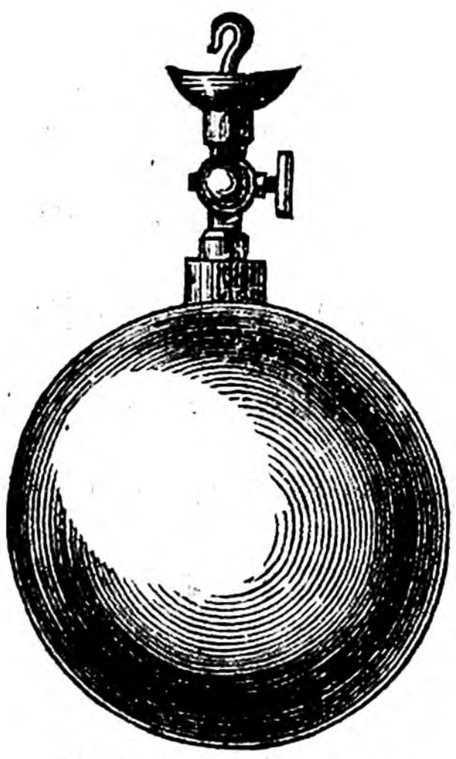
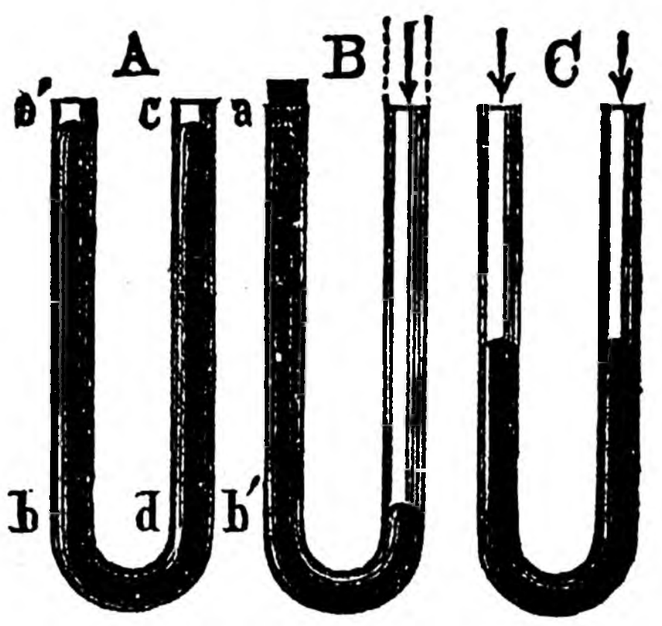


Рис. 95.



§ 100. Давленіе воздуха можетъ быть доказано и опредѣлено и безъ помощи взвѣшиванія. Возьмемъ двухколѣнную стеклянную трубку A, наполненную до краевъ ртутью (рис. 95). Согласно сказанному въ § 86, поверхность ртути въ обѣихъ

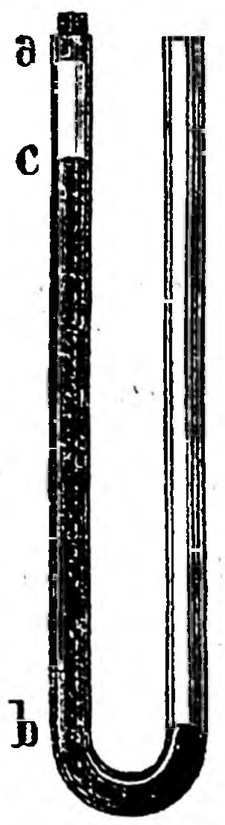
половинкахъ трубки должна быть одинакова, т. е. столбы ртути $a'b$ и $c\,d$ должны быть равны и находиться въ равновѣсіи.

Заткнемъ отверстіе a' пробкою и удалимъ изъ трубки часть ртути. Тогда къ удивленію нашему ртуть въ обоихъ колѣнахъ трубки представитъ неодинаковыя поверхности, какъ показано въ трубкѣ B. Что же удерживаетъ столбъ ртути ab' въ равновѣсіи? Разумѣется ничто больше какъ столбъ воздуха, который простирается отъ поверхности ртути вдоль трубки до предѣловъ атмосферы.

Но если опять откроемъ отверстіе a', то ртуть мгновенно упадетъ и приметъ положеніе, показанное въ трубкѣ C, въ обѣихъ половинкахъ которой поверхность ртути одинакова. Чѣмъ объяснить такое явленіе? Тѣмъ, что съ удаленіемъ пробки воздухъ одинаково дѣйствуетъ на оба отверстія трубки, и такимъ образомъ возстанавливаетъ равновѣсіе.

§101. Этотъ же опытъ даетъ нѣсколько иной результатъ, если мы возьмемъ трубку значительной длины, наприм. такую, оба колѣна которой будутъ имѣть 36 д. въ вышину. Наполнивъ одно колѣно трубки ртутью и заткнувъ конецъ его пробкою, мы увидимъ, что столбъ ртути нѣсколько опустится, напр. до точки c, какъ на рис. 96. Измѣривъ высоту ртутнаго столба отъ c до b, мы найдемъ, что она составляетъ 28 париж. дюймовъ или 760 миллиметровъ.

Рис. 96.



§ 102. Изъ этого самымъ очевиднымъ образомъ слѣдуетъ, что воздухъ можетъ удерживать въ равновѣсіи только опредѣленной высоты столбъ ртути.

Предположивъ, что внутренній діаметръ трубки представляетъ поверхность въ одинъ квадр. париж. дюймъ, мы получимъ слѣдующія взаимно уравновѣшивающіяся давленія: съ одной стороны ртутный столбъ въ 1 д. толщины и 28 д. длины, стало быть состоящій изъ 28 куб. д. ртути; а съ другой воздушный столбъ,

толщиною также въ 1 д., но высота котораго равняется толщинѣ атмосфернаго слоя.

Такой ртутный столбъ вѣситъ 7439 граммовъ или 14⁴/₅ фунтовъ; слѣдовательно и столбъ воздуха, имѣющій одинъ дюймъ въ поперечникѣ, въ длину же высоту атмосферы, будетъ вѣсить также 14⁴/₅ фунтовъ. Но такъ какъ воздухъ окружаетъ нашу землю и всѣ находящіеся на ней предметы и притомъ давленіе его, подобно давленію воды (§ 88), распространяется по всѣмъ направленіямъ, то каждый парижскій дюймъ поверхности какого нибудь тѣла, находящагося въ воздухѣ, долженъ испытывать одинаковое и постоянное давленіе въ 14⁴/₅ фунтовъ.

Если, напр., поверхность стола составляетъ 1 кв. метръ= 1378 кв. дюймамъ, то она должна выдерживать давленіе воздуха въ $1378 \times 14{,}8 = 20394$ фунтовъ.

Такъ какъ поверхность тѣла взрослаго человѣка, равняется почти одному квадратному метру, то давленіе воздуха, постоянно испытываемое человѣческимъ тѣломъ, представляетъ огромную тяжесть въ около 20000 фунтовъ.

Однако мы не чувствуемъ этого давленія, во-первыхъ потому, что оно, дѣйствуя со всѣхъ сторонъ одинаково, взаимно уничтожается; во-вторыхъ потому, что упругость находящагося внутри нашего тѣла воздуха поддерживаетъ равновѣсіе внѣшняго воздуха. Если бы представилась возможность внезапно устранить съ одной стороны давленіе воздуха на человѣка, то онъ въ то же мгновеніе получилъ бы съ другой стороны толчекъ съ силою 10000 фунтовъ, котораго не состояніи выдержать никакое человѣческое усиліе.

§ 103. Простѣйшій инструментъ, придуманный для измѣренія давленія воздуха, называется *барометромъ* (рис. 97 и 98). Онъ состоитъ изъ тонкой стеклянной трубки длиною отъ 36 до 40 дюймовъ, одинъ конецъ которой наглухо запаянъ. Трубку эту до верху наполняютъ ртутью и погружаютъ от-

крытымъ концомъ въ наполненный ртутью сосудъ *n*, предварительно запирая его пальцемъ (рис. 97). Ртуть въ трубкѣ немедленно опускается до извѣстной точки, которая находится

Рис. 97.

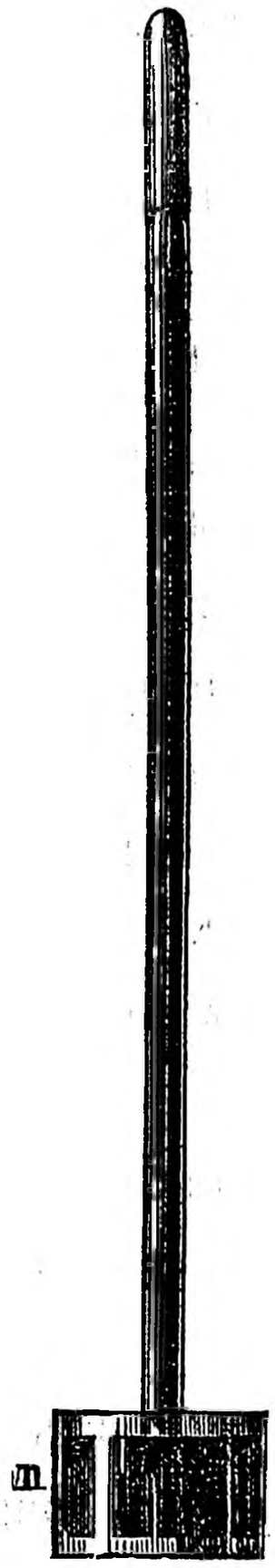
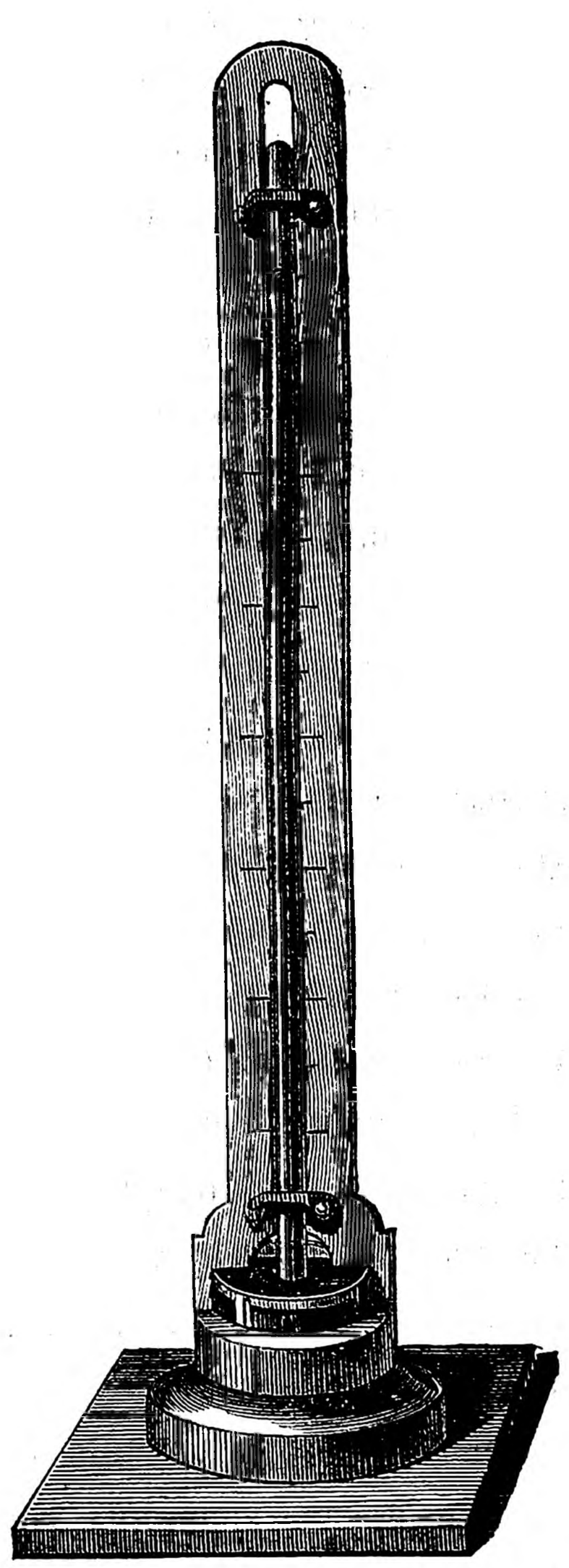


Рис. 98.



въ разстояніи 28 дюймовъ или 76 сантиметровъ отъ поверхности ртути, содержащейся въ сосудѣ. Это разстояніе называется *барометрическою высотою*. Очевидно, что и здѣсь ртут-

ный столбъ поддерживается въ равновѣсіи давленіемъ воздуха на открытую поверхность ртути въ сосудѣ *n*.

Спрашивается, что же такое находится въ трубкѣ надъ поверхностью ртутнаго столба, послѣ того, какъ онъ опустится? Рѣшительно ничего, кромѣ *пустаго* пространства, которое называется *торричелевою пустотою*, по имени физика, впервые доказавшаго возможность существованія пустаго пространства.

Трубка хорошаго барометра не должна быть слишкомъ узка; всего лучше, если ея діаметръ не превышаетъ 3 или 4 линій. Какъ стекло, такъ и ртуть должны отличаться чрезвычайною чистотою, и *пустое* пространство ни въ какомъ случаѣ не должно заключать въ себѣ воздуха, потому что иначе послѣдній, вслѣдствіе своей упругости, нарушилъ бы правильность атмосфернаго давленія, оказывая ему нѣкоторое сопротивленіе. Для того, чтобы совершенно удалить воздухъ изъ трубки, передъ наполненіемъ ея ртуть нагрѣвается до кипяченія.

§ 104. Изъ наблюденій видно, что ртуть, находящаяся въ трубкѣ барометра, не всегда и не во всякомъ мѣстѣ стоитъ на одинаковой высотѣ, и что, слѣдовательно, давленіе атмосферы на ея поверхность не вездѣ и не всегда одинаково.

Эти перемѣны состоянія барометра называются *повышеніемъ* и *пониженіемъ* барометра.

Если, напр., на берегу моря барометръ стоялъ на высотѣ 28 дюймовъ, то будучи перенесенъ на вершину горы, онъ покажетъ въ трубкѣ уже меньшую высоту. Онъ будетъ падать тѣмъ болѣе, чѣмъ выше мѣстность, на которой мы наблюдаемъ за его дѣйствіемъ.

Причину этого явленія объяснить не трудно. Очевидно, что разстояніе отъ вершины горы до предѣловъ атмосферы менѣе значительно, нежели отъ морскаго берега. Слѣдовательно столбъ воздуха, дѣйствующій на барометръ на извѣстной высотѣ, долженъ быть на столько короче, на сколько отстоитъ эта высота

отъ поверхности морскаго берега, а потому и давленіе его должно быть меньше въ соотвѣтствующей степени.

Поэтому барометръ представляетъ собою инструментъ, чрезвычайно важный для сравнительнаго опредѣленія высотъ, и съ тѣхъ поръ какъ ему дали такое устройство, при которомъ его удобно употреблять въ путешествіяхъ, онъ сдѣлался необходимѣйшимъ спутникомъ естествоиспытателей, поднимающихся на вершины Альповъ, Кордильеровъ и другихъ возвышенныхъ мѣстъ земли.

§ 105. Кромѣ высоты мѣстности, на состояніе барометра имѣютъ вліяніе также другія причины, которыя часто производятъ въ немъ внезапныя перемѣны. Сильныя бури, землетрясенія и грозы, сопровождаемыя значительнымъ нарушеніемъ равновѣсія атмосферы, обыкновенно предвѣщаются чувствительнымъ паденіемъ ртути въ барометрѣ.

Если въ атмосферѣ скопляется много влаги въ видѣ паровъ, что происходитъ въ ясную и теплую погоду, то давленіе воздуха увеличивается упругостью водяныхъ паровъ, вслѣдствіе чего барометръ въ такихъ случаяхъ стоитъ всегда очень высоко. Когда же эти пары, съ охлажденіемъ воздуха, утрачиваютъ свою упругость, то давленіе воздуха уменьшается и барометръ падаетъ. Тогда сгущенные водяные пары представляются намъ въ видѣ облаковъ и тучъ, которыя разрѣшаются дождемъ или снѣгомъ, смотря по состоянію температуры въ верхнихъ слояхъ.

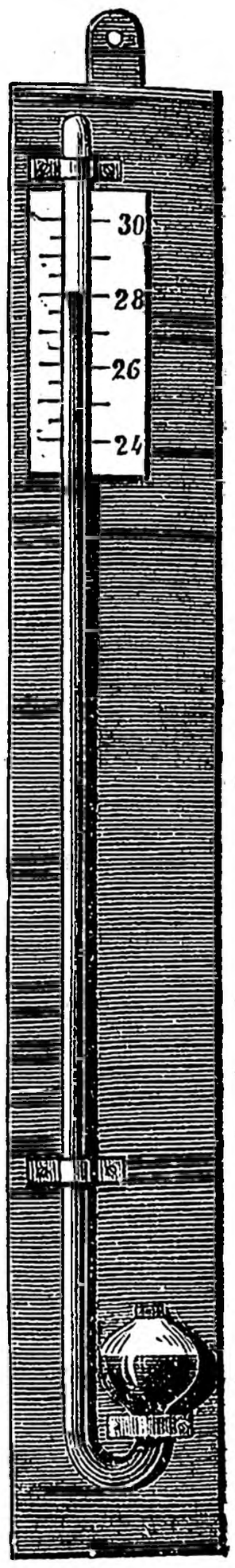
Такъ какъ барометръ предвѣщаетъ такія перемѣны прежде, нежели небо покроется тучами и изъ послѣднихъ польется дождь, то онъ вошелъ во всеобщее употребленіе въ качествѣ предсказателя погоды. Для этой цѣли ему сообщаютъ обыкновенно форму, показанную на рис. 99. Высота барометра считается въ такомъ случаѣ отъ поверхности ртути въ грушевидномъ колѣнцѣ его трубки.

§ 106. Атмосферный воздухъ не на всякой высотѣ обладаетъ одинаковою плотностью. Наибольшую плотность онъ имѣетъ около поверхности земли, потому что здѣсь онъ нахо-

дится подъ вліяніемъ верхнихъ слоевъ, которые производятъ на него давленіе.

По этой причинѣ на вершинахъ горъ замѣтно уже значительное уменьшеніе плотности воздуха. Если бутылку, наполненную воздухомъ и плотно закупоренную пробкою, поднять на чрезвычайную высоту, то пробка не выдержитъ напора запертаго въ бутылкѣ воздуха и выскочитъ. Сердце гонитъ кровь съ извѣстною силою въ чрезвычайно тонкія и нѣжныя артеріи наружныхъ покрововъ нашего тѣла, которыя выдерживаютъ ея напоръ при обыкновенномъ давленіи воздуха. Но на высотѣ отъ 24000 до 26000 футовъ, гдѣ давленіе воздуха на поверхность нашего тѣла значнтельно уменьшается, эти кровяные сосуды разрываются, и изъ нихъ сочится кровь. На такой высотѣ плотность воздуха становится недостаточною и для дыханія.

Рис. 99.

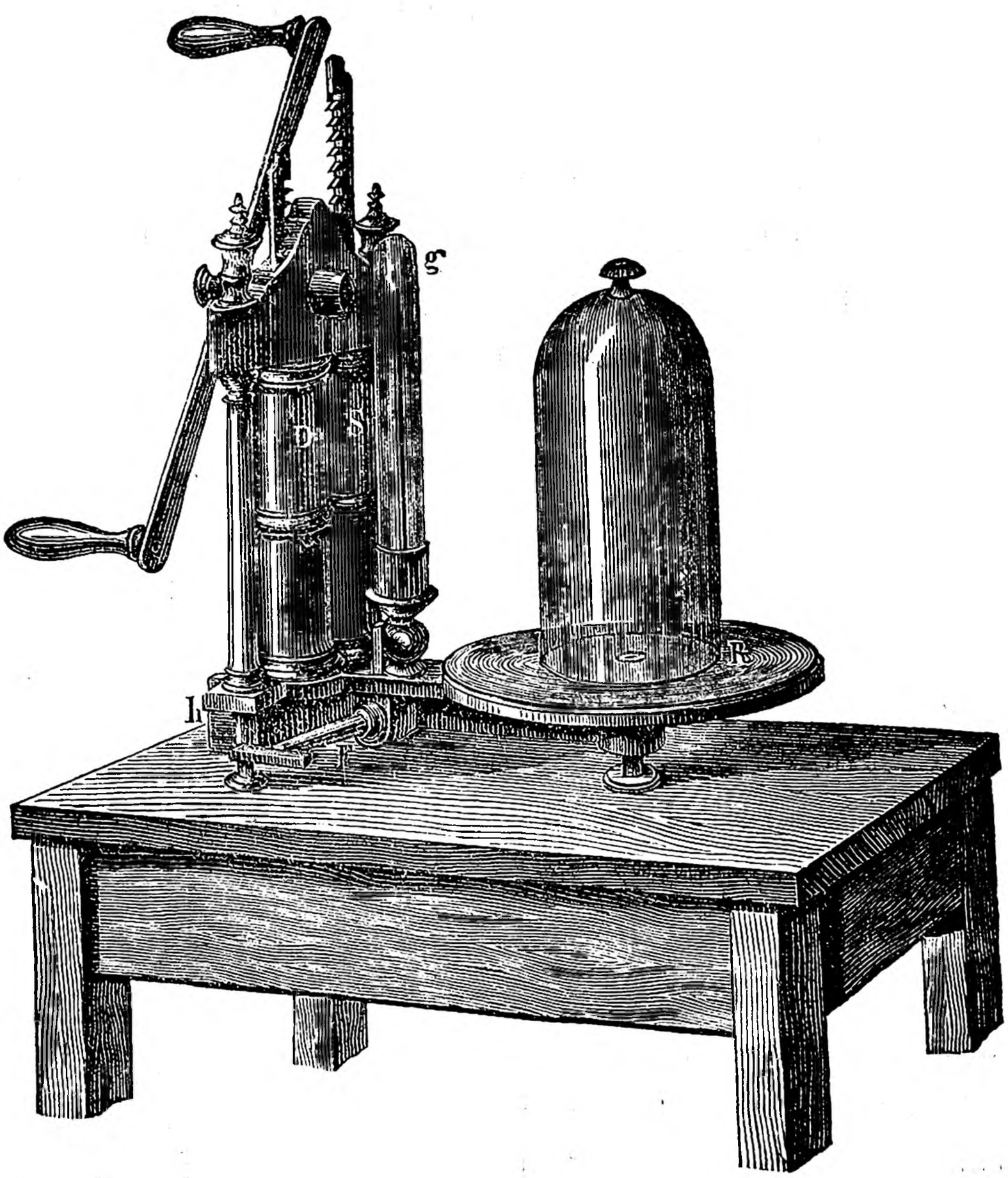


§ 107. Упругость или расширяемость воздуха даетъ намъ возможность разрѣжать его въ замкнутомъ пространствѣ до такой степени, что это пространство можно считать почти пустымъ. Снарядъ, при помощи котораго воздухъ разрѣжается, называется *воздушнымъ насосомъ*.

Для объясненія устройства воздушнаго насоса мы должны возвратиться къ простому снаряду, о которомъ уже говорили прежде (рис. 93). Мы видѣли, что воздухъ, заключенный въ пространствѣ A, расширяется вдвое, втрое и вчетверо, что онъ въ такой же степени становится рѣже, какъ скоро поршень S выдвигается изъ трубки до цифръ 2, 3 или 4. Представимъ себѣ теперь какой нибудь пріемникъ, наполненный воздухомъ и соединенный трубкою съ пространствомъ A. Оче-

видно, что разрѣженіе воздуха, производимое выдвиганіемъ поршня *S*, распространится и на пріемникъ, воздухъ котораго неизбѣжно приметъ участіе въ этомъ разрѣженіи. Снова вдвинувъ поршень, мы сообщимъ находящемуся въ пріемникѣ воздуху первоначальную степень плотности. Чтобы поддержать разрѣженіе воздуха, необходимо преградить ему возвратный путь въ пріемникъ. Это достигается слѣдующимъ образомъ:

Рис. 100.

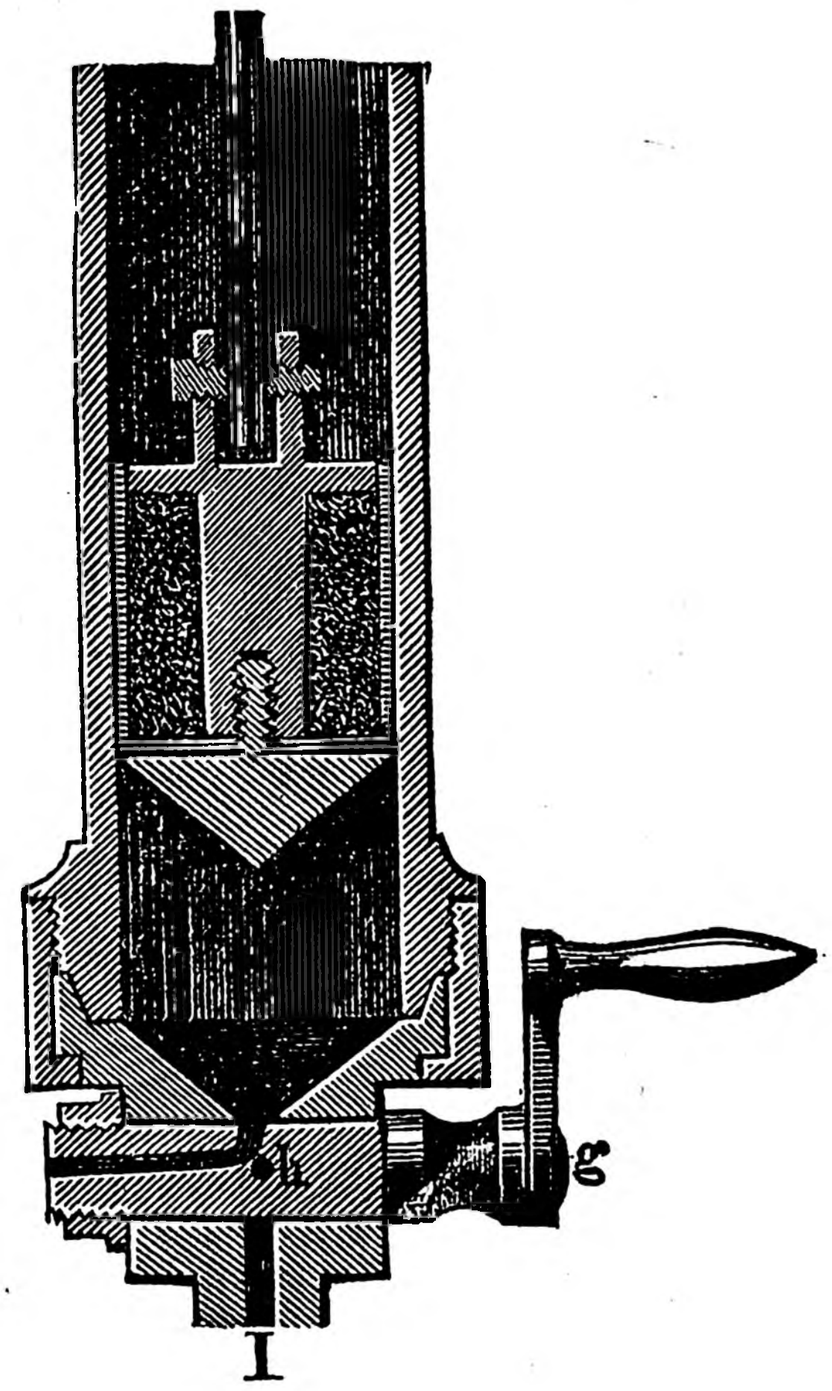


Рисунокъ 100 изображаетъ *воздушный насосъ*. Передъ нами стеклянный колоколъ, поставленный на металлической та-

релкѣ R; края его предварительно смазаны саломъ для того, чтобы они плотнѣе приставали къ поверхности тарелки. По срединѣ послѣдней находится отверстіе, въ которое проходитъ открытая трубка, посредствомъ которой колоколъ сообщается съ цилиндрами D и S, снабженными поршнями. Эти поршни дѣйствуютъ поперемѣнно, при помощи клапановъ, которые то открываются, то закрываются, подъ вліяніемъ давленія, производимаго на нихъ вытягиваемымъ воздухомъ.

На рис. 101 мы видимъ продольный разрѣзъ цилиндра или *поршневой трубки*, примѣняемой къ воздушному насосу съ кранами. Кранъ g снабженъ двумя отверстіями, изъ которыхъ одно ведетъ вбокъ къ внѣшнему воздуху, а другое внизъ. Когда поршень опускается, то находящійся подъ нимъ воздухъ вытѣсняется чрезъ боковой каналъ. Когда же кранъ, повернутый на четверть оборота, принимаетъ такое положеніе, что отверстіе h приходится противъ поршневой трубки и закрывается нижнимъ концомъ поршня, то сообщеніе съ боковымъ каналомъ прекращается, но за то возстанавливается соединеніе съ каналомъ I, который ведетъ къ колоколу. Съ поднятіемъ поршня воздухъ проникаетъ въ цилиндръ, вслѣдствіе чего происходитъ соотвѣтственное уменьшеніе его плотности въ колоколѣ, иначе сказать: воздухъ разрѣжается. Прежде чѣмъ снова опустить поршень, кранъ приводятъ въ прежнее положеніе, вслѣдствіе чего вытѣсняемый воздухъ удаляется чрезъ боковое отверстіе. По мѣрѣ повторенія этого про-

Рис 101.



цесса, воздухъ въ колоколѣ становится рѣже. Степень этого разрѣженія обозначается барометрическою трубкою g (рис. 100).

Воздушные насосы устраиваются различнымъ образомъ, смотря по тому, для какой цѣли они предназначены. Они бываютъ разной величины, съ одною или двумя поршневыми трубками, которыя снабжены или кранами, или клапанами, и состоять изъ мѣдныхъ или стеклянныхъ цилиндровъ. Изображенный на рис. 100 снарядъ представляетъ воздушный насосъ съ клапанами при двухъ поршневыхъ трубкахъ. Воздушный насосъ долженъ быть устроенъ самымъ тщательнымъ образомъ, и требуетъ осторожнаго обхожденія и знанія необходимыхъ пріемовъ. Въ опытныхъ рукахъ онъ является однимъ изъ важнѣйшихъ физическихъ снарядовъ, потому что даетъ возможность произвести цѣлый рядъ весьма любопытныхъ и поучительныхъ опытовъ, которые тѣмъ поразительнѣе, что они насъ самымъ неопровержимымъ образомъ убѣждаютъ въ существованіи и повсемѣстномъ вліяніи невидимой для глаза матеріи, называемой воздухомъ. Чрезвычайное давленіе воздуха внезапно обнаружится въ видѣ непостижимой силы, каждый разъ, когда воздушный насосъ нарушитъ его обычное равновѣсіе, дѣлающее незамѣтнымъ присутствіе этой удивительной силы.

§ 108. Изъ множества замѣчательныхъ опытовъ, которые могутъ быть произведены при помощи воздушнаго насоса, особеннаго вниманія заслуживаетъ слѣдующій опытъ, пользующійся историческою извѣстностью:

Магдебургскій уроженецъ Отто фонъ Герике, изобрѣтатель воздушнаго насоса, изготовилъ снарядъ, состоявшій изъ двухъ пустыхъ мѣдныхъ полушарій, которыя могли складываться вмѣстѣ. Края ихъ были слегка смазаны саломъ и когда ихъ плотно соединили между собою, начали вытягивать изъ шара воздухъ. Обѣ половинки шара, которыя прежде разъединялись сами собою, вслѣдствіе внѣшняго давленія воздуха такъ плотно пристали одна

къ другой, что соединенныя силы нѣсколькихъ лошадей не могли опять разъединить ихъ.

Этотъ удачный опытъ надъ давленіемъ воздуха былъ произведенъ въ 1650 году на имперскомъ сеймѣ въ Регенсбургѣ, въ присутствіи германскаго императора Фердинанда III и множества владѣтельныхъ особъ и вельможъ, и привелъ въ удивленіе всѣхъ зрителей.

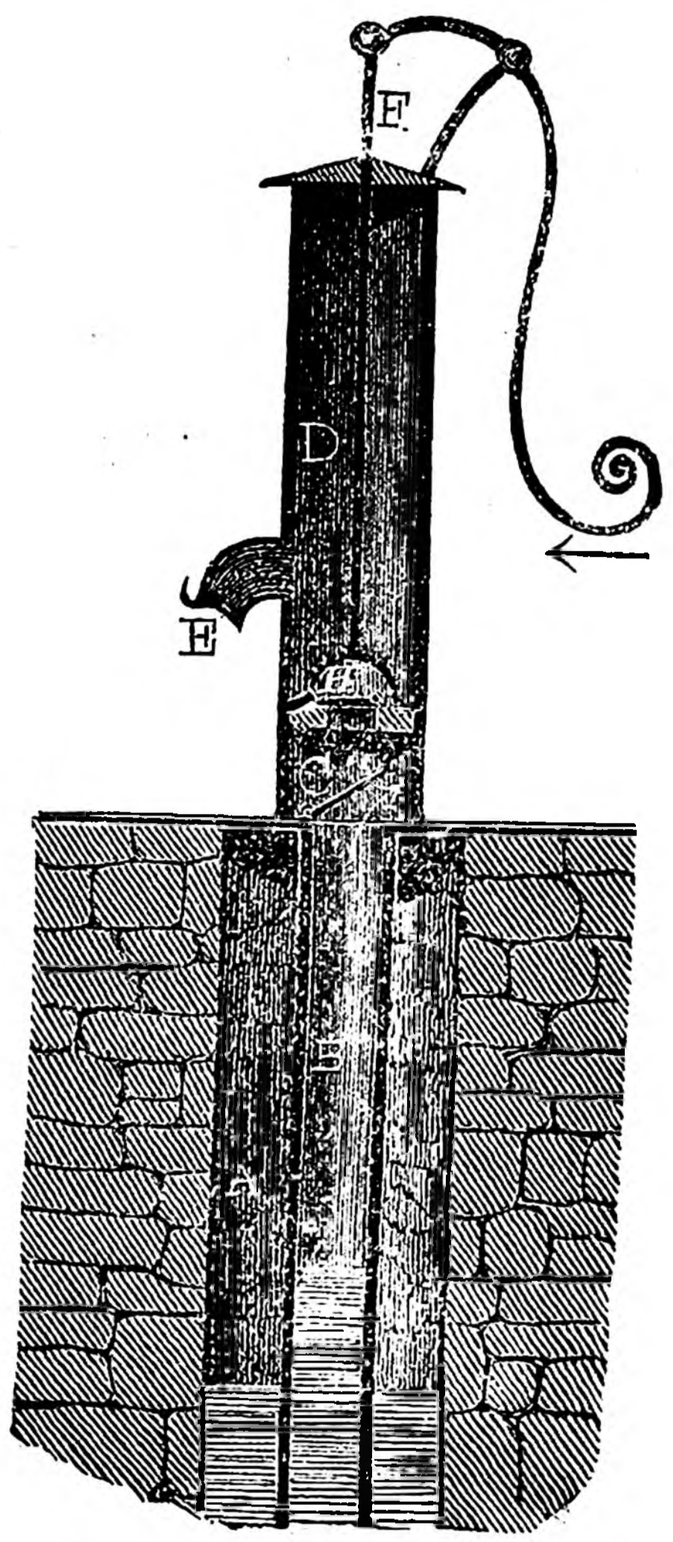
При помощи воздушнаго насоса можно доказать: тяжесть воздуха; давленіе воздуха, какъ въ отношеніи къ барометру, такъ и въ отношеніи къ стеклянным плиткамъ или пузырькамъ, которые лопаются подъ вліяніемъ его давленія; съ помощью воздушнаго насоса можно также доказать, что въ безвоздушномъ пространствѣ всѣ тѣла падаютъ съ одинаковою скоростью; что въ безвоздушномъ пространствѣ прекращается животная жизнь, пріостанавливается горѣніе тѣлъ и теряется звукъ; наконецъ, что жидкости испаряются тѣмъ скорѣе и начинаютъ кипѣть при тѣмъ нисшей температурѣ, чѣмъ слабѣе давленіе, производимое на нихъ воздухомъ.

§. 109. На давленіи воздуха и безвоздушномъ пространствѣ, производимомъ вслѣдствіе его разрѣженія, основаны многія явленія, какъ напримѣръ процессъ *дыханія* и *всасыванія*, равно многіе важные снаряды и инструменты, въ родѣ *всасывающаго насоса* и *пожарной трубы*.

Процессъ дыханія совершается съ помощью особыхъ грудныхъ мышцъ, которыя, расширяя грудную полость, разрѣжаютъ находящійся въ ней воздухъ и такимъ образомъ открываютъ доступъ къ ней атмосферному воздуху. Это называется *вдыханіемъ*. При сжатіи воздуха въ грудной полости, вслѣдствіе сокращенія грудныхъ мышцъ, онъ вытѣспяется, и это называется *выдыханіемъ*.

Возьмите стеклянную или глиняную трубку или просто соломенку, опустите ее однимъ концемъ въ воду, и взявъ другой конецъ въ ротъ, вытяните изъ нея воздухъ: тогда вода, подъ влія-

Рис. 102.



ніемъ давленія атмосфернаго воздуха, подымется вдоль внутреннихъ стѣнокъ трубки или соломенки.

§ 110. Снарядъ, при помощи котораго производится всасываніе жидкости или воздуха, называется *всасывающимъ насосомъ* (рис. 102). Онъ состоитъ изъ пустаго цилиндра *D* съ желобомъ *E*, чрезъ который выпускается вода, подымающаяся въ *всасывающей трубкѣ B*, которая опускается въ колодезь, называемый *пріемникомъ* или *водохранилищемъ*. Трубка эта снабжена сверху клапаномъ *C*. Въ цилиндрѣ при помощи ручки, утвержденной на стержнѣ *F*, движется вверхъ и внизъ поршень, имѣющій по срединѣ отверстіе, которое закрывается клапаномъ *H*.

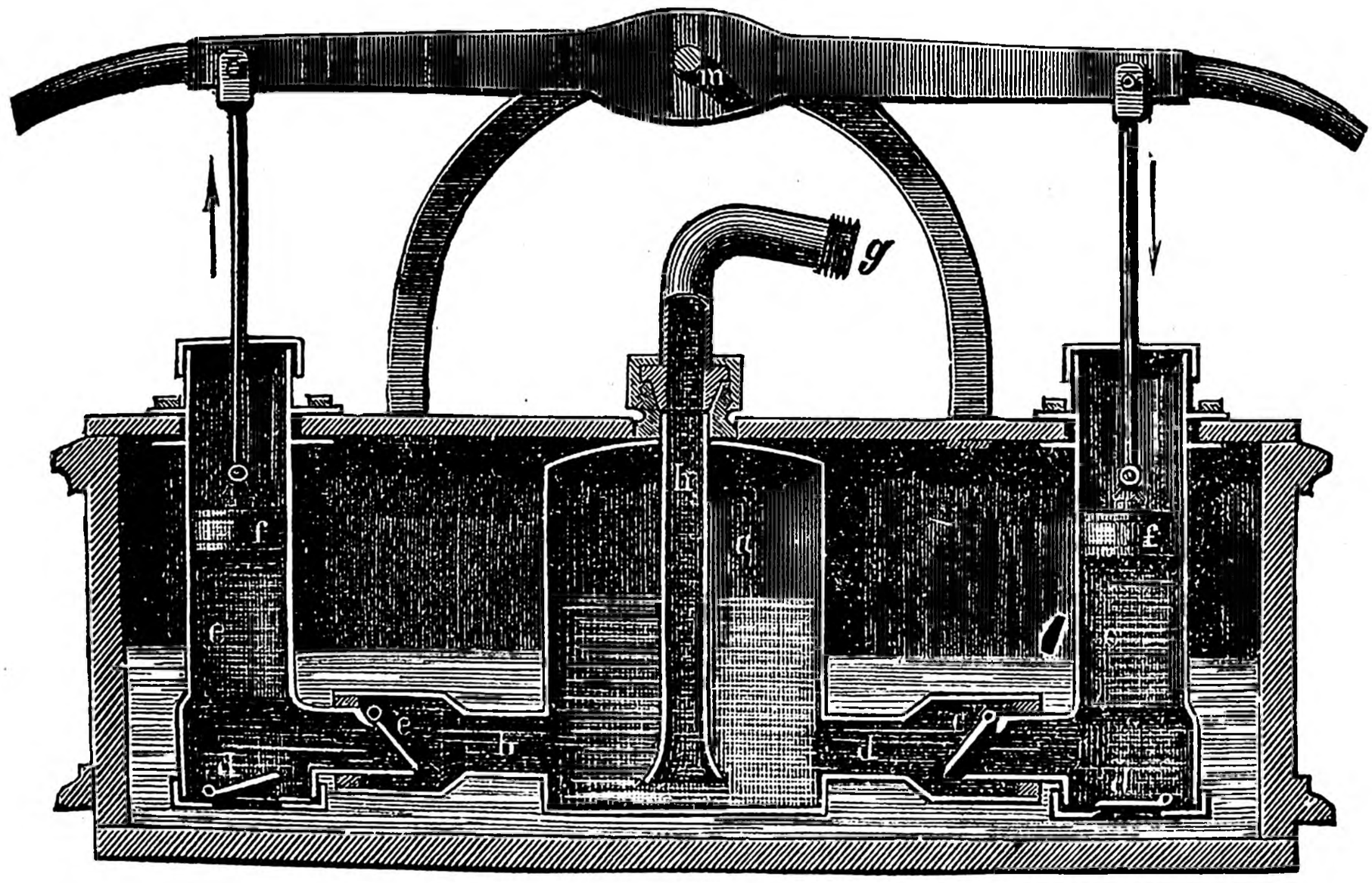
Когда стержень подымается, то находящійся подъ нимъ воздухъ разрѣжается и вслѣдствіе того клапанъ поршня *H* закрывается подъ преобладающимъ давленіемъ внѣшняго воздуха, между тѣмъ какъ клапанъ *C* открывается отъ напора воды снизу и слѣдовательно пропускаетъ воду, которая подымается по всасывающей трубкѣ въ цилиндръ и занимаетъ въ немъ пространство, оставляемое разрѣженіемъ находящагося тамъ воздуха. Когда же поршень опустится, то клапанъ *C* закроется; остающаяся надъ нимъ вода подыметъ клапанъ *H* и чрезъ него проникнетъ въ цилиндръ до желоба, чрезъ который изливается.

§ 111. Слѣдуетъ замѣтить, что съ помощью такого насоса вода можетъ быть подымаема лишь до извѣстной высоты, и именно потому, что давленіе воздуха не въ силахъ поднять воду выше 30 футовъ надъ ея уровнемъ. Изъ § 102 намъ

уже извѣстно, что этого давленія достаточно, чтобы уравновѣсить столбъ ртути въ 28 парижскихъ дюймовъ. Но такъ какъ плотность воды въ 13 разъ менѣе плотности ртути, то надобно имѣть столбъ воды вышиною въ 13×28 дюймовъ, чтобы уравновѣсить давленіе ртутнаго столба въ 28 дюймовъ или одной *атмосферы*. Такимъ образомъ, $13 \times 28 = 364$ дюймовъ, что составляетъ около 30 парижскихъ футовъ.

Слѣдовательно, нижній клапанъ долженъ находиться никакъ не выше 28 футовъ отъ поверхности воды. Вода конечно можетъ быть еще нѣсколько поднята въ самомъ цилиндрѣ, но только въ незначительной степени, потому что въ противномъ случаѣ слишкомъ трудно будетъ дѣйствовать насосомъ. Поэтому для выкачиванія воды изъ значительной глубины или для поднятія ея на большую высоту прибѣгаютъ къ помощи особаго устройства *нагнетательныхъ насосовъ*.

Рис. 103.



§ 112. *Пожарная труба*, представленная на рис. 103, обязана своимъ спасительнымъ дѣйствіемъ увеличенной упругости сжатаго воздуха. Составныя части снаряда помѣщаются

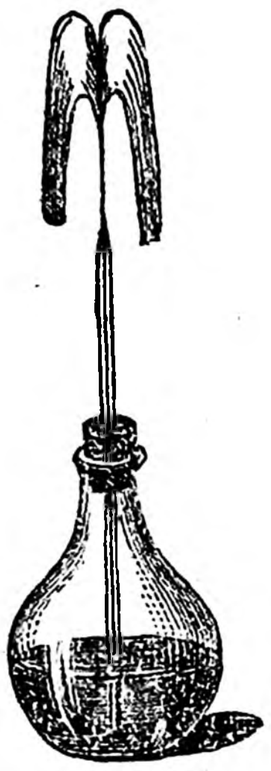
въ закрытомъ ящикѣ, по срединѣ котораго находится *пріемникъ* a, соединенный черезъ трубку h съ собственно такъ называемою пожарною трубою. На концѣ трубки устроенъ кранъ g. Ящикъ долженъ быть постоянно наполненъ водою. При помощи двухъ насосовъ *ее* вода накачивается въ пріемникъ, а такъ какъ послѣдній со всѣхъ сторонъ замкнутъ, то запертый въ немъ воздухъ все болѣе и болѣе сжимается, такъ что когда открываютъ кранъ, вода устремляется изъ него съ силою, соотвѣтственною давленію сжатаго въ пріемникѣ воздуха. Непрерывное дѣйствіе насосовъ поддерживаетъ постоянную струю воды, которая выбрасывается на значительное разстояніе.

О способѣ дѣйствія пожарной трубы легко составить себѣ понятіе, если взять обыкновенную аптекарскую стклянку (рис. 104), наполнить ее до половины водою, заткнуть отверстіе ея пробкою и пропустить чрезъ нее, до дна сосуда, узенькую стеклянную трубочку. Если потомъ усиленно дуть въ нее въ теченіе нѣсколькихъ секундъ, то воздухъ въ стклянкѣ сгустится до такой степени, что онъ въ свою очередь произведетъ давленіе на поверхность воды и вытѣснитъ ее въ трубку, изъ которой она тотчасъ же польется въ видѣ струи, какъ скоро откроется ея наружное отверстіе.

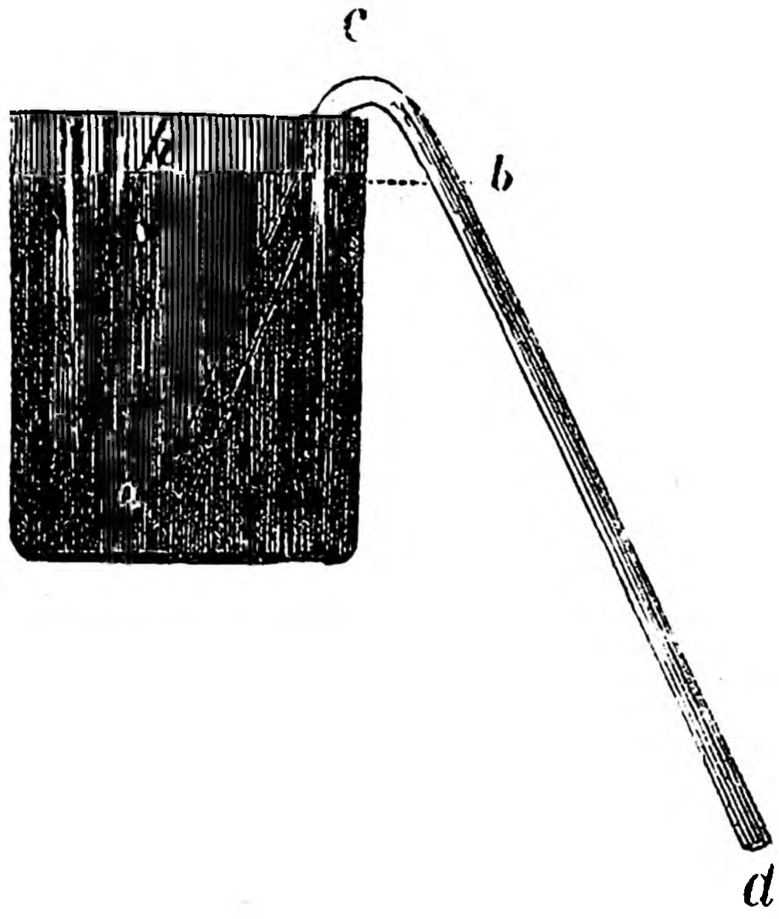
§ 113. Если стаканъ наполнить водою до краевъ, затѣмъ накрыть его листомъ бумаги и повернуть кверху дномъ, то вода не прольется, потому что снизу ее будетъ поддерживать давленіе воздуха. Бумага требуется здѣсь только для того, чтобы имѣть возможность опрокинуть стаканъ, не расплескавъ воды, и воспрепятствовать доступу въ него воздуха, а потому при сосудѣ съ узкимъ горломъ можно обойтись даже безъ бумаги. Такіе сосуды, состоящіе изъ длинныхъ трубокъ съ узкими, открытыми съ обоихъ концовъ отверстіями, называются *ливерами* или *насосами*, и употребляются для подниманія жидкостей (рис. 105). Опустите такой сосудъ въ жидкость, и, когда онъ наполнится ею, заткните верхнее отверстіе, потомъ вы ньт

и подымите этотъ сосудъ на нѣкоторую высоту, и вы увидите, что содержащаяся въ немъ жидкость не польется черезъ нижнее отверстіе до тѣхъ поръ, пока верхнее будетъ оставаться закрытымъ.

Рис. 104. Рис. 105. Рис. 106.







Изогнутая двухколѣнная трубка (рис. 106) *acd* называется *сифономъ*. Этотъ сифонъ, будучи погруженъ меньшимъ колѣномъ въ жидкость и наполненъ ею до другаго конца, вытягиваетъ ее изъ сосуда самъ собою до самаго дна. Дѣйствіе сифона объяснить нетрудно. Мы видимъ здѣсь, съ одной стороны, столбъ воды *cd*, съ другой столбъ воды, простирающійся отъ *c* до поверхности жидкости, иаходящейся въ сосудѣ. Еслибы оба столба были одинаковы, т. е. еслибы нижнее отверстіе *d* находилось на одной высотѣ съ поверхностью воды въ сосудѣ, то при одинаковомъ давленіи воздуха съ той и другой стороны жидкость въ обоихъ колѣнахъ трубки была бы уравновѣшена. Но такъ какъ отверстіе *d* находится гораздо ниже, то равновѣсіе нарушено, а потому-то вода и стремится черезъ него до тѣхъ поръ, пока поверхность жидкости въ сосудѣ не понизится до точки *d*, или же, такъ какъ это невозможно въ приведенномъ случаѣ, до тѣхъ поръ, пока отверстіе *a* не будетъ находиться выше уровня воды въ сосудѣ.

Сифонъ приводится въ дѣйствіе такъ: одинъ конецъ его, болѣе короткій, погружается въ жидкость, а изъ другаго вытягивается воздухъ съ помощію рта, вслѣдствіе чего жидкость стремится сперва въ трубку, а затѣмъ начинаетъ изливаться изъ нея, повинуясь законамъ тяжести.

IV. ЗВУКЪ.

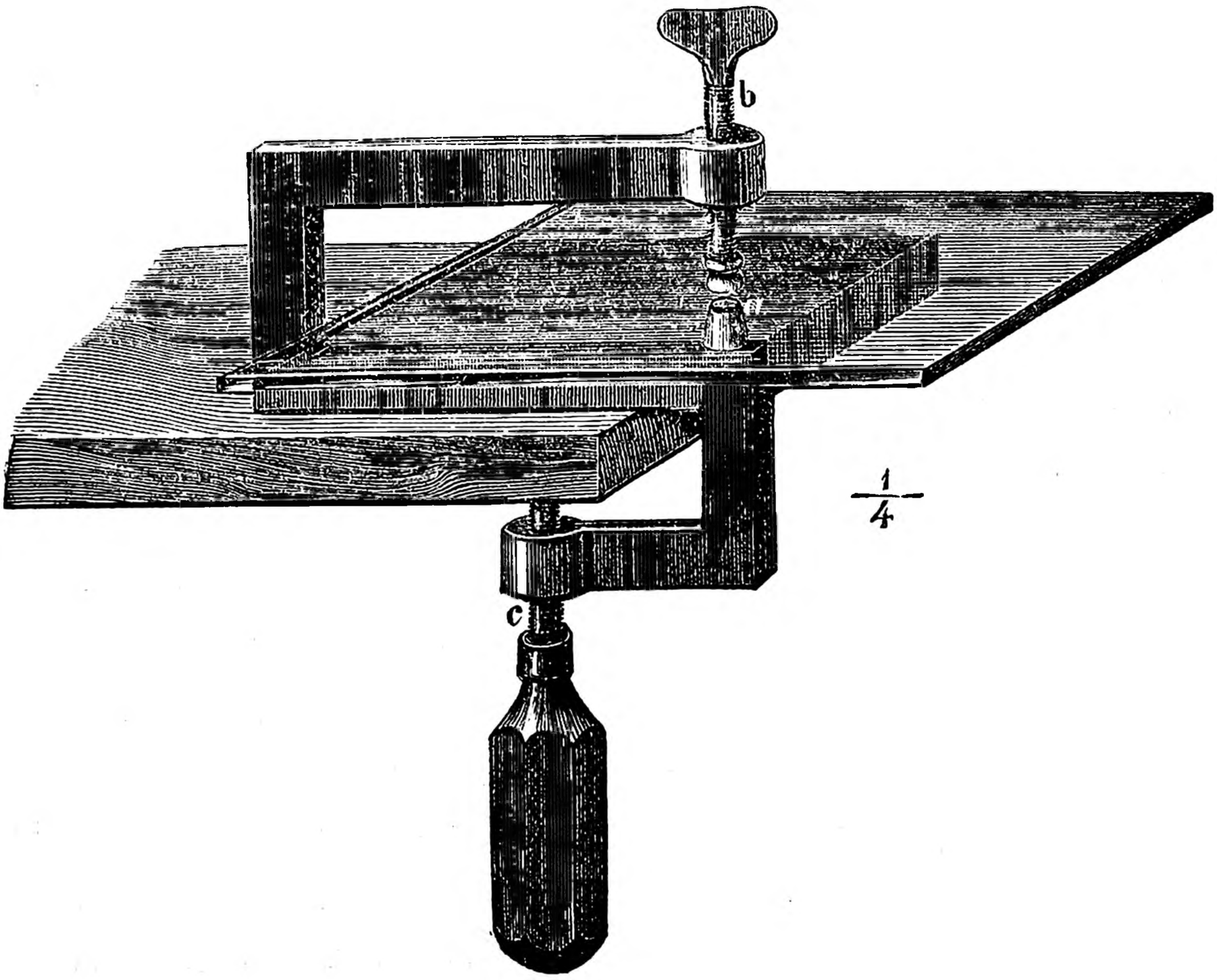
§ 114. Впечатлѣнія, воспринимаемыя органомъ нашего слуха, какъ напримѣръ звукъ, стукъ, трескъ и шумъ, происходятъ отъ того, что атомы тѣла, производящаго такія явленія, приходятъ въ сотрясеніе или *колебаніе* вслѣдствіе дѣйствія на нихъ какой либо причины. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ эти колебанія замѣтны для глаза, напримѣръ въ звучащей струнѣ. Въ другихъ же они могутъ быть только осязаемы, если напримѣръ ударить въ большой колоколъ и затѣмъ тотчасъ же слегка прикоснуться къ нему пальцемъ. Еще поразительнѣе слѣдующій опытъ: Тисками защемляютъ стеклянную пластинку (рис. 107), и насыпавъ на нее тонкій слой мелкаго песку, начинаетъ водить по ея окраинѣ смычкомъ, отчего происходитъ довольно явственный звукъ. Обратите въ это время вниманіе на стеклянную пластинку, и вы увидите, что песчинки находятся въ непрерывномъ движеніи и подбрасываются иногда на цѣлый дюймъ и даже выше. Очевидно, что сотрясеніе пластинки происходитъ не на одной только поверхности, а распространяется на всѣ ея атомы, колебаніемъ которыхъ оно обусловливается.

Поэтому причину звука справедливо приписываютъ колебанію частицъ звучащаго тѣла.

§ 115. Сюда же можно отнести слѣдующій опытъ: Рис. 108 представляетъ намъ такъ называемый *будильникъ*, молотокъ котораго стучитъ по внутренней стѣнкѣ колокола въ теченіе пяти или десяти минутъ сряду. Этотъ будильникъ ставится на метал-

лическій кругъ воздушнаго насоса (рис. 100), и приводится въ дѣйствіе. Но если накрыть его стекляннымъ колоколомъ, то звонкіе удары будильника тотчасъ же заглохнутъ. Попробуйте выкачивать

Рис. 107.



воздухъ изъ подъ колокола посредствомъ насоса, и вы замѣтите, что по мѣрѣ разрѣженія воздуха, находящагося подъ колоколомъ, звуки постепенно будутъ ослабѣвать; и что наконецъ, слухъ вашъ не будетъ въ состояніи уловить ни малѣйшаго звука, не смотря на то, что молотокъ по прежнему продолжаетъ стучать въ металлическую стѣнку. Но если затѣмъ начнете опять понемногу впускать воздухъ въ стеклянный колоколъ, то звукъ будетъ постепенно усиливаться и наконецъ достигнетъ первоначальной своей силы.

Изъ этого опыта слѣдуетъ, что воздухъ принимаетъ существенное участіе въ распространеніи звука, и что онъ *дѣйствительно* проводитъ его отъ звучащаго тѣла до нашего слуха, между тѣмъ

какъ безвоздушное пространство препятствуетъ его распространенію. Звучащее тѣло сообщаетъ свое сотрясеніе атмосферному воздуху, который въ свою очередь приходитъ въ волнообразное колебаніе, происходящее отъ перемѣннаго сгущенія и разрѣженія, и такимъ образомъ проводитъ звукъ до нашего уха. Примѣръ такого колебанія мы видимъ на оконномъ стеклѣ, которое при сильномъ взрывѣ или грохотѣ не только дрожитъ, но даже разлетается въ дребезги.

Рис. 108.

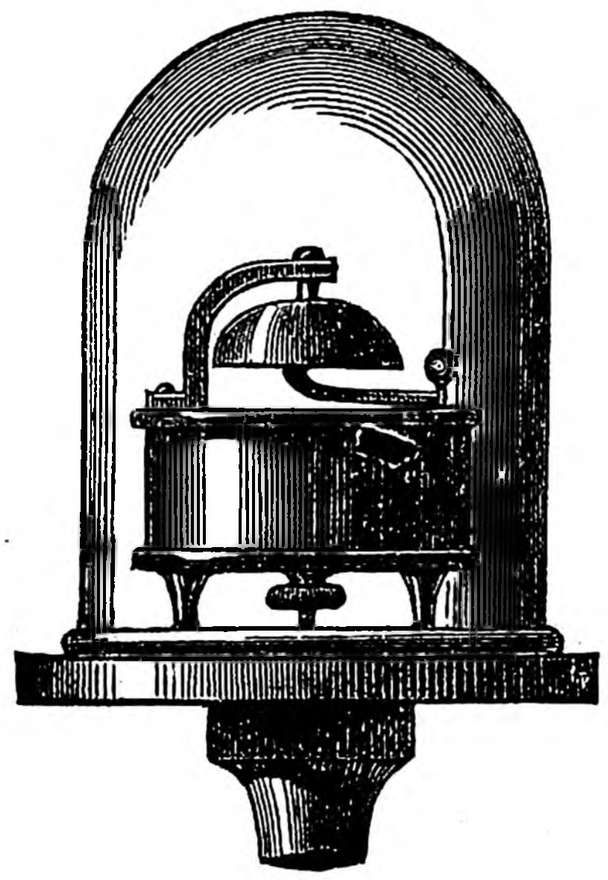
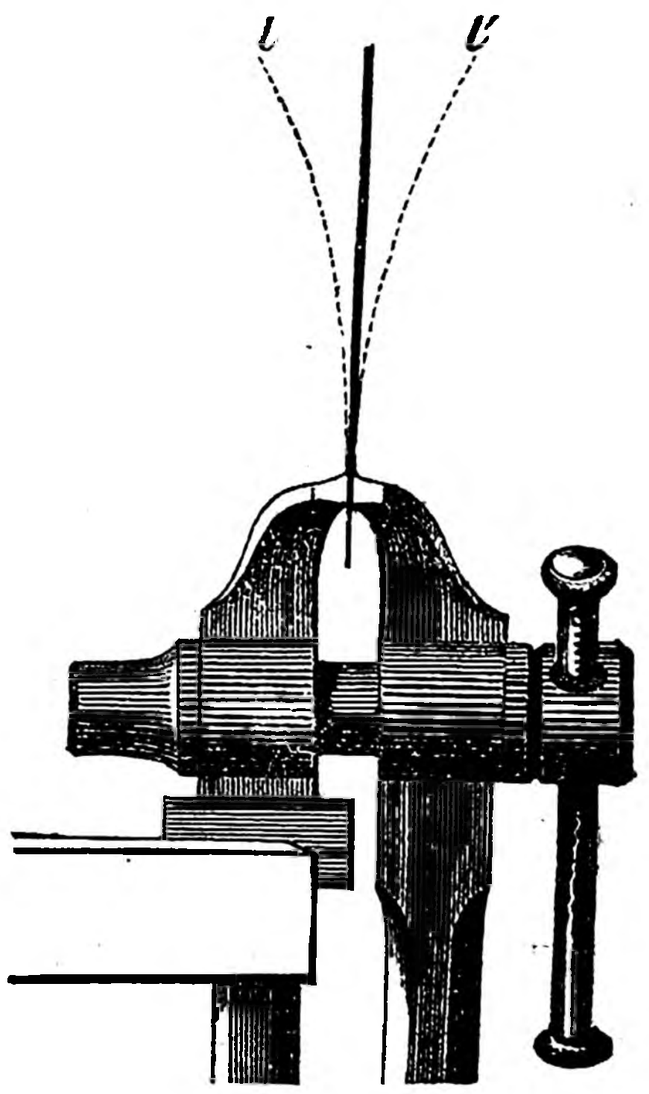


Рис. 109.

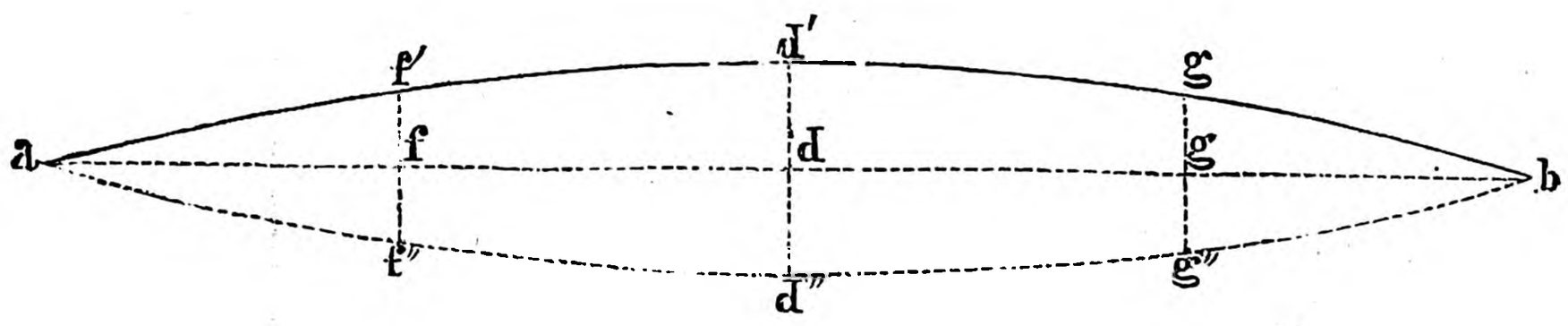


Для лучшаго уразумѣнія явленій звука считаемъ нужнымъ предварительно объяснить свойства *волнообразнаго движенія* и колебанія.

§ 116. *Колебаніе.* Говоря о движеніи маятника, мы уже упоминали о качаніи или колебаніи. Но колебанія маятника не влекутъ за собою измѣненія взаимнаго положенія его атомовъ. Если же, напримѣръ, защемить въ тискахъ одинъ конецъ стальной полоски (рис. 109), и нарушить ея равновѣсіе, т. е, вывести ее изъ вертикальнаго положенія, и, пригнувъ верхній ея конецъ къ точкѣ *l*, вдругъ выпустить его изъ рукъ, то полоска

придетъ въ колебаніе иного рода, чѣмъ то, которое мы замѣчаемъ въ маятникѣ. Тоже самое происходитъ съ натянутой струной, прикрѣпленной обоими концами a и b (рис. 110). Въ обоихъ этихъ случаяхъ всѣ атомы приведеннаго въ сотрясеніе тѣла въ одно и тоже время приходятъ въ колебаніе, въ одно и тоже время проходятъ чрезъ линію равновѣсія, въ одно и тоже время достигаютъ предѣловъ колебанія и въ одно и тоже время движутся въ обратномъ направленіи.

Рис. 110.



Если же колебанія послѣдовательно переходятъ съ одного атома на другой, причемъ каждый атомъ совершаетъ одинаковое число колебаній, то эти колебанія называются *волнами*, и самое движеніе извѣстно подъ названіемъ *волнообразнаго*. Волнообразное движеніе свойственно преимущественно жидкимъ тѣламъ, выведеннымъ изъ состоянія равновѣсія, отъ которыхъ оно и получило свое названіе, но замѣчается также въ воздухообразныхъ и, вообще, упругихъ тѣлахъ.

§ 117. *Волнообразное движеніе*. Волнообразное движеніе, производимое въ воздухѣ звукомъ, незамѣтно для глазъ, потому что воздухъ есть тѣло совершенно прозрачное, слѣдовательно мѣстныя сгущенія и разрѣженія воздуха, происходящія отъ случайнаго нарушенія равновѣсія между его атомами, недоступны для взора. Все, что намъ извѣстно о равномѣрности волнообразныхъ движеній, основано не на непосредственномъ наблюденіи, а на предположительномъ выводѣ, который подтверждается соотвѣтствующимъ явленіемъ.

Превосходное средство для наблюденія волнообразнаго дви-

женія представляется въ взволнованной поверхности воды. Всякому извѣстно, что водяныя волны распространяются отъ того мѣста, въ которомъ нарушено равновѣсіе воды, и притомъ всегда въ видѣ равномѣрно-увеличивающихся круговъ, по мѣрѣ постепеннаго перехода движенія отъ ближайшихъ атомовъ воды на дальнѣйшіе. Волны состоятъ изъ возвышеній и углубленій, взаимно перемежающихся. Рядъ волнъ, произведенныхъ, напримѣръ, брошеннымъ въ воду камнемъ, принято называть *системою волнъ* или волненіемъ.

Съ перваго взгляда кажется, что вода какъ будто катится съ большою скоростью въ видѣ кольцеобразнаго валика отъ мѣста, на которомъ возникло волненіе. На самомъ же дѣлѣ это не такъ. Бросьте, напримѣръ, кусокъ дерева или древесный листъ на поверхность волнующейся воды, и вы увидите, что ни дерево, ни листъ не будутъ увлечены волнами, какъ это слѣдовало бы ожидать; напротивъ того, волна будетъ видимо удаляться, между тѣмъ какъ дерево и листъ, почти останутся на мѣстѣ, покачиваясь сверху внизъ и наоборотъ. Существенное свойство волнообразнаго движенія заключается именно въ томъ, что каждый атомъ совершаетъ небольшое круговое движеніе и потомъ снова возвращается на прежнее мѣсто, между тѣмъ какъ ближайшіе къ нему атомы послѣдовательно совершаютъ такое же движеніе, и такимъ образомъ производятъ въ совокупности послѣдовательное колебаніе жидкости вверхъ и внизъ, представляющееся въ видѣ волнообразнаго движенія. Можно привести другой наглядный примѣръ такого волнообразнаго движенія, при которомъ составныя части перекатывающейся волны остаются на своемъ первоначальномъ мѣстѣ. Взгляните на обширное, хлѣбомъ засѣянное поле, въ то время, когда легкій вѣтерокъ, проносясь надъ нимъ мѣрными порывами, приводитъ колосья въ движенія и вы замѣтите, что поверхность поля колеблется подобно взволнованному озеру. Каждый колосъ, подобно атому воды, дѣлаетъ круговое движеніе и снова

возвращается въ прежнее положеніе. Волна какъ будто бы катится, но колосъ остается на мѣстѣ, пока новое дуновеніе вѣтра опять не измѣнитъ на мгновеніе его положеніе.

§ 118. *Интерференція*. Когда двѣ системы волнъ встрѣчаются между собою, то при этомъ происходятъ явленія, называемыя *интерференціею*. Волны обѣихъ системъ встрѣчаются или своими гребнями, т. е. выпуклостями, и въ тоже время своими углубленіями, или же такъ, что гребни волнъ одной системы сходятся съ промежуточными углубленіями волнъ другой системы. Если обѣ системы волнъ одинаковы, то въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ гребни волнъ встрѣчаются съ соотвѣтственными углубленіями, неровности сглаживаются. Такія мѣста называются *узлами*, а рядъ такихъ узловъ *узловою линіею*.

Слѣдуетъ замѣтить, что при интерференціи двухъ системъ волнъ описанныя нами измѣненія происходятъ только въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, и что это нисколько не препятствуетъ каждой изъ нихъ продолжать свой путь въ прежнемъ направленіи. Интерференція не нарушаетъ этого движенія даже тогда, когда не двѣ, а нѣсколько противоположныхъ системъ волнъ встрѣчаются между собою, хотя въ такомъ случаѣ трудно слѣдить за направленіемъ каждой отдѣльной системы. Явленіе интерференціи представляетъ особенную важность въ примѣненіи къ музыкѣ, и служитъ объясненіемъ того, почему наше ухо можетъ одновременно воспринимать и различать множество разнообразныхъ звуковъ.

§ 119. *Отраженіе* и *преломленіе волнъ*. Когда катающіяся волны встрѣчаютъ на своемъ пути твердый предметъ, напр. стѣну, то онѣ не только останавливаются имъ, но и отбрасываются назадъ, т. е. отражаются, и притомъ такъ, какъ будто бы отраженныя волны исходили отъ мѣста, находящагося за стѣною въ такомъ же отдаленіи, въ какомъ отстоятъ отъ нея первоначальныя исходныя точки волнъ. Далѣе предположимъ, что наблюдаемая нами поверхность воды раздѣлена стѣною на двѣ

части, но такъ, чтобы обѣ половины ея сообщались между собою посредствомъ оставленнаго въ стѣнѣ отверстія. Если взволновать половину этой поверхности, то волны ея распространятся до стѣны и будутъ отброшены ею, за исключеніемъ той части ихъ, которая пройдетъ черезъ отверстіе. При этомъ обнаружится новое явленіе: у краевъ промежуточнаго отверстія стѣны произойдутъ особыя системы волнъ, сравнительно болѣе слабыхъ, которыя будутъ распространяться кругами во всѣ стороны. Это явленіе, называемое *преломленіемъ* волнъ, объясняетъ намъ, почему мы можемъ слышать даже такіе звуки, которые не имѣютъ прямаго направленія къ нашему уху.

§ 120. Волнообразныя движенія бываютъ наиболѣе сильны въ то время когда они возбуждены и въ томъ мѣстѣ, гдѣ они происходятъ; по мѣрѣ же удаленія отъ точки исхода они постепенно уменьшаются и ослабѣваютъ. Точно также и звукъ становится тѣмъ слабѣе, чѣмъ болѣе мы удаляемся отъ того мѣста, гдѣ онъ происходитъ, и это ослабленіе пропорціонально квадратамъ разстоянія.

Волны натянутой струны или каната распространяются только по направленію ихъ долевой оси; волны воды или другой жидкости образуютъ постепенно расширяющіеся круги, которые распространяются по всей горизонтальной поверхности во всѣ стороны одинаково. Но чтобы составить себѣ понятіе о волнообразныхъ движеніяхъ воздуха, слѣдуетъ обратиться къ другому сравненію.

Представимъ себѣ, что мѣсто, на которомъ происходитъ звукъ, находится среди безконечнаго множества воздушныхъ слоевъ, имѣющихъ видъ постепенно увеличивающихся шаровъ. Звукъ распространяется потому, что сотрясеніе производящей его среды послѣдовательно сообщается отъ центра къ окружающимъ слоямъ, по всѣмъ *направленіямъ*. Нагляднo изобразить происходящее такимъ образомъ волненіе въ воздушномъ пространствѣ нѣтъ возможности, и рис.

111 можетъ послужить намъ только вспомогательнымъ средствомъ къ объясненію того, какимъ образомъ происходятъ и распространяются волнообразныя сгущенія и разрѣженія воздуха. Рисунокъ изображаетъ открытую трубку, на одномъ концѣ которой находится поршень *p*, свободно двигающійся взадъ и впередъ,

Рис. 111.



какъ показано подъ цифрами *I*, *II* и *III*. Подраздѣленія трубки обозначаютъ слои воздуха, которые сначала находятся въ покоѣ, и потому нарисованы въ одинаковомъ разстояніи другъ отъ друга. Съ передвиженіемъ поршня до того мѣста, которое обозначено въ трубкѣ *II*, происходитъ сгущеніе находящагося передъ нимъ воздуха; съ возвращеніемъ же поршня назадъ, воздухъ, вслѣдствіе своей упругости, разрѣжается, какъ это видно въ трубкѣ *III*. Въ трубкѣ *IV* представленъ моментъ происхожденія двухъ волнъ, вслѣдствіе двукратнаго передвиженія поршня впередъ и назадъ, а въ послѣдней трубки *V* показано появленіе трехъ волнъ, какъ результатъ троекратнаго передвиженія поршня. Стрѣлки показываютъ направленіе находящихся въ движеніи слоевъ воздуха.

Прямыя линіи, проходящія черезъ круги водяныхъ волнъ отъ ихъ центра, или чрезъ шарообразныя поверхности сотрясенн-

наго воздуха отъ центра этихъ поверхностей, называются *лучами волнъ*, а потому и соотвѣтственное направленіе звуковъ принято называть *звуковыми лучами*.

Волнообразныя движенія бываютъ различныя, смотря по длинѣ и высотѣ первоначально возбужденныхъ волнъ, а также по скорости ихъ движенія, т. е. смотря по количеству колебаній, происходящихъ въ опредѣленный періодъ времени. Эти различія имѣютъ значительное вліяніе на явленія, проистекающія отъ волнообразнаго движенія.

§ 121. *Звукъ, теплота и свѣтъ.* При всемъ различіи въ впечатлѣніяхъ, производимыхъ на наши чувства этими тремя явленіями природы, между ними во многихъ отношеніяхъ замѣчается чрезвычайное сходство, заставляющее предполагать, что законы происхожденія ихъ одни и тѣже:

Дѣйствительно, лучи звука, теплоты и свѣта одинаково распространяются по всѣмъ направленіямъ, одинаково ослабѣваютъ пропорціонально квадратамъ разстоянія, одинаково отражаются и преломляются, короче сказать, подчиняются однимъ и тѣмъ же законамъ. Изъ этого по видимому можно бы было вывести заключеніе, что теплота и свѣтъ также основаны на волнообразномъ движеніи. Однако, какъ легко доказать, что колебаніе твердыхъ тѣлъ передается посредствомъ воздуха нашему слуху въ видѣ звука, такъ трудно объяснить ту особенность, что свѣтъ и теплота распространяются чрезъ совершенно безвоздушныя пространства? Вѣдь извѣстно, что солнце посылаетъ къ намъ свои живительные лучи чрезъ необъятныя міровыя пространства, лишенныя того, что мы называемъ воздухомъ. Какимъ же образомъ, какимъ проводникомъ, передаются свѣтовыя волны?

Изученіе природы приводитъ насъ къ тому убѣжденію, что міровое пространство наполнено чрезвычайно тонкою, недоступною для нашихъ чувствъ матеріею, которую называютъ *эѳиромъ*. Этотъ эѳиръ не можетъ быть ни взвѣшенъ, и потому не подчиняется законамъ тяготѣнія, ни сосредоточенъ на

извѣстномъ пространствѣ, и потому не представляетъ ни малѣйшаго противодѣйствія. Тѣмъ не менѣе онъ можетъ приходить въ волнообразное движеніе, и въ этомъ состояніи является проводникомъ теплоты и свѣта.

§ 122. Что касается собственно до звука, то онъ производится или непосредственно самыми тѣлами, каковы напримѣръ струна, колоколъ, камертонъ и т. п., или же воздушнымъ столбомъ, находящимся между стѣнками тѣлъ, издающихъ звуки, каковы такъ называемые духовые инструменты. Къ числу послѣднихъ явленій принадлежитъ и человѣческій голосъ.

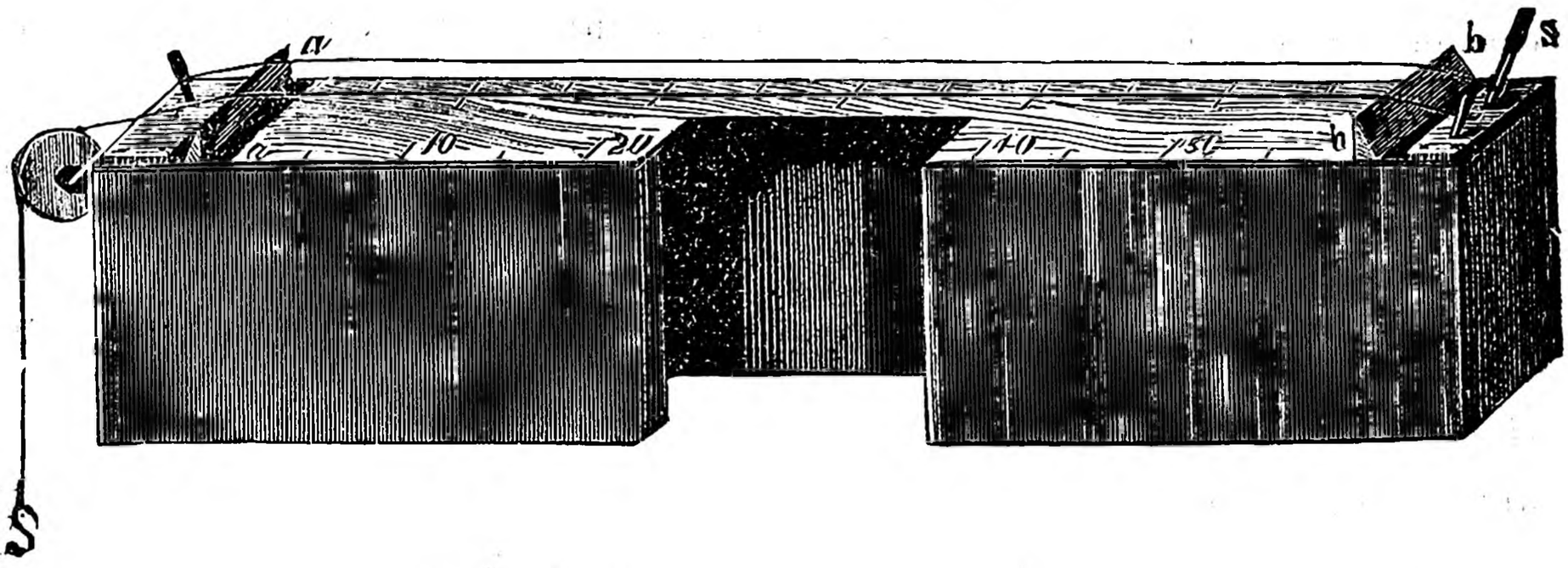
Различіе звука зависитъ отъ числа колебаній, производимыхъ тѣломъ въ опредѣленное время, напримѣръ въ секунду. Чѣмъ меньше число такихъ колебаній, тѣмъ звукъ ниже, и наоборотъ. Въ непосредственной связи съ числомъ колебаній находится и продолжительность или длина звуковыхъ волнъ, т. е. звукъ или тонъ бываетъ тѣмъ ниже, чѣмъ длиннѣе волна, и наоборотъ.

Самый низкій общепринятый въ музыкѣ тонъ соотвѣтствуетъ шестнадцати колебаніямъ въ секунду. Такой тонъ, исходя изъ шестнадцатифутовой органной трубы, производитъ звуковую волну въ 64 фута длиною. Длина волны самаго высокаго музыкальнаго тона равняется 18 линіямъ и соотвѣтствуетъ 8000 колебаній въ секунду. Болѣе высокіе и болѣе низкіе звуки, не могутъ быть различаемы нашимъ слухомъ во всей чистотѣ, т. е. производятъ шумъ, и потому не могутъ быть отнесены къ музыкальнымъ тонамъ.

§ 123. Для опредѣленія отношеній, существующихъ между различными тонами, прибѣгаютъ къ такъ называемому *монохорду* (рис. 112), который устраивается слѣдующимъ образомъ: Берутъ струну и прикрѣпляютъ ее однимъ концомъ къ инструменту, а къ другому привѣшиваютъ тяжесть S, соотвѣтствующую надлежащему напряженію струны. Подъ струною по-

мѣщается подвижная кобылка, съ помощью которой струнѣ можно сообщить желаемую длину.

Рис. 112.



Посредствомъ монохорда легко доказать, что струна дѣлаетъ тѣмъ больше число колебаній, чѣмъ она короче, тоньше и сильнѣе натянута, и наконецъ, чѣмъ меньше ея плотность; слѣдовательно и звукъ, издаваемый струною при этихъ условіяхъ, бываетъ выше. Напротивъ того, по мѣрѣ увеличенія длины, толщины и плотности струны, а равно по мѣрѣ уменьшенія ея напряженія, звукъ понижается. Примѣры тому мы видимъ въ струнныхъ инструментахъ. Нѣкоторыя звучащія тѣла, и преимущественно струны, сами по себѣ издаютъ весьма слабые звуки и съ трудомъ сообщаютъ свои колебанія воздуху. Для усиленія звука, струны прикрѣпляютъ къ тѣламъ, представляющимъ широкую поверхность, которая приходитъ въ сотрясеніе одновременно съ ними, и такимъ образомъ облегчаетъ передачу сотрясенія воздуху. Такой снарядъ въ струнныхъ инструментахъ называется гармоническою доскою или *декою*.

§ 124. Возьмемъ за основаніе звукъ, соотвѣтствующій извѣстному числу колебаній, и назовемъ его, напримѣръ, музыкальнымъ топомъ *C*; потомъ другой соотвѣтствующій вдвое большему числу колебаній. Этотъ другой тонъ будетъ составлять *октаву* перваго тона, и притомъ *высокую*, въ отличіе

отъ *низкой* октавы того же тона, соотвѣтствующей вдвое меньшему числу колебаній противъ тона *C*. Между каждымъ тономъ и его октавою различаютъ шесть промежуточныхъ тоновъ, названія и степень колебанія которыхъ слѣдующія:

основной тонъ,	секунда,	терція,	кварта,	квинта,	секста,	септима,	октава.
c	*d*	*e*	*f*	*g*	*a*	*h*	*c*
1	$^{9}/_{8}$	$^{5}/_{4}$	$^{4}/_{3}$	$^{3}/_{2}$	$^{5}/_{3}$	$^{15}/_{8}$	2

Относительная степень колебанія одинакова для всѣхъ другихъ октавъ и тоновъ, и на всѣхъ инструментахъ. Если, напримѣръ, основной низкій тонъ шестнадцатифутовой трубы соотвѣтствуетъ 32 простымъ или 16 двойнымъ колебаніямъ въ секунду, то его высокая октава должна имѣть 64, терція 40, квинта 48 колебаній въ секунду, и т. д.

Отношенія между цифрами каждыхъ двухъ слѣдующихъ одинъ за другимъ тоновъ этого ряда неодинаковы. Представленныя ниже дроби показываютъ, насколько число колебаній каждаго слѣдующаго тона превосходитъ число колебаній предшествующаго тона:

c	*d*	*e*	*f*	*g*	*a*	*h*	*c*
$^{1}/_{8}$	$^{1}/_{9}$	$^{1}/_{15}$	$^{1}/_{8}$	$^{1}/_{9}$	$^{1}/_{8}$	$^{1}/_{15}$	

Это значитъ, что напримѣръ тонъ *d* производитъ въ одно и тоже время въ $1^{1}/_{8}$ разъ болѣе колебаній, нежели *c*; тонъ *e* въ $1^{1}/_{9}$ разъ болѣе *d*; тонъ *f* въ $1^{1}/_{15}$ разъ болѣе *e*, и т. д.

Интервалы между *c* и *d*, *d* и *e*, *f* и *g*, *g* и *a*, наконецъ между *a* и *h*, называются *полными тонами* и составляютъ $^{1}/_{8}$ или $^{1}/_{9}$. Напротивъ того, интервалы между *e* и *f* и между *h* и *c* равняются только половинѣ въ сравненіи съ первыми, а именно $^{1}/_{15}$, и потому называются *полутонами*.

Интервалы между *c* и *d*, *f* и *g*, *g* и *h* въ свою очередь, также могутъ подраздѣляться на полутоны, которые въ такомъ случаѣ носятъ соотвѣтственныя названія *cis*, *es*, *fis*, *gis* и *b*.

Основный тонъ вмѣстѣ съ своею октавою, квинтою или терціею образуетъ *созвучіе*, а всѣ четыре вмѣстѣ составляютъ *аккордъ*. Соединеніе же основнаго тона съ его секундой или септимой названъ *диссонансомъ*.

§ 125. Если подъ натянутую струну по серединѣ поставить кобылку, и по одной половинѣ струны водить смычкомъ, то колебаніе отзовется и на другой ея половинѣ, въ чемъ легко убѣдиться, нанизавъ на нее нѣсколько небольшихъ кусочковъ бумаги, которые при этомъ приходятъ въ движеніе.

Передвиньте кобылку на одну треть струны, и положивъ рядъ бумажекъ на остальныя двѣ трети ея, проведите смычкомъ по отдѣленной трети струны, и вы увидите, что всѣ бумажки сдвинутся съ своего мѣста, кромѣ той, которая находится на самой серединѣ той части струны, которая составляетъ двѣ-трети. Очевидно, что точка, на которой бумажка не измѣнила своего положенія, не принимаетъ ни малѣйшаго участія въ колебаніи струны; эта точка называется *узловою*. Передвинувъ кобылку на четвертую часть струны, мы получимъ четыре дрожащія части съ двумя узловыми точками, не принимающими участія въ колебаніи, и т. д.

Звучащія тѣла, какъ напримѣръ колокола, также испытываютъ сотрясеніе не во всѣхъ своихъ атомахъ. Примѣръ такого явленія можно видѣть на рис. 107 (стр. 140), который изображаетъ стеклянную пластинку, защемленную однимъ краемъ въ тискахъ и покрытую тонкимъ слоемъ мелкаго песку. Если мы начнемъ водить смычкомъ по ея окраинѣ, то замѣтимъ, что дрожащія части доски подбрасываютъ вверхъ песчинки и стряхаютъ ихъ постепенно къ тѣмъ точкамъ, которыя остаются въ покоѣ. Эти точки образуютъ опредѣленныя линіи, которыя называются *узловыми линіями* звука.

Узловыя линіи располагаются симметрическими фигурами, разнообразіе которыхъ зависитъ какъ отъ формы, такъ и отъ опорной точки стеклянной пластинки и точки прикосновенія смычка и силы, съ которою онъ водится по ея окраинѣ. Эти явленія называются *звуковыми фигурами*, образчикъ которыхъ можно видѣть на рисункахъ 113 и 114.

Рис. 113.

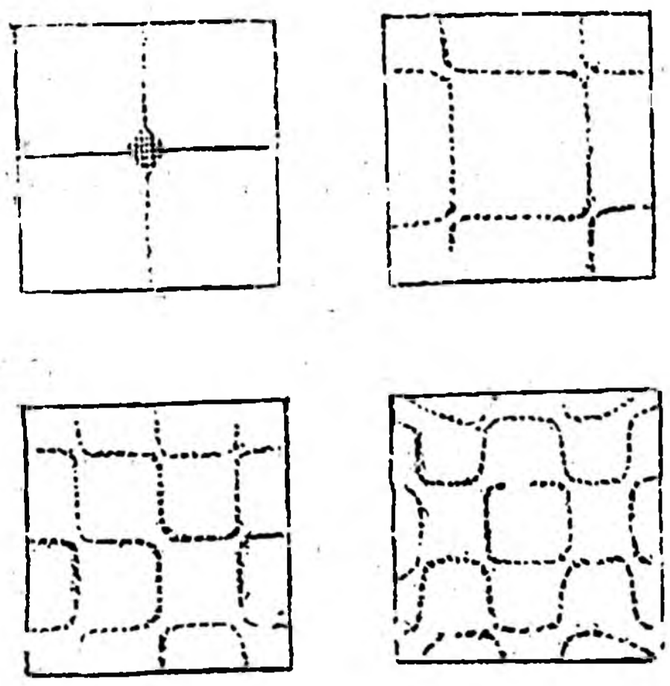
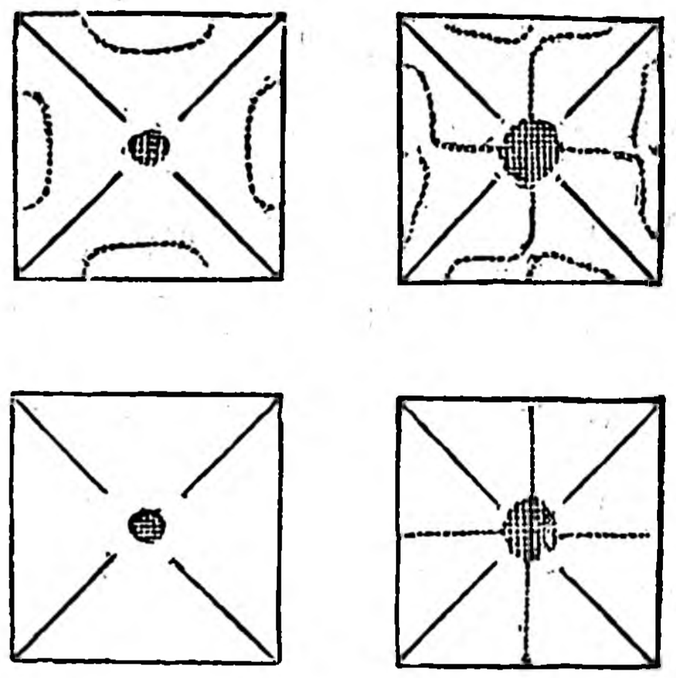


Рис. 114.



§ 126. Звукъ распространяется по всѣмъ направленіямъ, потому что колебанія центральнаго атома передаются смежнымъ атомамъ. Движеніе передается съ чрезвычайною скоростью. Опытами дознано, что въ обыкновенномъ воздухѣ звукъ пробѣгаетъ въ секунду 1050 футовъ. Свѣтъ распространяется несравненно быстрѣе звука, въ чемъ между прочимъ можно убѣдиться изъ того, напримѣръ, что, когда мы наблюдаемъ за пушечною пальбою въ нѣкоторомъ отдаленіи, мы всегда прежде видимъ огонь и дымъ, самый же выстрѣлъ слышимъ нѣсколько мгновеній спустя. Точно также сверканіе молніи, происходящее одновременно съ громовымъ ударомъ, замѣчается иногда гораздо ранѣе перекатовъ грома, и потому по времени, проходящему между этимъ сверканіемъ и громовымъ ударомъ, всегда можно судить объ отдаленности грозы.

Замѣчательно, что звукъ распространяется чрезъ плотныя тѣла съ наибольшею скоростью, и притомъ съ большею силою.

Извѣстно, напримѣръ, что отдаленные перекаты грома, лошадиный топотъ и т. п. бываютъ слышны явственнѣе и на гораздо большемъ разстояніи, если приложить ухо къ землѣ. Вода точно также очень быстро проводитъ звукъ; мы знаемъ, что рыбу можно приманить къ берегу звономъ колокола, призывающаго ихъ къ принятію корма.

§ 127. Лучи звука, распространяющіеся черезъ воздухъ по прямой линіи, при встрѣчѣ съ болѣе плотными предметами измѣняютъ свое направленіе. Упираясь въ твердыя тѣла, они даже могутъ отражаться и разсыпаться, подобно водянымъ волнамъ, ударяющимся о берегъ. Явленіе отраженнаго звука называется *эхомъ* или *отголоскомъ*. Чтобы слышать односложное эхо, надобно находиться въ разстояніи по крайней мѣрѣ 60 фут. отъ поверхности, отражающей звукъ. На разстояніи отъ 116 до 120 футовъ слышно отраженіе многосложнаго звука.

На свойствѣ сосредоточенія и усиленія звука основано устройство особенныхъ трубъ, служащихъ для передачи говора на значительное разстояніе. Такія трубы употребляются на морѣ и извѣстны подъ названіемъ *рупора*. Сюда же слѣдуетъ отнести такъ называемыя *слуховыя* и *разговорныя трубы*.

V. ТЕПЛОТА.

§ 128. Всякое тѣло можетъ прійти въ различныя состоянія, т. е. сдѣлаться *горячимъ*, *теплымъ* или *холоднымъ*. Всѣ эти состоянія представляютъ лишь видоизмѣненія одного и того же явленія, извѣстнаго подъ именемъ *теплоты*, степень которой имѣетъ, сверхъ того, вліяніе на расширяемость тѣлъ.

Теплота происходитъ отъ разныхъ причинъ. Она обнаруживается, напримѣръ, при взаимномъ треніи двухъ тѣлъ, при

ихъ столкновеніи или ударѣ. Всѣмъ извѣстно, что дикари добываютъ огонь чрезъ треніе двухъ кусковъ сухаго дерева, и что опытный кузнецъ можетъ привести желѣзный гвоздь въ раскаленное состояніе при помощи одного молота. Точно также значительное количество теплоты развивается при сверленіи или обтачиваніи металла. Вообще теплота развивается при быстромъ приведеніи тѣла въ болѣе плотное состояніе. Особенно замѣтно это явленіе при быстромъ и сильномъ сжатіи воздуха въ *пневматическомъ* снарядѣ, а также при соединеніи воды съ сѣрною кислотою или виннымъ спиртомъ, причемъ сгущеніе жидкостей развиваетъ значительную теплоту.

Явленія теплоты происходятъ также очень часто вслѣдствіе *химическихъ* соединеній, безпрерывно происходящихъ въ природѣ. Наиболѣе извѣстное изъ этихъ явленій называется *горѣніемъ*. Химическое разложеніе пищи въ животномъ организмѣ составляетъ также обильный источникъ теплоты. Электричество еще больше развиваетъ теплоту, которая въ молніи обнаруживается въ громадныхъ размѣрахъ.

Сверхъ того, земной шаръ, самъ по себѣ, обладаетъ извѣстною степенью теплоты, которая мало ощутительна на его поверхности, но которая становится замѣтною по мѣрѣ углубленія въ нѣдра земли.

Наконецъ, главнымъ источникомъ теплоты на земной поверхности, должно считать солнце, благотворные лучи котораго имѣютъ существенное вліяніе на всю земную природу.

Явленія теплоты всегда одинаковы, изъ какого бы источника она ни развивалась.

§ 129. *Расширяющее дѣйствіе теплоты.* Одно изъ наиболѣе обыкновенныхъ дѣйствіій, производимыхъ теплотою, обнаруживается въ расширеніи тѣлъ. Мы уже видѣли (§ 23), что различныя состоянія матеріи, твердое, жидкое и воздухообразное, находятся въ непосредственной зависимости отъ вліянія теплоты.

Примѣры такого расширенія тѣлъ легко найти подъ руками. Возьмите металлическій шарикъ, свободно проходящій чрезъ металлическое кольце, и разогрѣйте его до извѣстной степени, тогда вы увидите, что его объемъ увеличится, потому что онъ уже больше не пройдетъ черезъ кольце. Оставьте же шарикъ въ кольцѣ до охлажденія, и онъ самъ собою проскользнетъ черезъ отверстіе.

Если сосудъ наполнить водой до краевъ и начать постепенно нагрѣвать жидкость, то черезъ нѣсколько времени она польется черезъ края; это очевидно, происходитъ вслѣдствіе расширенія ея.

Возьмите обыкновенный бычачій пузырь въ сыромъ и скомканномъ видѣ, завяжите его отверстіе и потомъ положите его въ теплое мѣсто, и вы увидите, что онъ начнетъ раздуваться подъ вліяніемъ небольшаго количества находившагося въ немъ воздуха, вслѣдствіе расширенія послѣдняго.

§ 130. Расширеніе тѣлъ даетъ возможность не только наблюдать за дѣйствіемъ теплоты, но и опредѣлять сравнительную степень этого дѣйствія при данныхъ условіяхъ. Степень нагрѣванія тѣла называется его *температурою*, а снарядъ, посредствомъ котораго она измѣряется, извѣстенъ подъ названіемъ *термометра*.

Термометръ, подобно другимъ важнымъ физическимъ инструментамъ, каковы *барометръ* и *маятникъ*, замѣчателенъ чрезвычайною простотою своего устройства. Онъ состоитъ изъ ровной стеклянной трубочки, длиною отъ 6 до 10 дюймовъ, съ отверстіемъ не шире діаметра обыкновенной булавки. Трубка оканчивается внизу пузыремъ или шарикомъ, который наполняется ртутью.

Еели подвергнуть ртуть нагрѣванію, то она расширится и наполнитъ собою трубку до самаго верху. Когда ртуть достигнетъ окраины, конецъ трубки запаивается, вслѣдствіе чего въ ней не останется ни атома воздуха. Ртуть по мѣрѣ охлажденія

будетъ постепенно опускаться и наконецъ приметъ объемъ, соотвѣтствующій температурѣ того мѣста, гдѣ она находится.

Затѣмъ трубку опускаютъ въ тающій ледъ (рис. 115), и когда поверхность ртутнаго столба установится на извѣстной высотѣ, послѣднюю отмѣчаютъ чертой на трубкѣ. Потомъ опустивъ трубку на нѣсколько времени въ кипящую воду (рис. 116), ждутъ, пока ртутный столбъ перестанетъ подниматься; послѣ чего другою чертою отмѣчаютъ высоту, на которой она остановится.

Рис. 115.

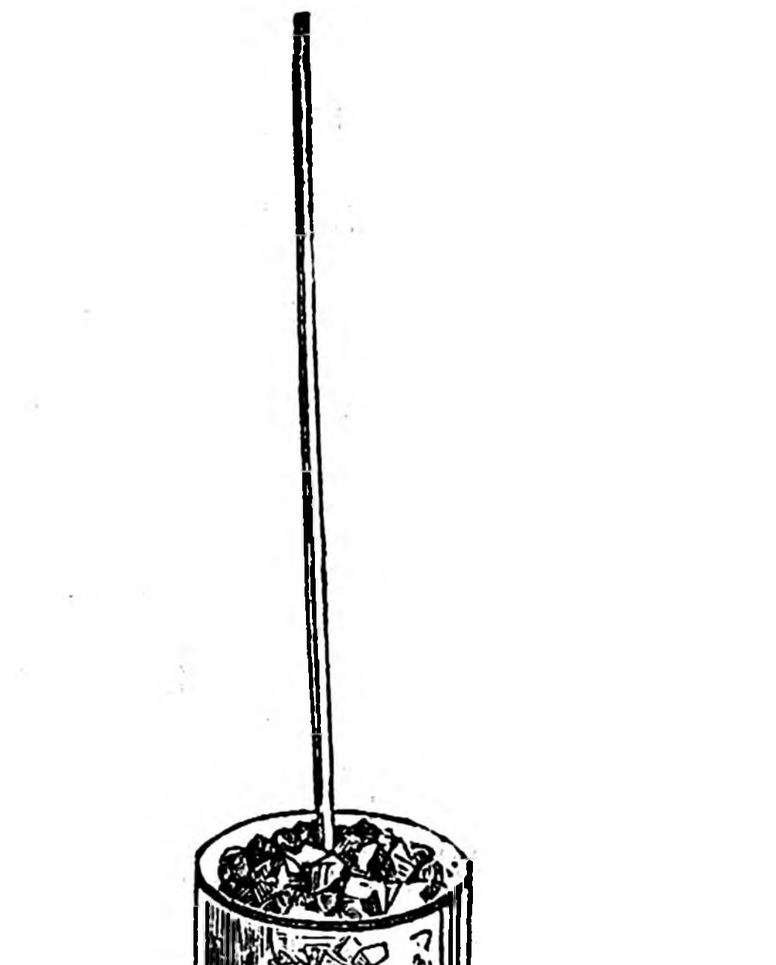
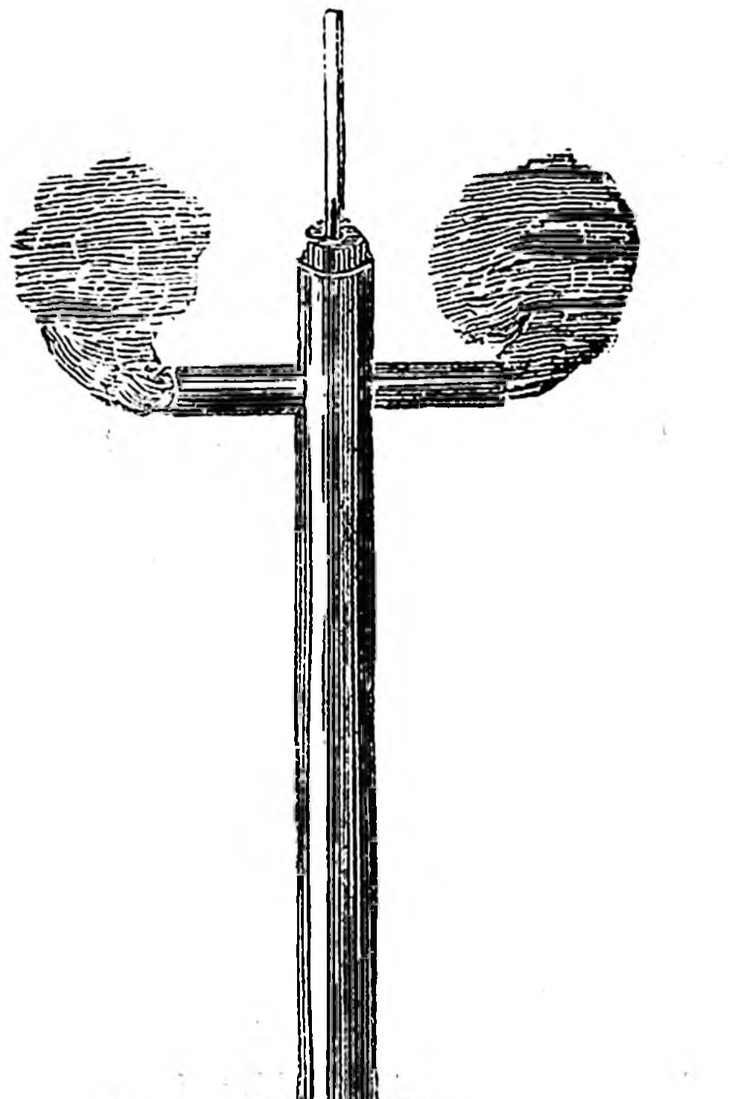


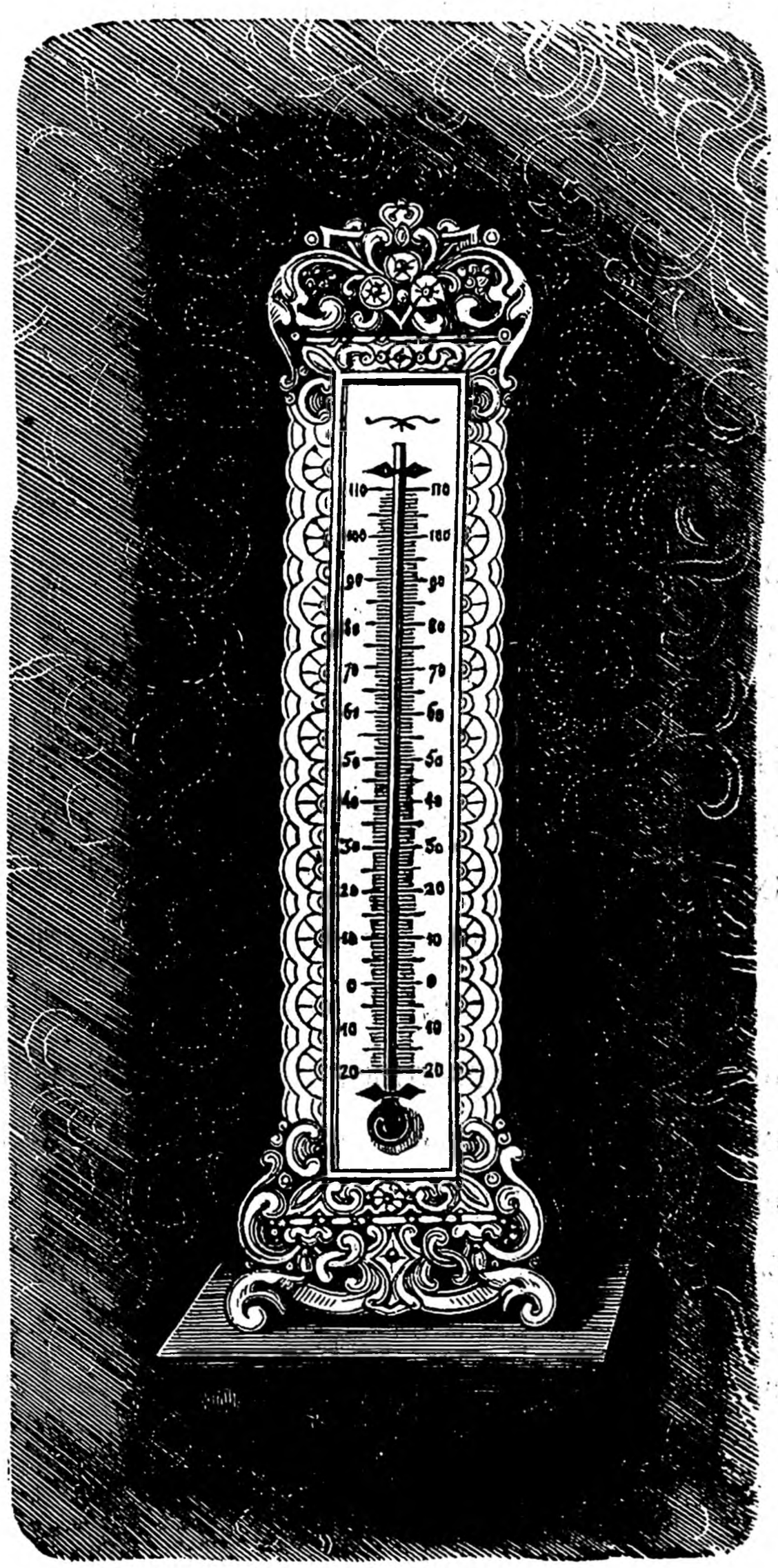
Рис. 116.



Погружая трубку поперемѣнно въ ледъ и въ кипящую воду, мы видимъ, что ртутный столбъ то опускается, то поднимается

до тѣхъ точекъ, которыя нами отмѣчены. Изъ этого слѣдуетъ, что тѣло при одной и той же температурѣ занимаетъ всегда одно и тоже пространство, которое бываетъ тѣмъ меньше, чѣмъ холоднѣе тѣло.

Рис. 117.



Точка, до которой опускается ртутный столбъ при погруженіи трубки въ тающій ледъ, обозначается нулемъ и назы-

вается *точкою замерзанія*; а та точка, до которой онъ поднимается при погруженіи въ кипящую воду, называется *точкою кипѣнія воды*.

Повышеніе и пониженіе ртутнаго столба въ термометрической трубкѣ даетъ намъ возможность судить объ относительной температурѣ той среды, въ которой она находится. Если ртуть приближается къ точкѣ кипѣнія, то мы называемъ температуру *высокою*, если же она находится ближе къ точкѣ замерзанія, мы называемъ температуру *низкою*.

Для точнаго опредѣленія температуры, разстояніе между этими обѣими точками подраздѣляется на опредѣленное число частей, которыя называются *градусами*. Дѣленіе продолжается и далѣе обѣихъ точекъ, какъ показано на рис. 117. Точки, находящіяся выше точки замерзанія, называются градусами *тепла* и обозначаются знакомъ + (плюсъ), а тѣ которыя лежатъ ниже нуля, называются градусами *холода* или *стужи* и обозначаются знакомъ — (минусъ).

§ 131. Въ большей части общеупотребительныхъ термометровъ разстояніе между точками замерзанія и кипѣнія дѣлится на 80 равныхъ частей. Такое подраздѣленіе сдѣлано впервые *Реомюромъ*, и потому такіе термометры еще до сихъ поръ обозначаются его именемъ. Во Франціи, и вообще при научныхъ изслѣдованіяхъ, употребляютъ преимущественно *стоградусный* термометръ *Цельзія*, въ которомъ точка кипѣнія воды обозначена 100 градусами. Въ Англіи употребительно особенное дѣленіе, придуманное *Фаренгейтомъ*, по имени котораго названы термометры съ такимъ дѣленіемъ. Слѣдующая таблица показываетъ сравнительное дѣленіе всѣхъ трехъ системъ:

Цельзій.	Реомюръ.	Фаренгейтъ.
— 20	— 16	— 4
— 10	— 8	× 14
0	0	32
+ 10	× 8	50
20	16	68
30	24	86
40	32	104
50	40	122
60	48	140
70	56	158
80	64	176
90	72	194
100	80	212

Изъ этого видно, что каждые 5 градусовъ стоградуснаго термометра Цельзія соотвѣтствуютъ 4 градусамъ реомюрова или 80-градуснаго термометра. Для избѣжанія недоразумѣнія, обозначеніе градусовъ всегда сопровождается указаніемъ на соотвѣтственный термометръ. Напримѣръ: + 15° Р., т. е. 15 град. тепла по термометру Реомюра; или — 16° Ц, т. е. 16 град. холода по термометру Цельзія.

Для превращенія градусовъ Реомюра въ соотвѣтственные градусы Цельзія и Фаренгейта, и наоборотъ, прибѣгаютъ къ слѣдующимъ формуламъ:

$$n^0 \text{ Р.} = {}^5/_4 n^0 \text{Ц.} = ({}^3/_4 n + 32)^0 \text{ Ф.}$$
$$n^0 \text{ Ц.} = {}^4/_5 n^0 \text{Р.} = ({}^9/_5 n + 32)^0 \text{ Ф.}$$
$$n^0 \text{ Ф.} = {}^4/_9 n^0 \text{Р.} = ({}^5/_9 n - 32)^0 \text{ Ц.}$$

Здѣсь буква n обозначаетъ данное число градусовъ.

§ 132. Приводимъ сравнительную таблицу температуръ, заслуживающихъ особеннаго вниманія:

	По Реомюру.	По Цельзію.
Точка замерзанія виннаго спирта . .	—72	—90
« « ртути.	—32	—40
Полярная стужа.	— 28 до 32	—36 до 40
Большая зимняя стужа въ умѣр. клим.	— 10 « 16	—12 « 20
Обыкновенная стужа	— 5 « 10	— 6 « 12
Точка замерзанія воды	0	0
Вода при наибольшей плотности ея .	+3,1	+4
Внутренняя теплота рыбъ и земновод-	12 до 20	15 до 25
ныхъ, совершенно зависящая отъ	12 « 24	15 « 30
окружающей ихъ среды		
Комнатная температура	16	20
Обыкновенная лѣтняя температура въ умѣренномъ климатѣ.	15 до 20	20 до 25
Лѣтній зной	19 « 28	24 « 36
Средняя температура на экваторѣ. .	23	29
Естественная температура человѣческаго тѣла или жаръ крови . .	29	37
Точка кипѣнія эѳира	28	35
Внутренняя температура птицъ . .	34	42
Температура таянія воска	54	68
Точка воспламененія фосфора . . .	60	75
Точка кипѣнія виннаго спирта. . .	62	78
Точка кипѣнія воды	80	100
Температура плавленія сѣры . . .	87	109
« плавленія свинца. . .	267	334
Точка кипѣнія сѣрной кислоты . .	260	326
« кипѣнія ртути	288	360
Температура плавленія серебра . .	800	1000
« « чугуна. . .	980	1200
« « золота. . .	1000	1250
« « полосов. желѣза	1280	1600

Замѣчательно, что при +4° Ц. вода плотнѣе льда. Этому

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стр.
Центробѣжная сила	82
Объ ударѣ	83
Треніе	86
О механикѣ	89
Переводъ движенія	90
Безконечный ремень	91
Зубчатыя колеса	92
Маховикъ или маховое колесо	95
Мельница	96
Часы	99
Равновѣсіе и движеніе жидкихъ тѣлъ	109
Опредѣленіе относительнаго вѣса	116
Ареометръ Никольсона	117
Ареометръ съ градусною линейкою	118
Равновѣсіе и движеніе воздухообразныхъ тѣлъ	120
Барометръ	126
Торичеллева пустота	128
Воздушный насосъ	130
Пожарная труба	136
Звукъ	139
Колебаніе	141
Волнообразное движеніе	142
Интерференція	144
Отраженіе и преломленіе волнъ	—
Теплота	153
Термометръ	155

Рисунковъ отъ 59 *до* 117.

Дозволено Цензурою, С.-Петербургъ 20 октября 1865 года.

ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА, ВЪ ГРАФСКОМЪ переулкѣ № 5.

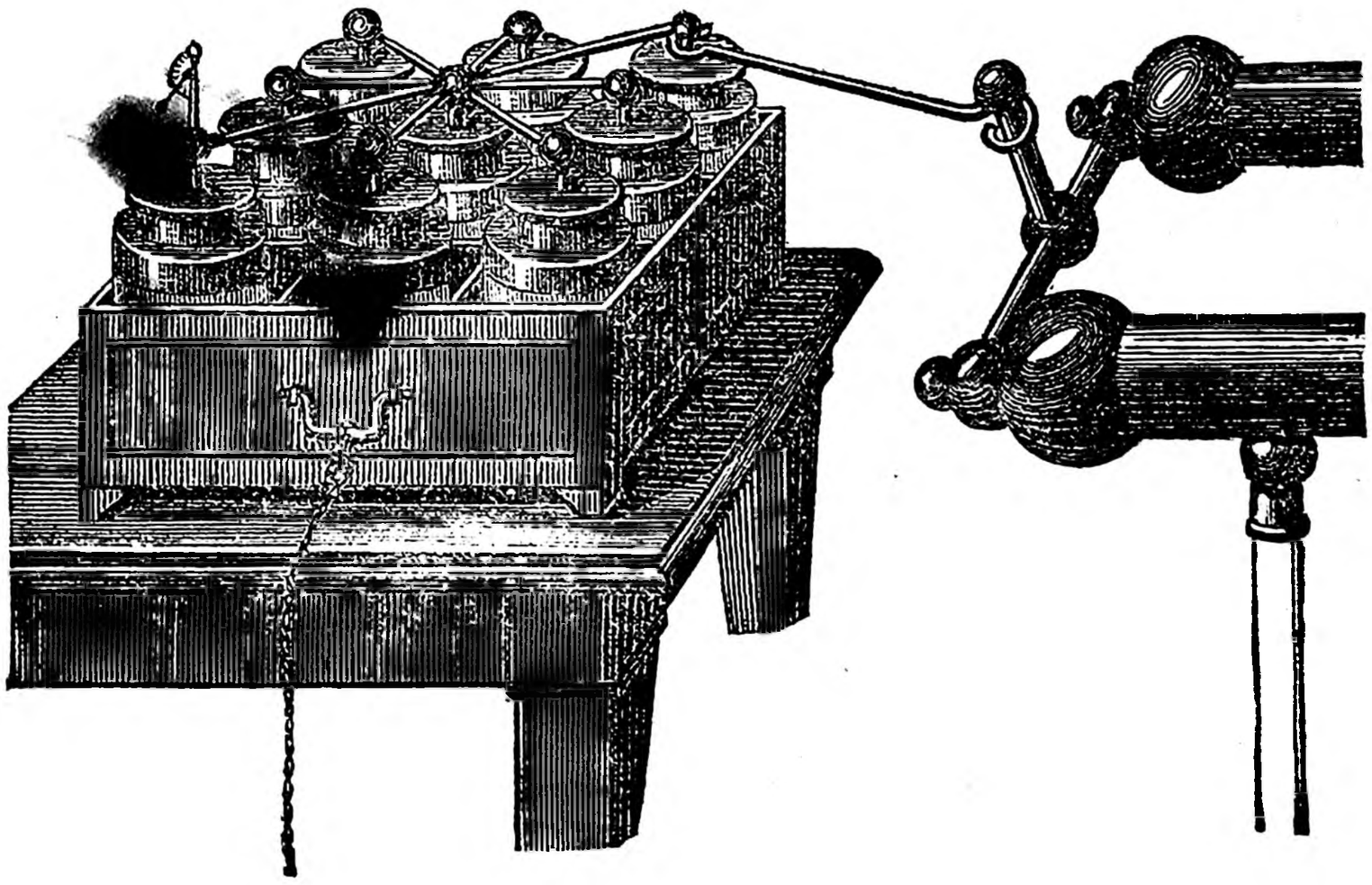
Издатель и Редакторъ М. Ханъ.

САМООБРАЗОВАНІЕ,

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ, УЧЕНО-ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЖУРНАЛЪ
ДЛЯ ЛЮДЕЙ ВСЯКАГО ВОЗРАСТА,

ИЗДАВАЕМЫЙ М. ХАНОМЪ.

ГОДЪ ТРЕТІЙ.



КНИГА ПРИРОДЫ.

№ 11 за Ноябрь 1865 г.

исключительному обстоятельству обязаны мы тѣмъ, что наши рѣки и озера не промерзаютъ до дна даже въ самую жестокую стужу.

§ 133. Такъ какъ ртуть замерзаетъ при—40°Ц., то для опредѣленія болѣе низкой температуры прибѣгаютъ къ термометру, въ которомъ ртуть замѣняется окрашеннымъ (обыкновенно краснымъ) виннымъ спиртомъ. Ртутный термометръ оказывается недостаточнымъ также для опредѣленія температуры, превосходящей точку кипѣнія ртути, и потому измѣреніе такой температуры производится при помощи расширенія воздуха.

Попытки устроить термометръ, который показывалъ бы съ точностью температуру при помощи расширенія твердыхъ тѣлъ, напримѣръ стали, не имѣли успѣха.

§ 134. Сила, съ какою тѣла расширяются подъ вліяніемъ теплоты изумительна. Самые крѣпкіе сосуды не выдерживаютъ этой силы, если наполнить ихъ водою или воздухомъ и, плотно закупоривъ, подвергнуть нагрѣванію. Во многихъ случаяхъ, напр. при составленіи машинъ, весьма важно знать степень расширенія твердыхъ тѣлъ при данной температурѣ, а потому относительная расширяемость тѣлъ должна быть опредѣляема съ величайшею точностью. Опытами дознано, что при возвышеніи температуры отъ нуля до 100° Ц., слѣдующія тѣла растягиваются, т. е. *удлинняются* въ слѣдующей степени: платина на $^1/_{1167}$ часть, стекло на $^1/_{1147}$ ч., сталь на $^1/_{807}$ ч., желѣзо на $^1/_{819}$ ч., мѣдь на $^1/_{584}$ ч., желтая мѣдь на $^1/_{531}$ ч., свинецъ на $^1/_{351}$ ч., цинкъ на $^1/_{340}$ ч. Слѣдовательно, желѣзная полоса напримѣръ, имѣвшая при нулѣ градусовъ 819 линій длины, при 100° Ц. будетъ имѣть уже 820 линій. Зная степень линейнаго расширенія означенныхъ тѣлъ, не трудно опредѣлить также ихъ поверхностное и кубическое расширеніе: для этого стоитъ только помножить приведенныя дроби на 2 или 3, въ первомъ случаѣ произведеніе покажетъ степень рас-

ширенія поверхности тѣла, а въ послѣднемъ—степень его кубическаго расширенія.

Расширеніе жидкостей несравненно значительнѣе, потому что ртуть напримѣръ, при возвышеніи температуры отъ 0° до 100° Ц., расширяется на 1,8, вода на 4,5, а винный спиртъ и масло даже на цѣлыхъ 10 процентовъ противъ прежняго своего объема, а потому въ торговлѣ двумя послѣдними продуктами необходимо обращать вниманіе на ихъ температуру.

§ 135. Всѣмъ извѣстно, что твердыя тѣла трескаются вслѣдствіе неравномѣрнаго расширенія ихъ отъ теплоты. Такъ напр., стеклянный или каменный сосудъ, будучи поставленъ на горячую плиту, получаетъ трещины. Это объясняется очень просто: нижнія части сосуда нагрѣваются и расширяются прежде верхнихъ, которыя продолжаютъ оставаться въ прежнемъ положеніи. Отъ этого внутреннія части сосуда приходятъ въ напряженное состояніе, влекущее за собой разъединеніе атомовъ. Чѣмъ тоньше стѣнки сосуда, или чѣмъ постепеннѣе онъ нагрѣвается, тѣмъ меньше въ немъ бываетъ неравномѣрнаго напряженія, а слѣдовательно онъ и не [illegible]ъ скоро можетъ лопнуть.

§ 136. Расширеніе тѣлъ отъ теплоты сопровождается всегда уменьшеніемъ ихъ плотности, которое наиболѣе бываетъ замѣтно въ жидкихъ и воздухообразныхъ тѣлахъ. Когда нагрѣваютъ воду въ сосудѣ, то нижніе слои ея, нагрѣвающіеся прежде, и потому скорѣе расширяющіеся, постепенно поднимаются, уступая свое мѣсто верхнимъ слоямъ, которые, нагрѣваясь въ свою очередь, также поднимаются, по мѣрѣ уменьшенія ихъ плотности. Такимъ образомъ, въ водѣ происходитъ непрерывное движеніе снизу вверхъ и наоборотъ, что легко замѣтить, если всыпать въ кипящую воду небольшое количество истолченнаго въ порошокъ тѣла, не распускающагося въ водѣ. Это движеніе продолжается до тѣхъ поръ, пока температура жидкости, а слѣдовательно и плотность ея, не будетъ во всѣхъ слояхъ одинакова.

Воздухъ еще скорѣе приводится въ движеніе посредствомъ нагрѣванія, и то, что мы называемъ сквознымъ вѣтромъ, есть ничто иное какъ движеніе воздуха, которое происходитъ оттого, что разные слои его имѣютъ неодинаковую температуру. Въ натопленной комнатѣ нижніе слои воздуха остаются холодными довольно долго, между тѣмъ какъ верхніе уже нагрѣлись. Вотъ почему зимою нагрѣтый воздухъ пробивается наружу чрезъ верхніе пазы дверей и форточекъ, между тѣмъ какъ черезъ нижніе проникаетъ снаружи холодный воздухъ. Мы говоримъ въ такихъ случаяхъ: отъ дверей или окна *дуетъ*. Чтобы наглядно убѣдиться въ этомъ явленіи, стоитъ только поднести зажженную свѣчу къ щели неплотно притворенной двери, и тогда направленіе пламени покажетъ теченіе воздуха. Такъ называемая *тяга* въ печныхъ трубахъ и лампахъ основана именно на томъ, что нагрѣтый воздухъ подымается кверху, и такимъ образомъ открываетъ путь притоку свѣжаго воздуха. А что теплый воздухъ дѣйствительно поднимается вверхъ, въ томъ можно убѣдиться слѣдующимъ опытомъ: Если возмемъ небольшой шаръ, приготовленный изъ самой тонкой бумаги, и подвергнемъ находящійся въ немъ воздухъ быстрому нагрѣванію, то шаръ поднимется. Онъ будетъ даже держаться на извѣстной высотѣ, если температуру нагрѣтаго въ немъ воздуха поддерживать въ одинаковой степени при помощи горящаго спирта въ лампочкѣ, привѣшенной къ шару противъ самаго отверстія, которое оставлено внизу.

§ 137. Говоря о плотности тѣла, мы всегда разумѣемъ состояніе его при извѣстной температурѣ, при которой опредѣлена эта плотность. Измѣненіе плотности твердыхъ и жидкихъ тѣлъ при небольшой разницѣ въ ихъ температурѣ бываетъ почти незамѣтно; плотность ихъ опредѣляется обыкновенно при температурѣ отъ 12° до 15° Ц.

Напротивъ того, плотность воздухообразныхъ тѣлъ сильно измѣняется даже при самыхъ незначительныхъ перемѣнахъ въ

температурѣ. Точныя наблюденія показали, что всѣ газы съ каждымъ градусомъ стоградуснаго термометра расширяются на $^1/_{273}$ часть своего объема. Такимъ образомъ 273 куб. дюйм. воздуха при 15° Ц. займутъ пространство въ 274 к. д., какъ скоро температура его повысится до 16° Ц.; будучи охлаждена до 14° Ц., тоже количество воздуха займетъ пространство только въ 272 куб. д.

Что плотность воздуха не всегда одинакова, это намъ показываетъ не только термометръ, но и барометръ. Когда послѣдній стоитъ высоко, т. е. когда ртуть въ барометрической трубкѣ поднимается, то это значитъ, что атмосферный воздухъ сгущается, становится плотнѣе отъ примѣшивающихся къ нему водяныхъ паровъ, и наоборотъ, когда ртуть понижается, то это значитъ, что воздухъ рѣдѣетъ и расширяется, т. е. становится суше и менѣе плотенъ.

Эти обстоятельства были приняты въ соображеніе при опредѣленіи плотности воздухообразныхъ тѣлъ, и если мы говоримъ (см. § 98), что 770 куб. дюйм. атмосфернаго воздуха вѣсятъ 1 лотъ, или что воздухъ въ 770 разъ менѣе плотенъ, чѣмъ вода, то при этомъ подразумѣвается, что такое опредѣленіе вѣса сдѣлано надъ сухимъ воздухомъ, при высотѣ барометра въ 28 д. и температурѣ 0°. При такихъ же условіяхъ опредѣлена плотность всѣхъ другихъ газообразныхъ тѣлъ.

Зная изъ § 97, что пространства, занимаемыя газами, находятся въ обратномъ отношеніи къ производимому на нихъ давленію, и принимая въ разсчетъ степень разширяемости газовъ при извѣстной температурѣ, мы можемъ вычислить плотность газа при всякомъ давленіи и при какой угодно температурѣ. Такимъ образомъ, мы легко поймемъ, почему шаръ, наполненный нагрѣтымъ воздухомъ, поднимается кверху, и мы этому столь же мало удивляемся, какъ тому, что погруженная въ воду пробка всплываетъ на поверхность.

Расширяемость нагрѣтаго воздуха находитъ важное примѣне-

ніе въ *воздуходѣйствующихъ машинахъ*, изобрѣтеніе которыхъ приписывается шведу *Эриксону*.

§ 138. *Кипяченіе. Испареніе.* Нѣкоторыя тѣла, подвергнутыя вліянію высокой температуры, разрушаются, какъ это бываетъ напримѣръ съ веществами растительными и животными; другія же только измѣняютъ свое состояніе.

Твердыя тѣла, при извѣстной температурѣ, обращаются въ жидкія, или *плавятся*. Въ § 132 мы уже поименовали самыя главныя твердыя тѣла и даже указали температуру, при которой они плавятся; здѣсь только прибавимъ, что эта температура остается для нихъ всегда неизмѣнною; такъ напримѣръ свинецъ всегда плавится только при 334° Ц.

Продолжая нагрѣвать расплавленное тѣло, мы наконецъ доведемъ его до такого состоянія, что его атомы начнутъ пріобрѣтать свойство газовъ. Твердыя и жидкія тѣла въ такомъ состояніи называются *парами*. При помощи чрезвычайно сильнаго нагрѣванія можно обратить въ пары даже металлы, напр. желѣзо, мѣдь и платину.

Тѣла, которыя обращаются въ пары при относительно невысокой температурѣ, называются *летучими*. Пары сохраняютъ свое газообразное состояніе до тѣхъ поръ, пока не измѣнится температура, которая была причиною ихъ происхожденія, съ пониженіемъ же температуры они начнутъ сгущаться и мало по малу обратятся въ жидкость, которая становится тѣмъ плотнѣе, чѣмъ температура ниже, и наконецъ совершенно твердѣетъ.

§ 139. На свойствѣ тѣлъ обращаться въ пары чрезъ нагрѣваніе основаны два важные процесса, имѣющіе примѣненіе въ химіи и техникѣ, а именно *возгонка* и *перегонка*.

Первый процессъ состоитъ въ томъ, что *твердое* тѣло, обращенное въ пары, снова сгущается въ приспособленныхъ къ тому сосудахъ. Сгущаясь, тѣло покрываетъ внутреннія стѣнки сосуда въ видѣ мелкаго порошка, который называется *возго-*

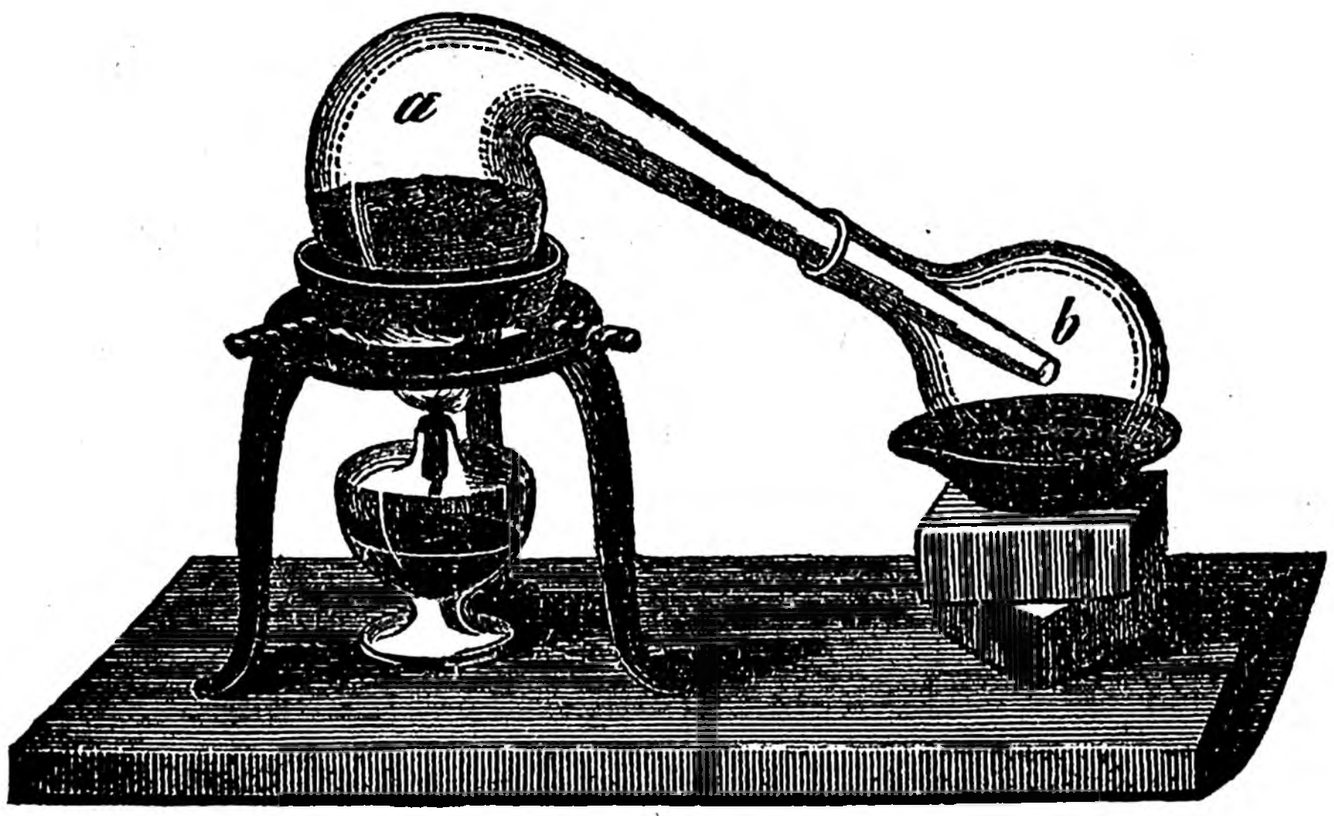
номъ. Если напр. кусокъ камфоры положить въ стеклянную трубку, запаянную съ одного конца, и подвергнуть ее нагрѣванію, то она обратится въ бѣлые пары, которые въ видѣ мелкаго порошка будутъ отлагаться на верхнихъ, болѣе холодныхъ частяхъ трубки.

Перегонка находитъ очень частое примѣненіе. Къ ней вообще прибѣгаютъ, когда требуется отдѣлить летучее тѣло отъ другихъ менѣе летучихъ или нелетучихъ веществъ, напримѣръ въ винокуреніи, для отдѣленія летучаго виннаго спирта отъ солода.

Снарядъ, употреблеющійся для перегонки, обыкновенно состоитъ изъ трехъ частей: *перегоночнаго котла*, въ которомъ жидкость подвергается нагрѣванію, *холодильника*, въ которомъ пары сгущаются, и *пріемника*, въ которомъ собирается перегнанная жидкость.

Для химическихъ работъ этотъ снарядъ дѣлается изъ стекла и состоитъ изъ реторты съ длинною трубкою (рис. 118).

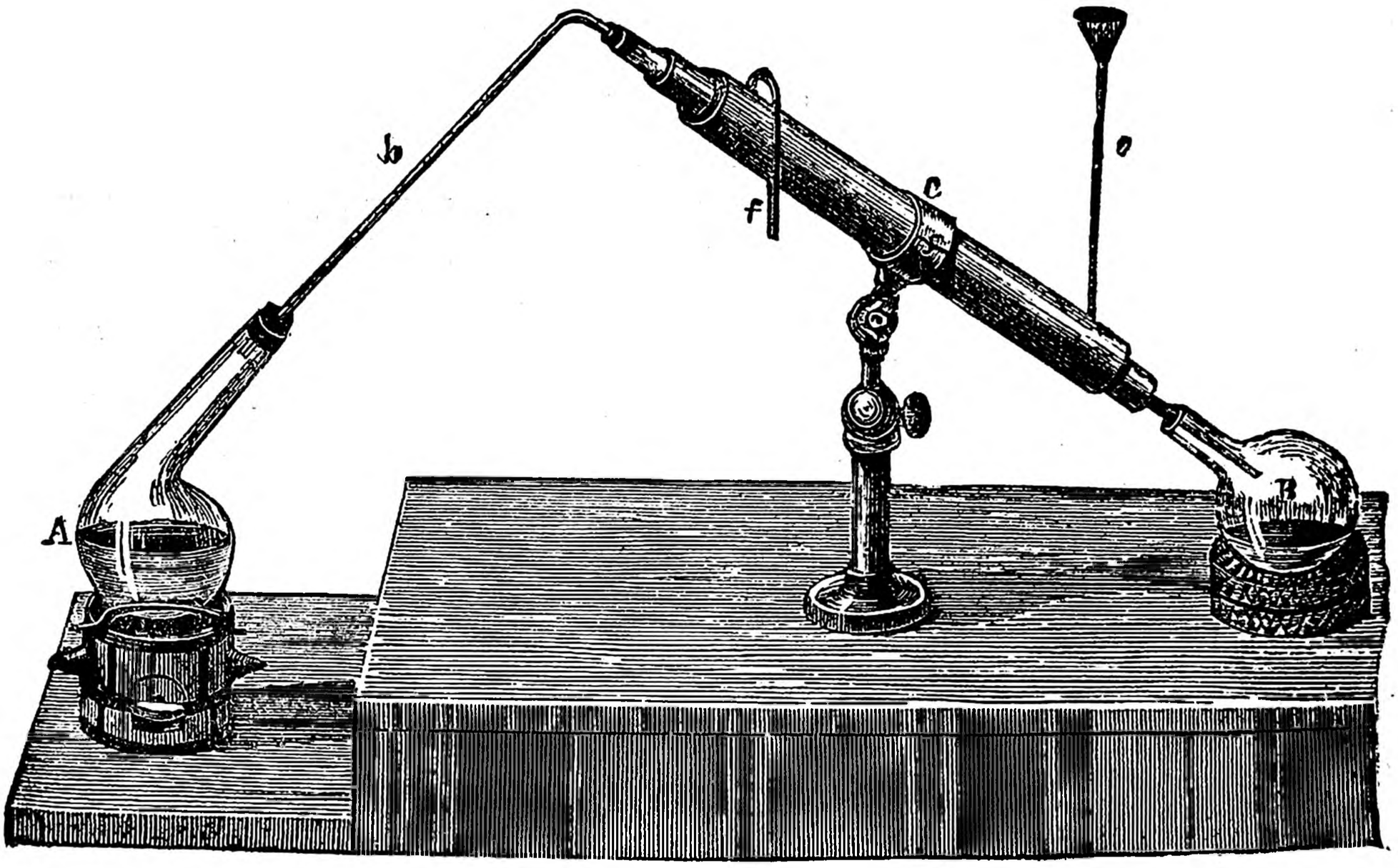
Рис. 118.



Подвергаемое перегонкѣ тѣло обращается въ ретортѣ *a* въ пары, которые охлаждаются въ трубкѣ, и, осаждаясь въ видѣ капель, стекаютъ въ пріемникъ *b*.

Если пары отличаются чрезвычайною летучестью, то ихъ сгущаютъ въ особомъ снарядѣ (рис. 119), который употребляется

Рис. 119.

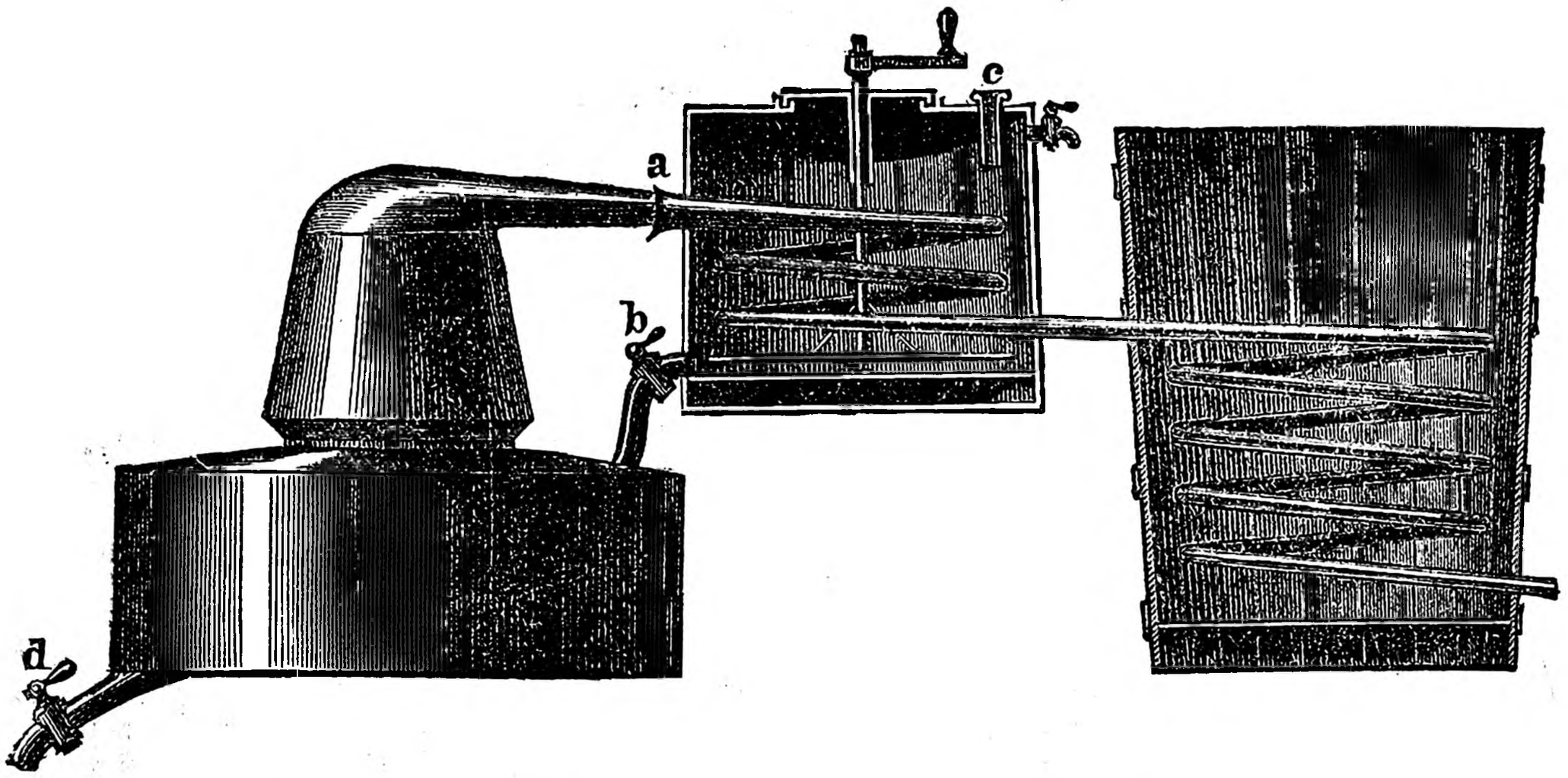


преимущественно при перегонкѣ незначительныхъ количествъ. Реторта *A* посредствомъ длинной изогнутой стеклянной трубки *b* соединяется съ пріемникомъ *B*. Пары охлаждаются при помощи другой, довольно широкой жестяной трубки, въ которой лежитъ стеклянная трубка и которая наполняется водою. По мѣрѣ нагрѣванія воды, она удаляется черезъ трубку *f* въ то время, какъ холодильникъ наполняется черезъ воронку *e* холодною водою.

Для перегонки спирта употребляютъ другой аппаратъ (рис. 120). Онъ состоитъ изъ широкаго мѣднаго котла, называемаго *кубомъ*, который накрытъ коническимъ *колпакомъ*, оканчивающимся горизонтальною трубкою. Пары, образующіеся въ котлѣ, переходятъ черезъ мѣдную или оловянную трубку *a* (которая называется холодильною и имѣетъ змѣевидную форму), въ *чанъ*, въ которомъ бродитъ заторенная жидкость. Послѣдняя, сгущая

винные пары, нагрѣвается ими въ свою очередь и спускается черезъ кранъ *b* въ котелъ, чтобы подвергнуться тамъ перегонкѣ. Несгустившіеся пары проникаютъ въ *холодильникъ*, обширный чанъ, въ которомъ змѣеобразная трубка окружена холодною водою, которая окончательно сгущаетъ ихъ и обращаетъ въ жидкость.

Рис. 120.



Хотя снаряды, употребляющіеся для перегонки, устраиваются различнымъ образомъ, но всѣ они существенно похожи на тотъ, который мы сейчасъ описали.

§ 140. Образованію паровъ въ открытомъ сосудѣ противодѣйствуетъ во-первыхъ сцѣпленіе атомовъ разогрѣваемой жидкости, во-вторыхъ давленіе воздуха, которое сжимаетъ ихъ. Оба эти препятствія должны быть устранены.

Подъ вліяніемъ продолжительнаго нагрѣванія воды до 100° Ц., атомы ея начинаютъ обнаруживать стремленіе удалиться другъ отъ друга, а это-то стремленіе и пересиливаетъ оба означенныя выше-противодѣйствія. Съ этой минуты на днѣ сосуда начинаютъ образоваться небольшіе пузырьки, которые, подымаясь на

поверхность воды, приводятъ ее въ движеніе и, лопаясь, исчезаютъ въ воздухѣ въ видѣ паровъ. Такое состояніе воды мы называемъ *кипяченіемъ*. Напряженіе паровъ въ подымающихся пузырькахъ равняется атмосферному давленію, потому что иначе послѣдніе не могли бы образоваться. Такимъ образомъ всякое количество воды можно совершенно обратить въ пары, между тѣмъ какъ во все время кипѣнія ртуть въ термометрѣ не подымается выше 100° Ц., сколько бы мы ни усиливали нагрѣваніе. Весь избытокъ жара, какъ мы увидимъ ниже, переходитъ въ образующіеся при этомъ пары.

Если мы вскипятимъ воду на высокой горѣ и потомъ опустимъ въ нее термометръ, то увидимъ, что ртуть показываетъ менѣе 100° Ц. Объяснить это очень не трудно: Чѣмъ выше мѣстность, тѣмъ слабѣе давленіе воздуха; слѣдовательно, тѣмъ меньшая температура требуется для обращенія воды въ пары. На горной возвышенности Квито, которая лежитъ на высотѣ 8724 футовъ надъ уровнемъ моря, вода закипаетъ уже при 90° Ц. Если оставить въ сосудѣ небольшое количество воды, вытянуть изъ него воздухъ посредствомъ насоса или другимъ способомъ и взять его потомъ въ руки, то вода закипитъ уже отъ теплоты послѣднихъ.

§ 141. Вода обращается въ пары и безъ искуственнаго нагрѣванія, подъ однимъ вліяніемъ открытаго воздуха. Такое превращеніе жидкости въ пары совершается обыкновенно чрезвычайно медленно и называется испареніемъ. Послѣднее бываетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ обширнѣе поверхность, приходящая въ соприкосновеніе съ воздухомъ, чѣмъ суше и теплѣе этотъ послѣдній, и чѣмъ быстрѣе смѣняются его слои надъ поверхностью воды.

§ 142. Если растворить въ водѣ поваренную или иную соль, сахаръ или другое вещество, то для вскипяченія раствора потребуется температура выше 100° Ц. Оттого большая часть яствъ, изготовляемыхъ въ нашихъ кухняхъ, требуютъ болѣе

высокой температуры для вскипяченія, нежели обыкновенная вода.

§ 143. *О парахъ.* Изъ маріоттова закона, о которомъ была рѣчь въ § 97, слѣдуетъ, что упругость спертаго воздуха бываетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ меньше занимаемое имъ пространство. Этотъ законъ одинаково примѣнимъ ко всѣмъ газамъ, но для нѣкоторыхъ изъ нихъ дѣйствіе его ограничено извѣстными предѣлами. Если напримѣръ углекислый газъ подвергаютъ постоянно увеличивающемуся давленію, то упругость его усиливается въ соотвѣтственной степени; но потомъ вдругъ онъ измѣняетъ свое воздухообразное состояніе и обращается въ жидкость. Тоже самое происходитъ и со многими другими газами, напр. хлорнымъ, свѣтильнымъ и т. п. Съ уменьшеніемъ давленія, часть жидкости, образовавшейся изъ газа, снова обращается въ воздухообразное состояніе. Только три газа: водородъ, кислородъ и азотъ, а также атмосферный воздухъ, представляющій смѣсь этихъ трехъ, не могутъ быть обращены въ жидкость никакимъ давленіемъ, и потому называются *постоянными* газами.

Парами, собственно, называются такія воздухообразныя тѣла, которыя могутъ переходить въ жидкое состояніе при обыкновенной температурѣ и при среднемъ давленіи воздуха, какъ напримѣръ: пары воды, виннаго спирта, эѳира и др.

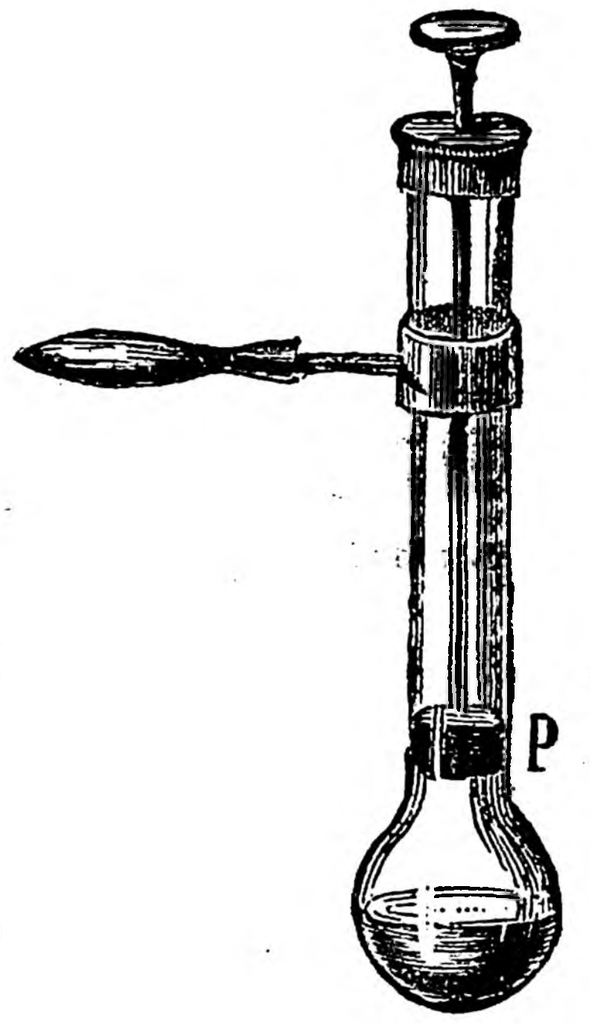
Существенное отличіе такихъ паровъ состоитъ въ томъ, что они подчиняются закону Маріотта только до извѣстныхъ предѣловъ. Такъ напр. если наполнить опредѣленное пространство паромъ и постепенно усиливать давленіе, то упругость пара наконецъ перестанетъ увеличиваться, и избытокъ давленія обнаружится въ томъ, что часть паровъ перейдетъ въ жидкое состояніе.

§ 144. Если нагрѣвать воду въ герметически-закрытомъ сосудѣ, изъ котораго пары не могутъ выходить, то температура ея будетъ быстро возвышаться и пары пріобрѣтутъ необыкно-

венную упругость. Для такихъ опытовъ обыкновенно употребляютъ прочные желѣзные сосуды.

Возьмемъ напр. глухой стеклянный сосудъ (рис. 121). вольемъ въ него небольшое количество воды и заткнемъ отверстіе пробкою, сквозь которую пропущенъ стержень съ насаженнымъ на него поршнемъ, плотно примыкающимъ къ стѣнкамъ сосуда; затѣмъ опустимъ поршень какъ можно ниже и начнемъ нагрѣвать воду: тогда образующіеся при этомъ пары начнутъ расширяться и наконецъ выдвинутъ поршень до пробки. Но если снимемъ сосудъ съ огня, то подъ вліяніемъ внѣшняго воздуха, пары немедленно опять сгустятся, и подъ поршнемъ образуется пустота, вслѣдствіе чего поршень, повинуясь давленію атмосфернаго воздуха, снова опустится.

Рис. 121.



Этотъ простой опытъ надъ подыманіемъ и опусканіемъ поршня вслѣдствіе упругости паровъ и внѣшняго давленія воздуха служитъ основаніемъ устройства всѣхъ *паровыхъ машинъ*.

Слѣдующая таблица показываетъ упругость водяныхъ паровъ при температурѣ выше 100° Ц.:

Упругость выраж. атмосферами.	Соотвѣтствующая температура.	Давленіе на квадр. сантиметръ, выраж. въ тамож. ф.=500 гр.
1	100°	2,06
2	121	4,14
4	145	9,66
6	160	12,40
8	172	16,56
10	182	20,66
15	200	30,98

20	215	41,22
25	226	51,64
30	236	61,98

§ 145. Паровая машина служитъ однимъ изъ самыхъ главныхъ двигателей промышленности. Она даетъ въ распоряженіе человѣка сотни тысячъ рукъ и замѣняетъ тысячи вьючныхъ животныхъ; она дѣлаетъ мореходца независимымъ отъ вѣтра и теченія воды, приводитъ въ движеніе мельницы, независимо отъ воды и вѣтра, преодолѣваетъ всевозможныя тяжести и съ быстротою вѣтра пробѣгаетъ всякія разстоянія.

Вліяніе силы пара на умственное развитіе человѣка также несомнѣнно, потому что всякій важный переворотъ въ его матеріальномъ быту непремѣнно отзывается и въ нравственной сторонѣ его жизни.

Если книгопечатаніе имѣло задачею распространеніе и увѣковѣченіе идей и познаній, то существенною задачею паровой машины сдѣлалось споспѣшествованіе фактамъ и поддержаніе матеріальныхъ выгодъ человѣка. Въ то время, какъ одно совокупляетъ воедино умственную дѣятельность непрерывнаго ряда вѣковъ, другая облегчаетъ личныя сношенія людей, такъ что оба вмѣстѣ сосредоточиваютъ ихъ общія усилія, направленныя къ нравственному и вещественному преуспѣянію человѣчества.

Слѣдовательно, машина по всей справедливости заслуживаетъ подробнаго разсмотрѣнія, и нашъ долгъ показать, что дѣйствіе паровой машины, при всей своей чудесности, не имѣетъ въ себѣ ничего непостижимаго или сверхъестественнаго, а напротивъ того основано на самыхъ обыкновенныхъ силахъ природы, которыми съумѣлъ воспользоваться умъ человѣческій.

§ 146. Дѣйствіе паровой машины есть просто слѣдствіе упругости спертыхъ въ данномъ пространствѣ водяныхъ паровъ, разгоряченныхъ до температуры, превышающей точку кипѣнія.

Сила этого дѣйствія зависитъ отъ степени упругости паровъ и отъ величины поверхности нагнетательнаго поршня.

Положимъ, что паръ имѣетъ упругость, равную давленію одной атмосферы, а поверхность поршня равняется одному квадратному метру или 1378 парижскимъ квадр. дюймамъ; то, согласно сказанному въ § 102, поршень будетъ двигаться съ такою же силою, какъ если бы на него дѣйствовала тяжесть въ 20000 фунтовъ. А если увеличить упругость пара втрое или вчетверо, то дѣйствіе машины усилится въ соотвѣтственной степени.

Машины, дѣйствующія подъ вліяніемъ паровъ, имѣющихъ незначительную упругость, называются *машинами низкаго давленія*, въ отличіе отъ *машинъ высокаго давленія*, дѣйствующихъ при помощи весьма упругихъ паровъ.

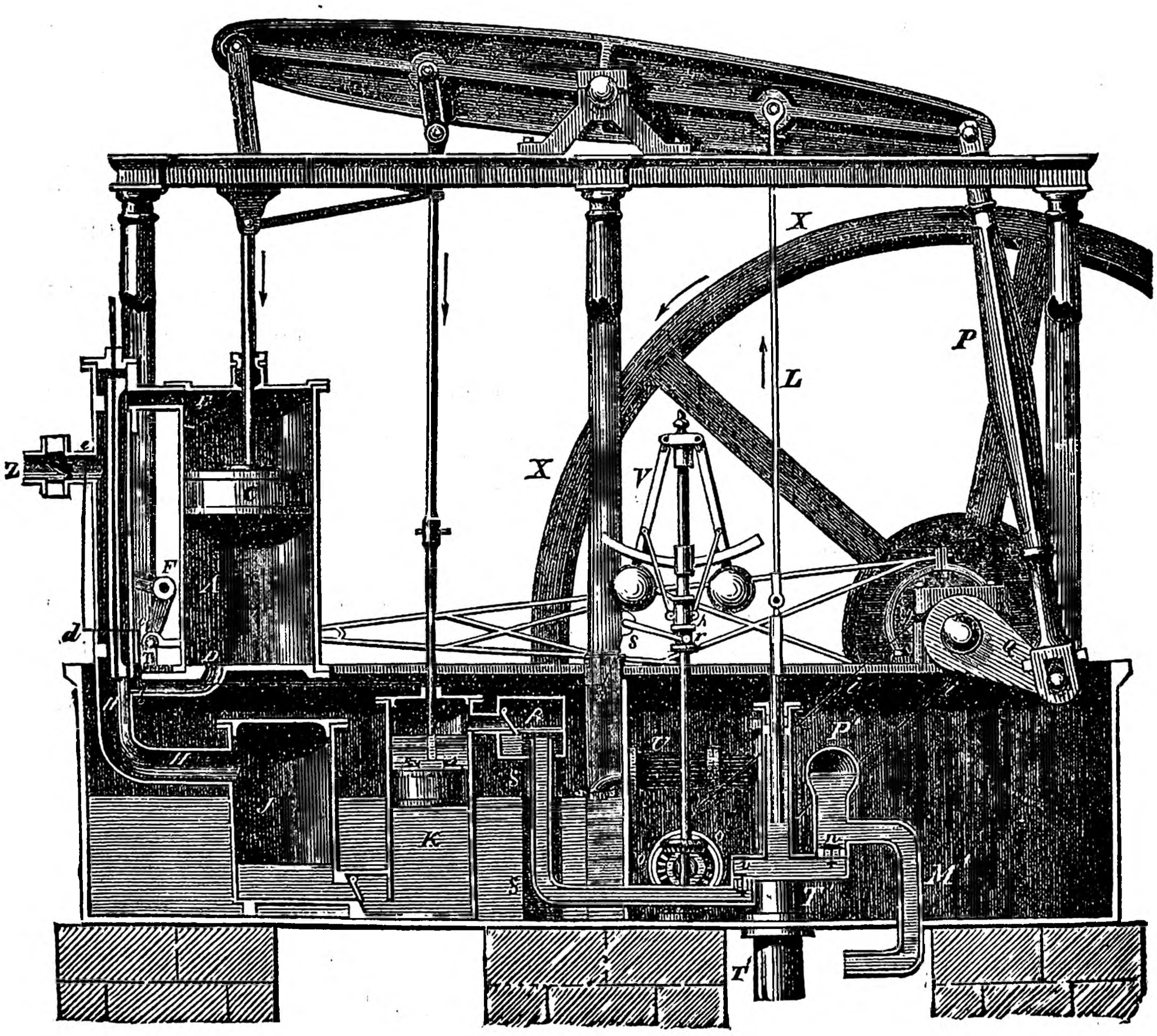
Не слѣдуетъ однако думать, что машины низкаго давленія уступаютъ въ силѣ машинамъ высокаго давленія. Вся разница между ними заключается только въ томъ, что послѣднія имѣютъ цилиндръ меньшаго діаметра, вслѣдствіе чего ихъ отношенія уравниваются. Ясно, что давленіе *одной* атмосферы на поршень въ *четыре* квадр. фута, и давленіе *четырехъ* атмосферъ на поршень съ поверхностью въ *одинъ* квадр. футъ, будутъ имѣть одинаковое дѣйствіе.

Въ послѣднемъ случаѣ, разумѣется, объемъ машины будетъ меньше, и именно потому, что паръ удаляется отъ одной стороны поршня не чрезъ сгущеніе, а чрезъ удаленіе его въ атмосферный воздухъ, вслѣдствіе чего устройство машины много упрощается.

§ 147. *Паровой котелъ.* Пары производятся въ желѣзномъ или мѣдномъ котлѣ различной формы. Котелъ долженъ быть устроенъ такъ, чтобы дѣйствію огня подвергалась наибольшая его поверхность. Для этого ему обыкновенно даютъ форму замкнутаго съ концовъ цилиндра, и со всѣхъ сторонъ одинаково подверженнаго дѣйствію пламени. Это даетъ воз-

можность разомъ превращать въ пары значительную массу воды и въ большомъ количествѣ проводить ихъ черезъ трубу въ машину. Толщина стѣнокъ пароваго котла соразмѣряется съ его діаметромъ и съ упругостью развиваемыхъ въ немъ паровъ, и опредѣляется установленною нормою. Степень упругости паровъ и высота воды въ котлѣ опредѣляются особымъ снарядомъ. Къ составнымъ частямъ пароваго котла принадлежатъ: предохранительный клапанъ, паровая труба, водопріемный каналъ и такъ называемый *большой пролетъ*, предназначенный для чистки пароваго котла.

Рис. 122.



§. 148. *Машина низкаго давленія* (рис. 122) дѣйствуетъ слѣдующимъ образомъ: паръ, образующійся въ паровомъ котлѣ

проникаетъ черезъ трубу *Z*, при помощи приспособленныхъ къ тому клапановъ, въ цилиндръ *A* и притомъ поперемѣнно, то сверху, то снизу, такъ что отъ дѣйствія его находящійся въ цилиндрѣ поршень *c* то подымается, то опускается. Проникнувъ черезъ отверстіе *E*, онъ нагнетаетъ поршень; оттого послѣдній опускается и встрѣчаетъ противодѣйствіе напирающаго снизу пара, который подвигаетъ его опять вверхъ. Потому для правильнаго и постояннаго противодѣйствія нужно, чтобы нижніе пары удалялись въ то время, когда поршень опускается, а верхніе, когда онъ подымается. Это достигается слѣдующимъ образомъ: какъ скоро поршень поднялся, находящійся подъ нимъ паръ удаляется тѣмъ же снарядомъ черезъ трубу *HH* въ пріемникъ *J*, окруженный холодною водою и называемый *конденсаторомъ*, гдѣ паръ сгущается и обращается ва жидкость. Вслѣдствіе сгущенія находящихся подъ поршнемъ паровъ, удаленныхъ черезъ трубу *HH*, образуется въ цилиндрѣ пустое пространство, и поршень подъ вліяніемъ свѣжихъ паровъ, проникающихъ черезъ отверстіе *E*, опускается. Онъ снова поднимается, когда дѣйствующіе сверху пары сгустятся, а снизу, черезъ отверстіе *D*, проникнутъ свѣжіе пары.

Послѣдовательное удаленіе и сгущеніе паровъ со стороны, противоположной давленію, происходитъ чрезвычайно правильно, благодаря тому же снаряду, который направляетъ паръ на поршень, то сверху, то снизу, и такимъ образомъ заставляетъ его поперемѣнно двигаться внизъ и вверхъ. Вмѣстѣ съ поршнемъ приходитъ въ движеніе утвержденный въ серединѣ его стержень, проходящій черезъ верхнюю крышку цилиндра. Впрочемъ, такой родъ движенія рѣдко примѣняется къ цѣлямъ промышленнымъ. Обыкновенно движеніе сообщается при помощи горизонтальнаго *вала*. Слѣдовательно, для достиженія этой цѣли, необходимо замѣнить восходящее и нисходящее движеніе поршневаго стержня вращательнымъ движеніемъ горизонтальнаго вала.

Это производится слѣдующимъ образомъ: стержень двигающагося поршня утверждается на одномъ концѣ равноплечнаго рычага, называемаго *коромысломъ*, къ другому концу рычага прикрѣпляется переводный рычагъ P, соединенный посредствомъ *мотыля* Q съ горизонтальнымъ валомъ. Послѣдній приводитъ въ движеніе утвержденное на немъ маховое колесо XX (ср. § 78), которое вращается въ показанномъ стрѣлкой направленіи.

Теперь объяснимъ прочія части машины. Вода, образующаяся въ конденсаторѣ отъ сгущенія паровъ, удаляется изъ пріемника самодѣйствующимъ насосомъ и проходитъ въ двухколѣнную трубу R, оттуда она, дѣйствіемъ нагнетательнаго насоса L, вытѣсняется черезъ трубку M' въ паровой котелъ. Эта вода всегда бываетъ еще нѣсколько тепловата и потому скорѣе другой обращается снова въ пары.

Снарядъ V называется *регуляторомъ*. Его назначеніе состоитъ въ томъ, чтобы впускать черезъ клапанъ e въ трубу Z большее или меньшее количество паровъ, смотря потому, какъ велико должно быть дѣйствіе.

§ 149. *Машина высокаго давленія* требуетъ въ одно и тоже время почти такое же количество паровъ, какъ и равносильная ей машина низкаго давленія. Но она должна быть устроена такъ, чтобы въ короткое время, и на весьма ограниченномъ пространствѣ, въ ней развивалось какъ можно больше паровъ. Это достигается тѣмъ, что нагрѣтый въ топкѣ AA (рис. 123) воздухъ устремляется черезъ множество мѣдныхъ трубокъ, окруженныхъ со всѣхъ сторонъ водою, какъ можно видѣть на рис. 123 и 124, изъ которыхъ одинъ (124) представляетъ поперечный, а другой (123) продольный разрѣзъ *паровоза*. Образующіеся при этомъ пары достигаютъ упругости отъ 4 до 6 атмосферъ, собираются въ пространствѣ BB, откуда подымаются въ вертикальный цилиндръ CC, а черезъ трубу cc, раздѣляющуюся на два рукава, изъ которыхъ ви-

Рис. 123.

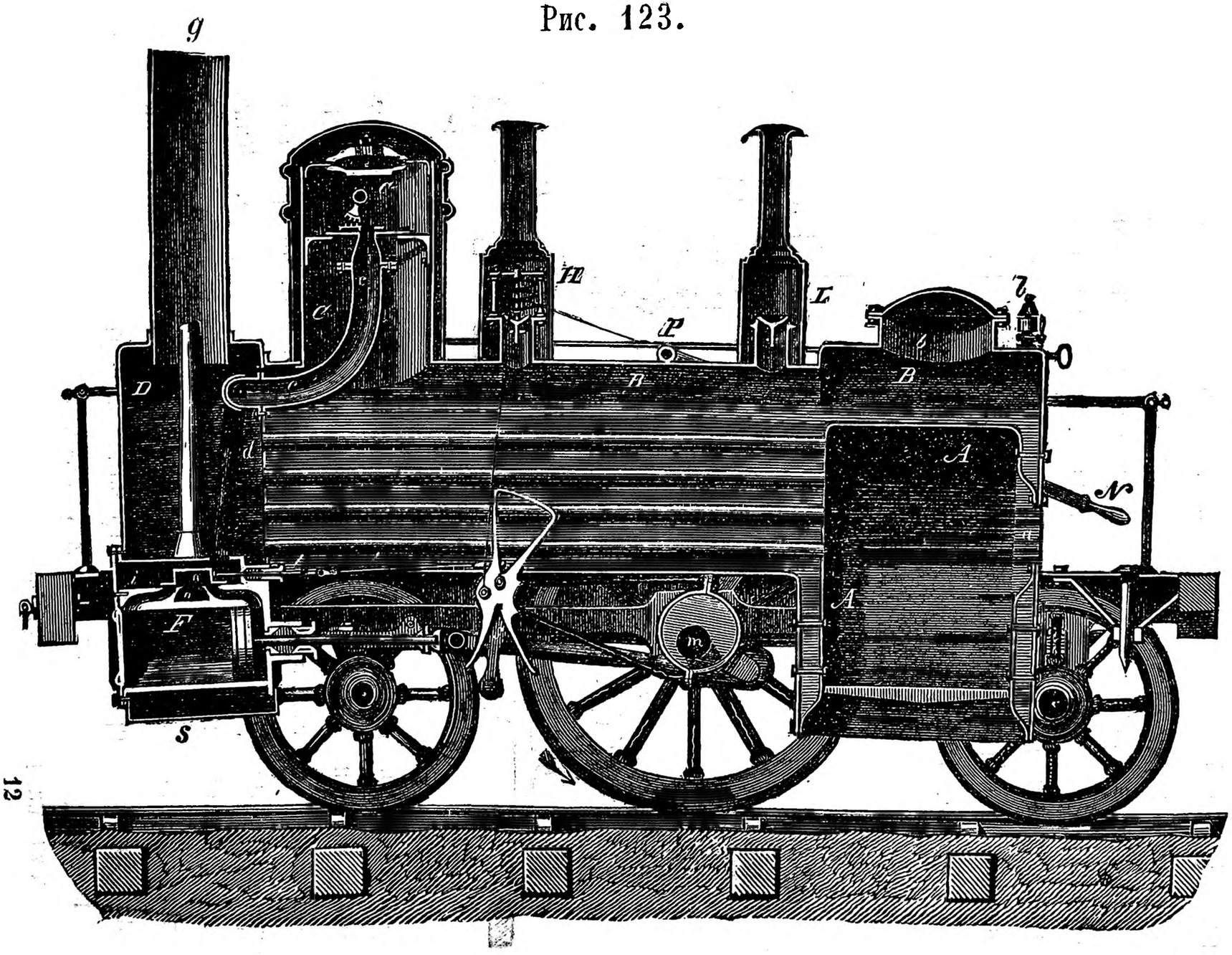
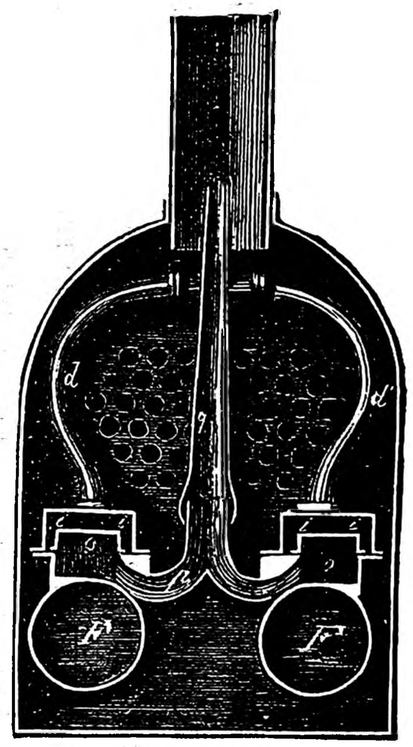


Рис. 124.



дѣнъ здѣсь только одинъ, d, проникаютъ въ горизонтальный цилиндръ F, позади котораго находится другой такой же цилиндръ, соединенный съ другимъ рукавомъ трубы cc. Поршневые стержни этихъ цилиндровъ движутся въ горизонтальномъ направленіи и, при помощи переводныхъ рычаговъ, приводятъ въ дѣйствіе большое колесо одновременно съ меньшими. Избытокъ пара, вмѣстѣ съ дымомъ, освобождается черезъ трубу g.

Послѣдовательное удаленіе пара по ту и другую сторону поршня, и допущеніе къ нему новаго, вслѣдствіе чего поршень двигается взадъ и впередъ, производятся при помощи особаго снаряда, изображеннаго на рисункахъ 125 и 126, которые

Рис. 125.

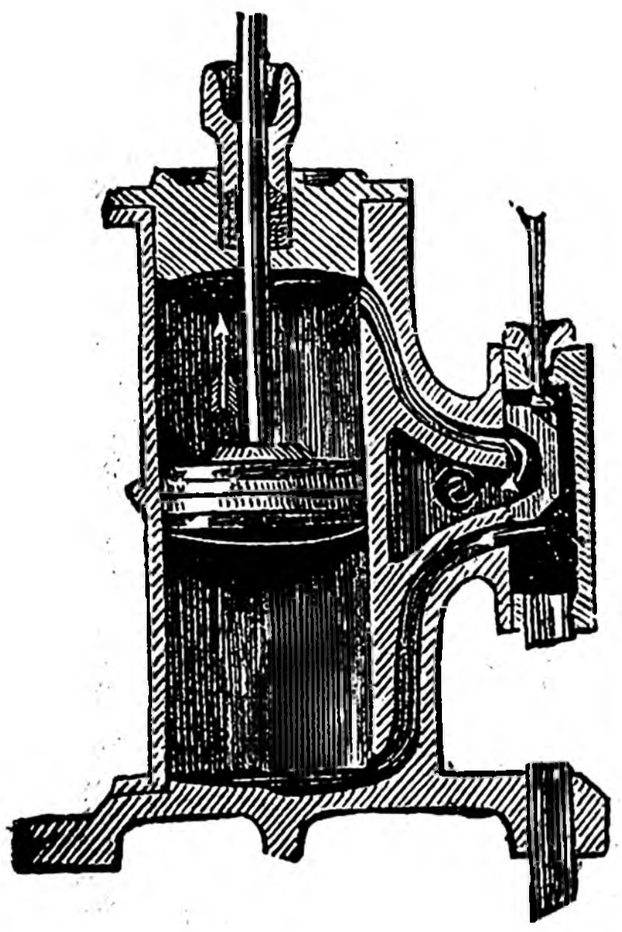
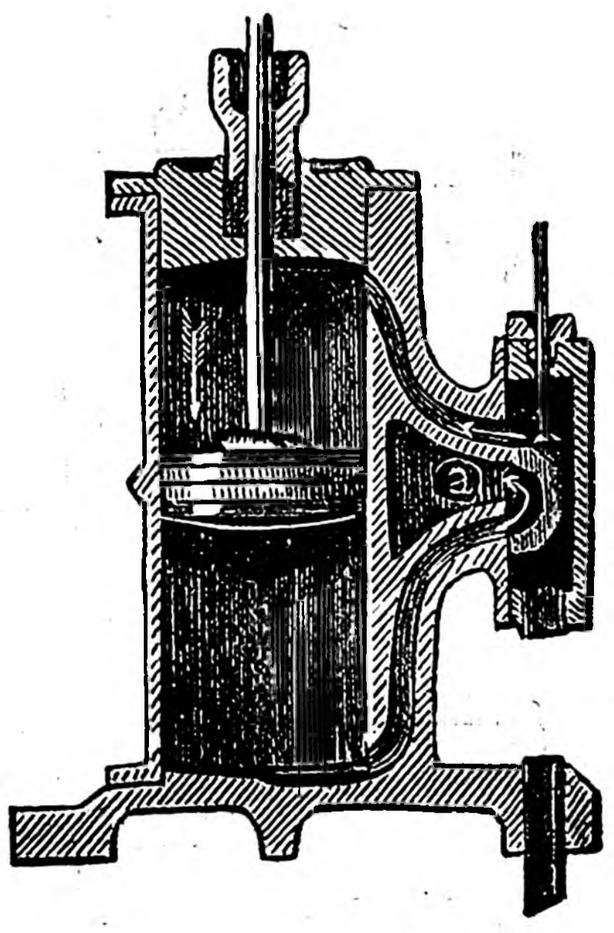


Рис. 126.



представляютъ продольный разрѣзъ цилиндра съ этимъ снарядомъ. Правая стѣнка цилиндра, какъ показано на чертежѣ, чрезвычайно толста и прорѣзана двумя каналами, которые входятъ въ подвижной ящикъ съ паропроводною трубою. Какъ скоро машина пущена въ ходъ, ящикъ, при помощи особаго механизма, передвигается и открываетъ отверстіе нижняго канала, чрезъ который снизу устремляется паръ, двигающій поршень кверху (рис. 125), между тѣмъ какъ находящійся *надъ* поршнемъ паръ удаляется черезъ другой каналъ въ отверстіе a,

которое отводитъ его въ сторону. Рис. 126 показываетъ обратное движеніе.

§ 150. Паровыя машины были извѣстны еще въ семнадцатомъ столѣтіи, но онѣ были весьма несовершенны; только около 1763 года англичанинъ *Джемсъ Уаттъ* сообщилъ имъ устройство, до сихъ поръ еще сохранившееся въ существенныхъ чертахъ. Первый пароходъ, удавшійся въ большихъ размѣрахъ, былъ построенъ американцемъ *Робертомъ Фультономъ* въ 1807 году.

Горючимъ матеріаломъ для паровыхъ машинъ обыкновенно служитъ каменный уголь. Неподвижная паровая машина въ одну лошадиную силу требуетъ около 20 фунтовъ угля въ часъ. Въ теченіе такого же времени требуется для машины:

въ	2	лошад. силы	31	ф. угля.
»	10	»	100	»
»	20	»	166	»
»	100	»	555	»
»	200	»	1100	»

Машины для пароходовъ и локомотивы потребляютъ, относительно, еще большее количество угля.

§ 151. *Распространеніе теплоты.* Мы знаемъ, что тѣло, которому сообщена высокая температура, постепенно утрачиваетъ свою теплоту, иначе сказать, оно охлаждается. Извѣстно намъ и то, что тѣло низкой температуры постепенно нагрѣвается, когда его подвергаютъ вліянію теплоты. Стало быть, теплота не есть постоянное свойство матеріи. Теплота какъ физическое явленіе извѣстно подъ названіемъ *теплорода*.

Теплота распространяется двоякимъ способомъ, во первыхъ *непосредственно* массою тѣла, т. е. передачею ея отъ одного атома къ другому, ближайшему, и такъ далѣе до тѣхъ поръ, пока вся масса тѣла не проникнется ею въ одинаковой сте-

пени. Во вторыхъ, *чрезъ посредство* воздуха, который передаетъ лучи теплоты, исходящіе изъ тѣлъ, подобно лучамъ звука и свѣта.

§ 152. Не всѣ тѣла распространяютъ теплоту съ одинаковою скоростью. Нельзя накалить конецъ булавки, не обжигая пальцевъ; между тѣмъ, какъ лучинку, даже меньшей длины, зажженную съ одного конца, безопасно можно держать между пальцами. Способность тѣлъ распространять теплоту своею массою называется *теплопроводностью*, и соотвѣтственно степени этой теплопроводности тѣла называются хорошими или дурными *проводниками* теплоты.

Лучшими проводниками теплоты считаются металлы. Тѣла, имѣющія незначительную плотность, обладаютъ слабою степенью теплопроводности, которая бываетъ тѣмъ меньше, чѣмъ скважистѣе и рыхлѣе тѣло. Поэтому камни, глина и глиняные сосуды, стекло и т. п., причисляются къ посредственнымъ; дерево, солома, волосъ, растительныя волокна и ткани, изъ нихъ приготовляемыя, къ дурнымъ проводникамъ теплоты.

Многія изъ самыхъ обыкновенныхъ явленій бываютъ слѣдствіемъ различной степени теплопроводности; такъ напримѣръ вода закипаетъ въ металлическихъ сосудахъ скорѣе, нежели въ глиняныхъ; пылающій уголь, будучи положенъ на желѣзную пластинку, скоро потухаетъ, между тѣмъ какъ на деревѣ онъ продолжаетъ тлѣть; наконецъ, прикосновеніе металловъ къ тѣлу производитъ на насъ ощущеніе холода, потому что они быстро отводятъ животную теплоту нашего тѣла.

Чтобы предотвратить слишкомъ быстрое уменьшеніе теплоты въ нашемъ тѣлѣ чрезъ лучеиспусканіе или отводъ теплорода, мы одѣваемся въ плохіе проводники его, каковы шерстяное платье и мѣховая одежда. По той же причинѣ для устройства теплаго ложа употребляютъ мохъ, сѣно, перья и пухъ; а фруктовыя деревья окутываютъ на зиму соломою, для предохраненія ихъ отъ дѣйствія холода.

Воздухъ и вода принадлежатъ къ числу весьма дурныхъ проводниковъ теплорода. Вслѣдствіе этого температура въ погребахъ и колодцахъ бываетъ почти одинакова, какъ зимою, такъ и лѣтомъ, и мы уже видѣли изъ § 136, что воздухъ и вода только потому ускоряютъ распространеніе теплоты, что приводятъ ее въ движеніе. Къ числу тѣлъ, обладающихъ незначительною теплопроводностью, слѣдуетъ отнести снѣгъ и ледъ, и всѣмъ извѣстно, что озимые посѣвы часто вымерзаютъ въ суровыя зимы, если не прикрыты толстымъ слоемъ снѣга.

§ 153. Лучи теплорода становятся ощутительны, если, напримѣръ, приблизиться къ натопленной печи. Въ томъ, что теплородъ распространяется дѣйствительно лучами, легко убѣдиться, оградивъ себя со стороны печи ширмою. Солнечная теплота доходитъ до земли также лучами, а что воздухъ при этомъ нагрѣвается лишь въ весьма незначительной степени, видно изъ того, что въ верхнихъ слояхъ атмосферы постоянно бываетъ холодно.

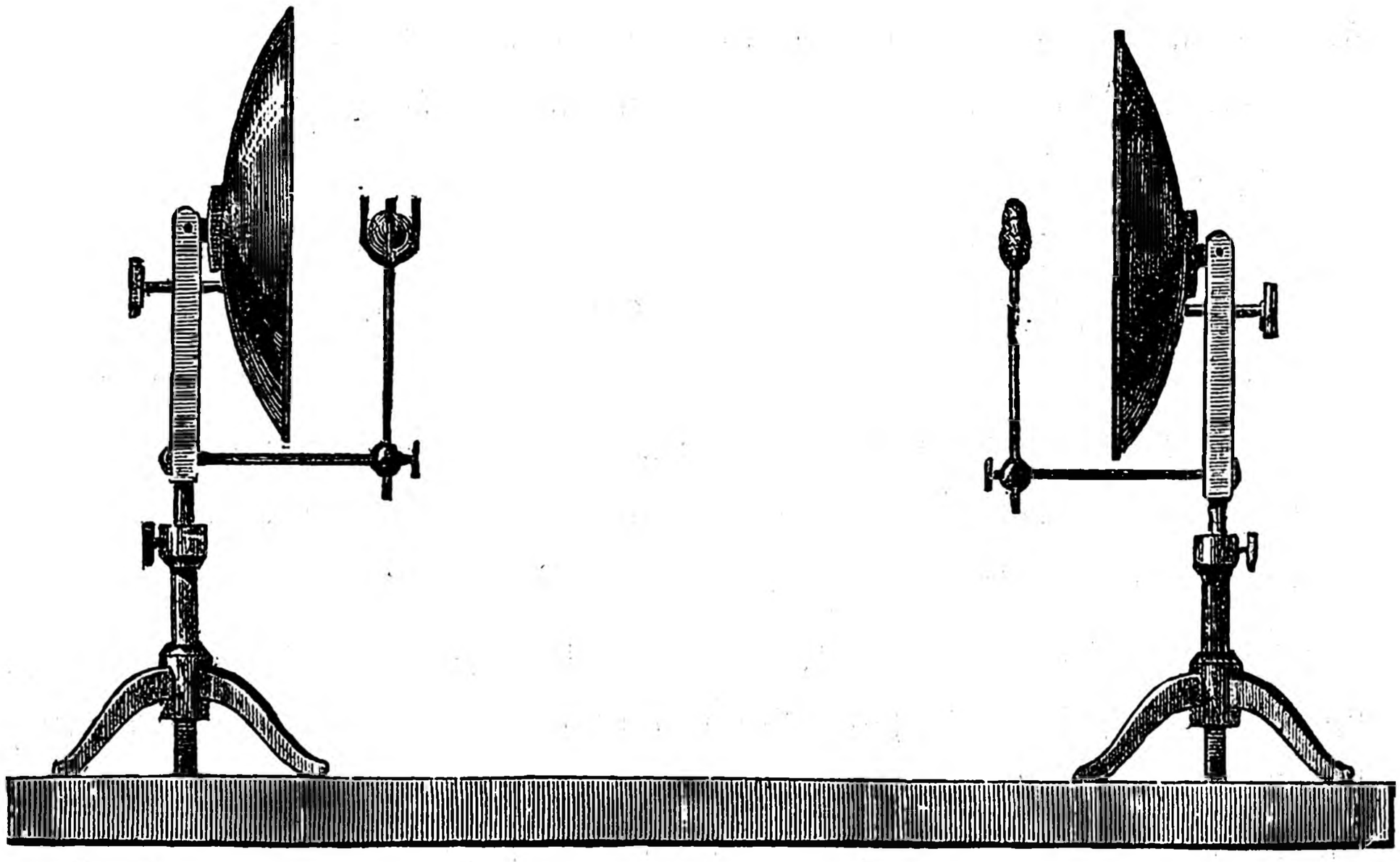
Лучи свѣта, подобно лучамъ звука, *преломляются*, когда проникаютъ въ слои различной плотности, и *отражаются*, когда падаютъ на твердые предметы. Оба эти явленія обнаруживаются наиболѣе разительно при помощи *зажигательнаго стекла* и *зажигательнаго зеркала*.

О зажигательномъ стеклѣ мы будемъ говорить подробно въ отдѣлѣ о свѣтѣ, теперь же остановимся только на зажигательномъ зеркалѣ. Послѣднее состоитъ изъ вогнутаго мѣднаго зеркала съ полированною поверхностью. Рис. 127 представляетъ два такія зеркала, поставленныя одно противъ другаго. Лучи теплоты, падающіе на поверхность зеркала въ параллельномъ его оси направленіи, отбрасываются ею такимъ образомъ, что всѣ они сходятся передъ зеркаломъ въ одной опредѣленной точкѣ, которая называется *фокусомъ* или *зажигательною точкою*. Поэтому, если поставить въ этой точкѣ горящее тѣло, то его

лучи, падая на вогнутую поверхность зеркала, будутъ отражаться имъ въ параллельномъ направленіи.

Это свойство зажигательнаго стекла подтверждается слѣдующимъ опытомъ: Два зеркала ставятъ одно противъ другаго, какъ на рис. 127, и въ фокусъ одного изъ нихъ кладутъ раскаленный желѣзный шарикъ или пылающій уголь, а въ зажи-

Рис. 127.



гательной точкѣ другаго зеркала устанавливаютъ кусокъ трута или какое нибудь легко воспламеняющееся тѣло. Черезъ нѣсколько времени трутъ начинаетъ тлѣть, изъ чего слѣдуетъ, что лучи теплоты, исходящіе отъ горящаго тѣла, падая на поверхность зеркала, отражаются имъ въ параллельномъ направленіи на противоположномъ зеркалѣ, которое сосредоточиваетъ ихъ въ той точкѣ, гдѣ находится трутъ. Поднося термометръ поперемѣнно къ разнымъ точкамъ между зеркалами, можно убѣдиться, что нигдѣ температура не доходитъ до такого жара, какъ именно въ фокусѣ.

Температура въ фокусѣ зависитъ отъ величины зажигатель-

наго зеркала и силы источника тепла. Есть такія зеркала, при помощи которыхъ сосредоточенные въ ихъ фокусахъ солнечные лучи могутъ расплавлять и воспламенять предметы, сопротивляющіеся самому сильному пламени.

Лучистый теплородъ распространяется со скоростью свѣта, который, какъ извѣстно, пробѣгаетъ 42000 миль въ секунду.

§ 154. Отношенія тѣлъ къ падающимъ на нихъ лучамъ теплоты чрезвычайно различны. Есть тѣла, которыя пропускаютъ ихъ чрезъ себя, не удерживая въ себѣ ни малѣйшей ихъ части; къ такимъ тѣламъ принадлежитъ напримѣръ воздухъ. Такое же свойство обнаруживаютъ и нѣкоторыя твердыя тѣла, какъ напримѣръ каменная соль; но они, въ этомъ случаѣ, составляютъ исключеніе, потому что всѣ прочія тѣла болѣе или менѣе поглощаютъ лучистый теплородъ.

Можно принять за общее правило, что твердое тѣло принимаетъ въ себя тѣмъ больше лучистой теплоты, чѣмъ меньшую оно имѣетъ плотность и чѣмъ темнѣе цвѣтъ его, и наоборотъ. Вотъ почему сосновая сажа вбираетъ въ себя почти всѣ лучи теплоты, между тѣмъ какъ полированное серебро или желѣзо почти совершенно отбрасываютъ ихъ. Заверните одинъ термометръ въ бѣлую матерію, а другой въ черную, и выставьте ихъ потомъ на солнце, и вы увидите что температура послѣдняго термометра будетъ выше. Такъ точно снѣгъ таетъ скорѣе, когда онъ накрытъ чернымъ сукномъ, и почва нагрѣвается лучами солнца тѣмъ сильнѣе, чѣмъ темнѣе цвѣтъ ея. Этимъ объясняется, почему лѣтомъ носятъ преимущественно свѣтлое платье, а зимою темное.

Обѣ названныя группы тѣлъ различаются между собою, сверхъ того, еще тѣмъ, что они неодинаково скоро *испускаютъ* лучи теплоты. Твердыя тѣла обладаютъ незначительною способностью лучеиспусканія въ сравненіи съ рыхлыми. Оттого горячая жидкость, напримѣръ кофе или чай, въ свѣтломъ ме-

таллическомъ чайникѣ охладѣваютъ гораздо медленнѣе, нежели въ глиняной, закопченой сажею носудѣ.

§ 155. *Скрытый* или *несвободный теплородъ*. Изъ § 140 мы видѣли, что вода, нагрѣтая до точки кипѣнія, не принимаетъ болѣе высокой температуры, сколько бы мы ни усиливали жаръ. При этомъ часть его постоянно удаляется вмѣстѣ съ парами и термометръ неизмѣнно показываетъ 100° Ц., какъ въ самой водѣ, такъ и въ парахъ ея. Если снѣгъ или ледъ, съ температурой въ 0° поставить на горячую плиту въ кастрюлѣ, то вода, которая произойдетъ отъ таянія, будетъ показывать все туже температуру 0°. Весь теплородъ, приводимый къ ней въ обоихъ случаяхъ, служитъ, по видимому, только для того, чтобы превратить твердую массу въ жидкость, и, продолжая нагрѣвать послѣднюю, обратить ее въ пары, причемъ температура воды, образовавшейся изъ снѣга, остается та же, что и въ снѣгѣ, и паръ нисколько не горячѣе кипящей воды.

Слѣдовательно тѣла могутъ принимать въ себя теплородъ, не возвышая своей прежней температуры, но они приходятъ при этомъ въ менѣе-плотное состояніе. Такой теплородъ, нечувствительный для осязанія, называется *скрытымъ* или *несвободнымъ*. Потому паръ, производимый при 100° Ц., есть вода, имѣющая температуру въ 101° Ц. + скрытый теплородъ.

Во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда тѣло переходитъ изъ плотнаго состоянія въ менѣе плотное, оно принимаетъ въ себя нѣкоторое количество скрытаго теплорода. Этотъ теплородъ извлекается всегда изъ ближайшей окружающей среды, температура которой вслѣдствіе того понижается. Такъ напр. если въ жаркій лѣтній день налить на полъ струю воды, то она испарится и поглотитъ при этомъ значительное количество теплорода, вслѣдствіе чего воздухъ замѣтно освѣжится. Повѣсьте рядомъ два термометра и смочите ртутный шарикъ одного изъ нихъ водою; тогда увидите, что послѣдній термометръ покажетъ

меньшую температуру; это происходитъ оттого, что вода, испаряясь, отнимаетъ у него часть теплорода.

Напротивъ того, переходя изъ газообразнаго состоянія въ жидкое, изъ жидкаго въ твердое, тѣла освобождаютъ скрытый теплородъ. Обыкновенно это происходитъ въ тѣхъ случаяхъ, когда присутствіе освобождающагося теплорода бываетъ не очень чувствительно. Однако при содѣйствіи химическаго средства можно разомъ превращать значительныя количества воды изъ жидкаго состоянія въ твердое, и наоборотъ. Первое происходитъ при гашеніи извести, когда, вслѣдствіе освобожденія скрытаго теплорода, температура сильно нагрѣвается. Если же, напримѣръ, смѣшать сѣрную кислоту съ кристаллизованною глауберовою солью, то послѣдняя быстро растворится и поглотитъ при этомъ столько теплорода, что произойдетъ холодъ въ — 8° до — 10°, совершенно достаточный для образованія льда въ самую знойную лѣтнюю пору.

§ 156. *Удѣльный теплородъ.* Чтобы различныя тѣла, имѣющія одинаковый вѣсъ и одинаковую температуру, хоть напр. въ 0°, нагрѣть въ одинаковой степени, напримѣръ до + 1° Ц. необходимо употребить различное количество теплорода. Возьмемъ для опыта воду, скипидаръ, желѣзо и ртуть, въ количествахъ, равныхъ по вѣсу, и подвергнемъ ихъ нагрѣванію отъ 0° до × 1° Ц. Результатъ покажетъ, что количества требующейся для этого теплоты относятся какъ 1 : $^1/_2$: $^1/_8$: $^1/_{33}$, т. е. что скипидаръ требуетъ только половину, желѣзо одну восьмую, а ртуть одну тридцать-третью часть того количества теплорода, которое необходимо для сообщенія водѣ соотвѣтственной температуры въ × 1° Ц. Положимъ, что въ одномъ изъ двухъ одинаковыхъ сосудовъ находится фунтъ воды, а въ другомъ фунтъ скипидара, равной температуры. Чтобы въ одно время нагрѣть обѣ жидкости до одинаковой степени, подъ сосудъ съ водою слѣдуетъ развести *вдвое* сильнѣйшій огонь противъ того, который нуженъ для скипидара.

Изъ этого слѣдуетъ, что, подобно тому, какъ каждое тѣло обладаетъ свойственною ему плотностью, оно обладаетъ также извѣстнымъ количествомъ теплорода, присутствіе котораго не всегда можетъ быть обнаружено термометромъ, но отъ качества котораго зависитъ способность тѣла принимать въ себя теплоту. Эта способность называется *теплоемкостью*.

Дѣйствіе различныхъ горючихъ матеріаловъ.

Оканчивая отдѣлъ о теплородѣ считаемъ полезнымъ, въ практическомъ отношеніи, показать сравнительное количество теплоты, развиваемой различными тѣлами при горѣніи. Опытъ показалъ, что при сгараніи одного фунта ниже слѣдующихъ веществъ, соотвѣтственное имъ въ таблицѣ количество фунтовъ воды можетъ быть нагрѣто отъ 0° до 100° Ц.:

Водородный газъ	230	Торфъ, обыкновенный .	15
Свѣтильный газъ	64	» хорошаго качества.	30
Совершенно сухое дерево .	36	Торфяной уголь. . . .	63
Обыкнов. сухія дрова . . .	29	Деревянное масло. . .	112
Каменный уголь, лучш. кач.	70	Рѣпное масло, очищенное	93
» » обыкнов.	60	Сало	80
Коксъ :	66	Винный спиртъ. . . .	60
Древесный уголь	73		

VI. О СВѢТѢ.

§ 157. Явленія свѣта происходятъ отъ разныхъ источниковъ; 1, Отъ солнца и неподвижныхъ звѣздъ. 2, Отъ теплорода, который излучается изъ предметовъ, потому что каждый предметъ, подвергнутый извѣстной степени тепла, начинаетъ свѣ-

титься. При этомъ все-равно, развивается-ли теплота вслѣдствіе механическаго или химическаго вліянія. Обыкновенно, впрочемъ, оно происходитъ подъ вліяніемъ послѣднихъ; 3, отъ электричества; 4, отъ нѣкоторыхъ животныхъ нисшаго разряда, которыя испускаютъ свѣтъ; изъ нихъ наиболѣе извѣстно насѣкомое *свѣтлякъ*; явленіе это замѣчается также у нѣкоторыхъ растеній, особенно въ горныхъ копяхъ; 5, при гніеніи животныхъ веществъ, именно рыбъ, а также тлѣніи растительныхъ волоконъ, нерѣдко отдѣляется яркій свѣтъ.

Изъ всѣхъ этихъ свѣтоносныхъ источниковъ для насъ преимущественно важенъ солнечный свѣтъ. За нимъ слѣдуетъ свѣтъ, происходящій вслѣдствіе химическаго процесса, который извѣстенъ подъ названіемъ горѣнія.

Во всѣхъ прочихъ случаяхъ свѣтъ, распространяемый какимъ-нибудь предметомъ, происходитъ первоначально не отъ него самого, а вслѣдствіе сообщенія ему свѣта изъ другаго источника. На этомъ основаніи различаютъ предметы *свѣтящіеся* и *несвѣтящіеся* или тусклые. Такъ лунный свѣтъ есть только отраженіе солнечнаго свѣта, потому что луна, земля и большая часть прочихъ тѣлъ въ природѣ сами по себѣ не свѣтятся.

§ 158. Свѣтъ такъ часто сопровождается теплотою, и нѣкоторыми свойствами столь поразительно походитъ на нее, что многіе считаютъ ихъ нераздѣльными, или лучше сказать, принимаютъ ихъ за одно и тоже явленіе, обнаруживающееся въ различной степени. Однако въ дѣйствительности они представляютъ два различныя явленія, потому что иной свѣтъ вовсе не сопровождается теплотою, какъ напр. свѣтъ луны и животныхъ, а съ другой стороны мы видимъ, что тѣла могутъ принимать въ себя и испускать значительное количество теплоты, не обнаруживая при этомъ никакихъ явленій свѣта.

§ 159. Свѣтъ распространяется только лучами, исходящими отъ свѣтоноснаго тѣла по всѣмъ направленіямъ. Скорость рас-

пространенія свѣта изумительна: онъ, какъ, извѣстно, пробѣгаетъ 42000 миль въ секунду, такъ что солнечный свѣтъ достигаетъ до земли въ 8 минутъ и 13 секундъ.

Лучи свѣта, встрѣчаясь съ предметами, производятъ тѣже явленія, какъ и лучи звука и теплоты. Эти явленія, въ сущности, бываютъ троякаго рода:

1. Свѣтоносные лучи, встрѣчаясь съ предметами, поглощаются послѣдними болѣе или менѣе совершенно.

2. Они отбрасываются или *отражаются*.

3. Проходятъ сквозь тѣла.

§ 160. Когда тѣло поглощаетъ всѣ падающіе на него лучи свѣта, то послѣдніе становятся совершенно незамѣтны для нашихъ чувствъ, и самое тѣло кажется намъ совершенно *черным*. Поглощенные лучи свѣта не распространяются далѣе, какъ лучи тепла, которые могутъ сообщаться окружающимъ предметамъ; оттого на сторонѣ, противоположной той, на которую падаетъ свѣтъ, замѣчается такъ называемая *тьма*. Изъ всѣхъ тѣлъ, сосновая сажа наиболѣе совершенно поглощаетъ свѣтъ.

§ 161. Большая часть тѣлъ частію отбрасываютъ свѣтъ, частію принимаютъ его въ себя. Твердыя тѣла, особенно хорошо полированные металлы, почти совершенно отражаютъ свѣтъ. Въ прочихъ тѣлахъ это свойство тѣмъ слабѣе, чѣмъ они рыхлѣе, шероховатѣе и мягче. Вообще неровныя, шероховатыя поверхности преимущественно содѣйствуютъ поглощенію свѣта, или же его разсѣянію; такъ напримѣръ листъ бѣлой бумаги разбрасываетъ свѣтъ по всѣмъ направленіямъ.

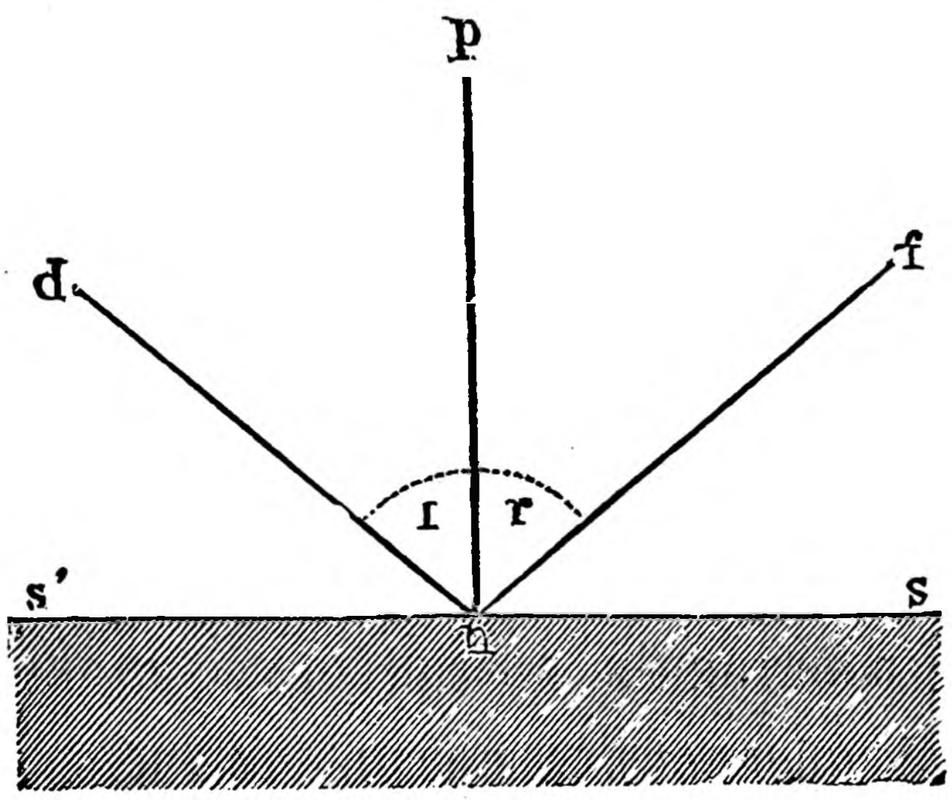
Вообще, предметы становятся видимыми только потому, что тѣла отбрасываютъ или разсѣваютъ лучи свѣта, которые на нихъ падаютъ, и для уразумѣнія всѣхъ явленій зрѣнія чрезвычайно важно имѣть постоянно въ виду то, что лучи свѣта распространяются по всѣмъ направленіямъ отъ *каждой видимой точки* предмета, и что эта точка видна только потому, что нѣко-

торые изъ отбрасываемыхъ ею лучей ударяютъ прямо въ глазъ наблюдателя.

§ 162. Тѣла, отбрасывающія лучи свѣта съ возможною полнотою и правильностью, называются *зеркалами*. Независимо отъ матеріала, изъ котораго они изготовлены, зеркала бываютъ: 1, *плоскія* или обыкновенныя, 2, *вогнутыя* и 3, *выпуклыя*.

Плоское зеркало *s's* (рис. 128) отбрасываетъ всѣ падающіе на него лучи такимъ образомъ, что лучъ *dn*, падающій на поверхность зеркала, образуетъ съ отвѣсною линіею *pn* такой же уголъ, какъ и отраженный имъ лучъ *nf*, причемъ оба луча находятся въ одной и той же плоскости съ отвѣсною линіею. Этотъ

Рис. 128.

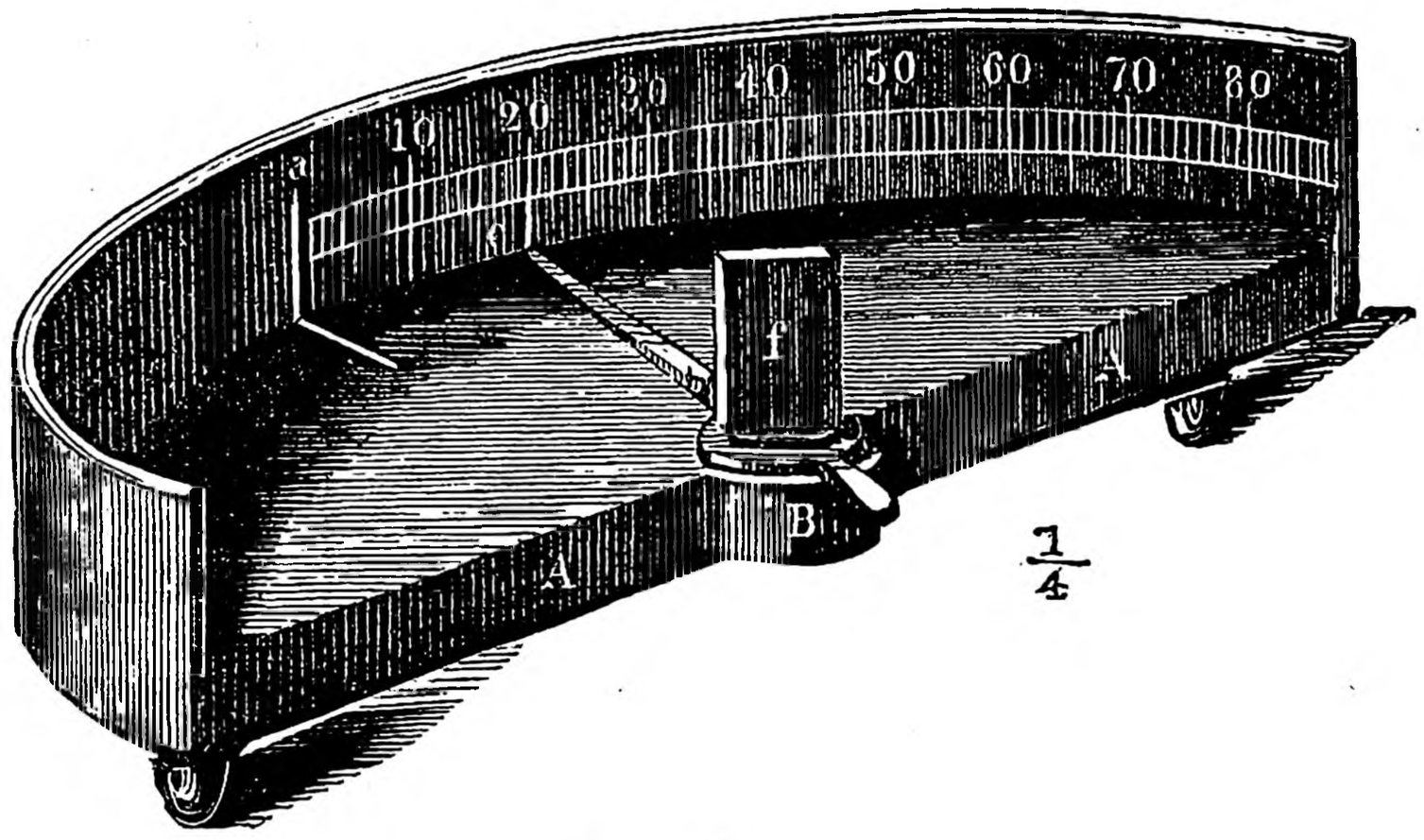


законъ можно подтвердить съ помощью снаряда, представленнаго на рис. 129, Дощечка *f* изображаетъ маленькое зеркальце, обращенное къ намъ заднею стороною. Стрѣлка *bc*, установленная перпендикулярно къ передней поверхности зеркала, представляетъ отвѣсную линію и показываетъ 20 градусовъ на подраздѣленной четверти круга. Лучъ свѣта, падая черезъ щель *a* на зеркало, отражается въ точкѣ, показывающій 40 градусовъ. Такимъ образомъ при помощи стрѣлки, которая поворачивается вмѣстѣ съ зеркаломъ на вертикальной оси, можно повѣрить законъ отраженія подъ любымъ угломъ паденія. Если напр. поставимъ стрѣлку *bc* на 30°, то уголъ паденія будетъ составлять 30°, а уголъ отраженія будетъ равенъ ему, такъ что отраженный лучъ покажетъ 60 градусовъ.

Изъ этого закона слѣдуетъ, что отбрасываемые зеркаломъ лучи расходятся такъ, какъ будто бы они исходили изъ точки,

находящейся въ такомъ же разстояніи позади зеркала, въ какомъ отстоитъ отъ него свѣтящаяся точка спереди. Вотъ почему изображеніе предмета показывается въ зеркалѣ на такомъ

Рис. 129.



же разстояніи позади его, на какомъ находится отъ него самый предметъ спереди, причемъ онъ является въ зеркалѣ въ обратномъ видѣ, т. е. правая сторона оказывается на лѣвой, а лѣвая на правой сторонѣ. Это явленіе представляется наглядно на рис. 130, гдѣ лучи свѣта Ak, Af, Am, исходящіе изъ точки A предмета AB, отражаются такъ, какъ будто бы они исходили изъ a. Тоже происходитъ и въ точкѣ B и во всякой другой точкѣ предмета AB съ исходящими лучами, которые и производятъ въ зеркалѣ отраженное изображеніе ab. Такое изображеніе называется въ оптикѣ *геометрическимъ*.

§ 163. Обыкновенное зеркало состоитъ изъ стеклянной доски съ двумя гладкими параллельными поверхностями, изъ которыхъ одна покрывается растворомъ олова въ ртути. Зеркала съ непараллельными или неровными плоскостями, или сдѣланными изъ нечистаго стекла, даютъ уродливыя изображенія, и потому негодны для употребленія.

Если два зеркала поставить параллельно одно противъ другаго, то они будутъ отражаться одно въ другомъ, вслѣдствіе

чего получится рядъ изображеній; но если ихъ поставить наклонно другъ противъ друга, то число изображеній будетъ уменьшаться и притомъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ тупѣе будетъ образуемый ими уголъ. Устройство *калейдоскопа* основано на шестикратномъ отраженіи предмета при помощи двухъ зеркальныхъ поверхностей, соединенныхъ подъ угломъ въ 60 градусовъ.

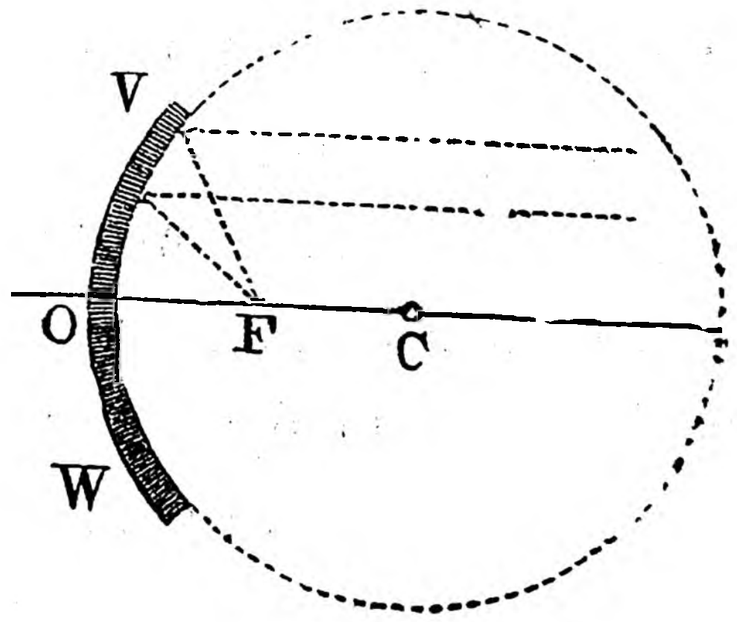
Кромѣ обыкнововеннаго назначенія зеркалъ, дѣлающаго ихъ одною изъ необходимѣйшихъ вещей въ обыкновенной жизни, они находятъ примѣненія и въ оптическихъ инструментахъ.

§ 164. *Вогнутое зеркало*, или какъ говорятъ, увеличительное зеркало, нерѣдко встрѣчается на оборотной сторонѣ круглыхъ тоалетныхъ зеркалъ, употребляемыхъ для бритья. Оно находитъ частое примѣненіе, и потому необходимо по короче ознакомиться съ его свойствами.

Рис. 130.



Рис. 131.



Всякое вогнутое зеркало представляетъ отрѣзокъ пустаго шара. Поэтому цептральная точка C (рис. 131), гдѣ VW изображаетъ вогнутое зеркало, также называется *геометрическимъ центромъ*, а OC *радіусомъ* вогнутаго зеркала. Срединнная точка радіуса зеркала, F, называется зажигательною точкою

или *фокусомъ*, а линія, проходящая черезъ центръ C и фокусъ зеркала F, его *оптическою осью*. Точка O, лежащая съ внѣшней стороны на продолженіи этой линіи, называется *оптическимъ центромъ*.

Всякій лучъ свѣта, падающій на вогнутое зеркало отвѣсно, называется *главнымъ лучемъ*, и отбрасывается по тому же направленію, такъ что онъ проходитъ черезъ точку C. Параллельные оптической оси лучи отбрасываются зеркаломъ въ зажигательную точку F, въ которой они сосредоточиваются (ср. § 158).

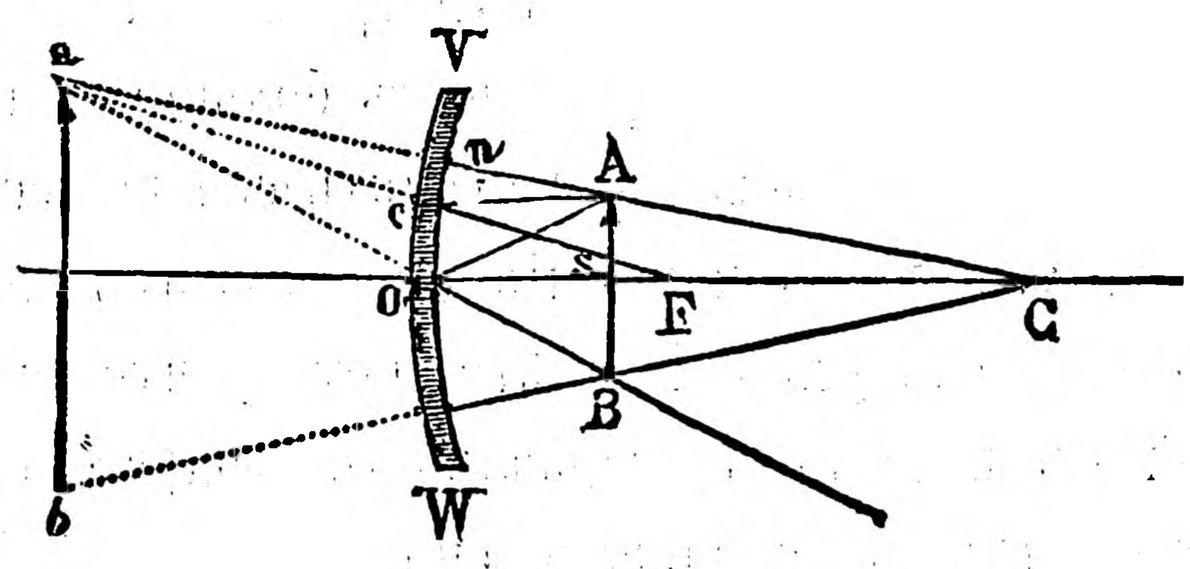
§ 165. Основываясь на этихъ свойствахъ вогнутаго зеркала, мы можемъ приступить къ выводу явленій. имъ представляемыхъ. Такъ, подвигая къ зеркалу предметъ, мы замѣчаемъ, что оно даетъ различныя изображенія, смотря по тому, ближе или дальше онъ находится. Если предметъ, напримѣръ стрѣла, находится между фокусомъ и поверхностью зеркала, то получается *увеличенное* геометрическое изображеніе, по видимому лежащее, какъ и въ плоскомъ зеркалѣ, *позади* зеркальной поверхности.

Если поставить стрѣлку между фокусомъ и геометрическимъ центромъ зеркала, то также получится *увеличенное* изображеніе, но оно будетъ казаться *передъ* зеркаломъ.

Представимъ это явленіе наглядно. Положимъ, что изъ предмета AB (рис. 132) отвѣсно падаетъ на зеркало главный лучъ An, который отбрасывается по направленію nAC; лучъ Ac параллельный оси зеркала, отбрасывается къ фокусу F. Оба отраженные луча никогда не сойдутся передъ зеркаломъ. Но представьте себѣ, что они продолжаются позади зеркала, и вы увидите, что они пересѣкутся въ точкѣ a, гдѣ покажется и остріе стрѣлки A. Точно также опредѣлится положеніе всѣхъ прочихъ исходящихъ отъ AB лучей свѣта, вслѣдствіе чего позади зеркала является увеличенное изображеніе предмета ab.

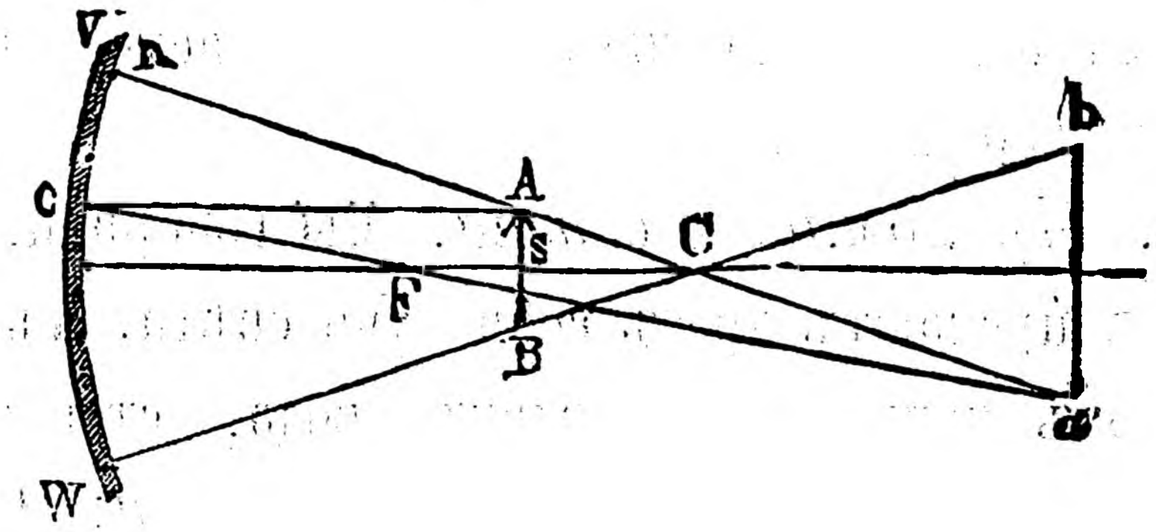
На рисункѣ 133, гдѣ стрѣлка поставлена между фокусомъ F и центромъ зеркала C, отвѣсно падающій лучъ An отбрасывается въ томъ же направленіи; параллельный же оси зер-

Рис. 132.



кала Ae отражается въ фокусѣ F. Слѣдовательно, точка A изображенія AB должна будетъ показаться тамъ, гдѣ пересѣкутся продолженія обоихъ отраженныхъ лучей, именно въ a, какъ видно на рис, 133. Тоже самое происходитъ со всѣми прочими точками предмета, и такимъ образомъ мы получаемъ увеличенное изображеніе предмета передъ зеркаломъ въ воздухѣ, но въ обратномъ положеніи.

Рис. 133.



Чтобы доказать, что изображеніе дѣйствительно находится въ воздухѣ, стоитъ только поставить противъ точекъ ab листъ бѣлой бумаги, потому что тогда на немъ будутъ отражаться лучи свѣта, представляющіе изображеніе предмета. Такое изображеніе называется *физическимъ*.

§ 166. Вогнутое зеркало находитъ примѣненіе въ *зрительныхъ трубкахъ*, которыя поэтому называются *зеркальными телескопами* и могутъ увеличивать предметы въ громадныхъ размѣрахъ, какъ напримѣръ колоссальный телескопъ *Гершеля*, имѣющій 5 футовъ въ поперечникѣ. Въ послѣднее время такіе телескопы вышли изъ употребленія, потому что ихъ постановка и употребленіе сопряжено съ большими неудобствами. Что вогнутое зеркало можетъ замѣнять собою зажигательное, объ этомъ мы уже упоминали. Но оно служитъ также прекраснымъ средствомъ для усиленія свѣта, потому что всѣ лучи свѣта поставленной въ предѣлахъ зеркальнаго фокуса свѣчи отбрасываются имъ назадъ въ параллельномъ направленіи, вслѣдствіе чего вогнутое зеркало употребляется въ обыкновенныхъ и волшебныхъ фонаряхъ, и также въ маякахъ.

§ 167. *Выпуклое зеркало* представляетъ мало интереса. Оно также называется разсѣвающимъ зеркаломъ, потому что лучи свѣта отбрасываются имъ въ разсыпную, по всѣмъ направленіямъ. Выпуклое зеркало даетъ *уменьшенныя* изображенія предметовъ, какъ это можно видѣть на блестящихъ металлическихъ пуговицахъ и на стеклянныхъ шарахъ, которые нерѣдко бываютъ выставлены въ мѣстахъ, представляющихъ живописный видъ. Оно часто употребляется также въ видѣ карманнаго зеркальца.

§ 168. *Преломленіе свѣта.* Мы говорили, что есть тѣла, которыя пропускаютъ чрезъ себя лучи свѣта. Къ такимъ тѣламъ принадлежатъ напримѣръ воздухъ, вода, стекло, вообще всѣ тѣла, которыя называются *прозрачными*: Однако не всѣ тѣла обладаютъ этимъ свойствомъ въ одинаковой степени: есть тѣла полупрозрачныя и просвѣчивающія, и наконецъ такія, которыя пріобрѣтаютъ это свойство лишь тогда, когда ихъ масса незначительна. Такъ напримѣръ, даже золото, будучи обращено въ тонкіе листы, просвѣчиваетъ. Для теоріи свѣта важны только тѣ тѣла, которыя всегда совершенно прозрачны.

Пока лучи свѣта проходятъ сквозь однородную матерію, напр., черезъ воздухъ, ихъ направленіе бываетъ совершенно прямолинейное и не измѣняется. Но когда лучъ встрѣчаетъ на пути прозрачную матерію большей или меньшей плотности, то его движеніе продолжается уже не въ прежнемъ направленіи, а въ другомъ, образующемъ съ нимъ болѣе или менѣе значительный уголъ. Въ этомъ случаѣ говорятъ: «лучъ свѣта преломляется», и уголъ, опредѣляющій степень преломленія, называется *угломъ преломленія*.

Обыкновенныя явленія преломленія свѣта происходятъ тогда, когда лучи свѣта изъ міроваго пространства проникаетъ въ болѣе плотную атмосферу земли, а также, когда лучъ изъ воздуха идетъ черезъ воду или чрезъ стекло.

Когда совершенно прямую палку погружаютъ въ воду, она въ ней кажется переломленною. Это происходитъ оттого, что лучи свѣта, доходящіе до нашихъ глазъ отъ той части палки, которая погружена въ воду, надъ поверхностью воды испытываютъ уклоненіе. Такъ напр. глазъ, находясь въ точкѣ *a* (рис. 134), не

Рис. 134.

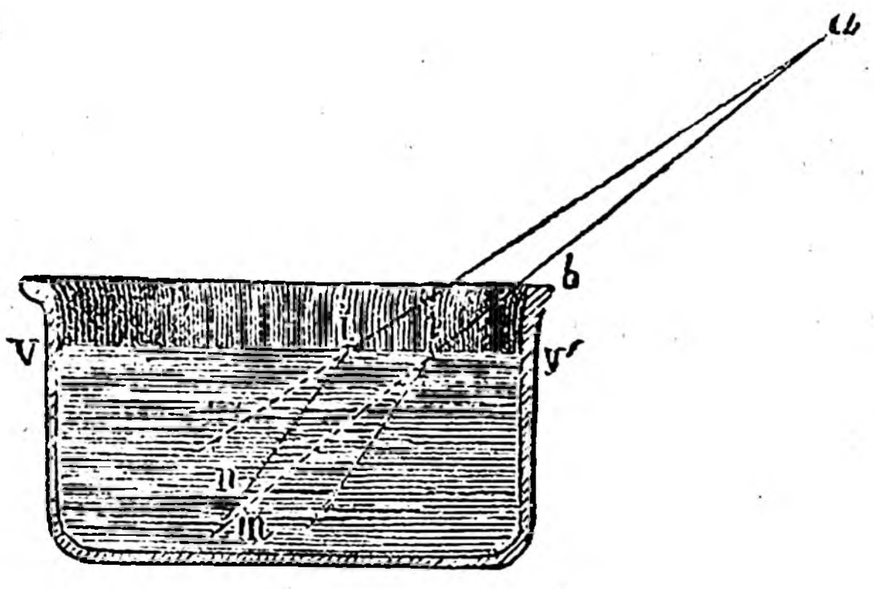
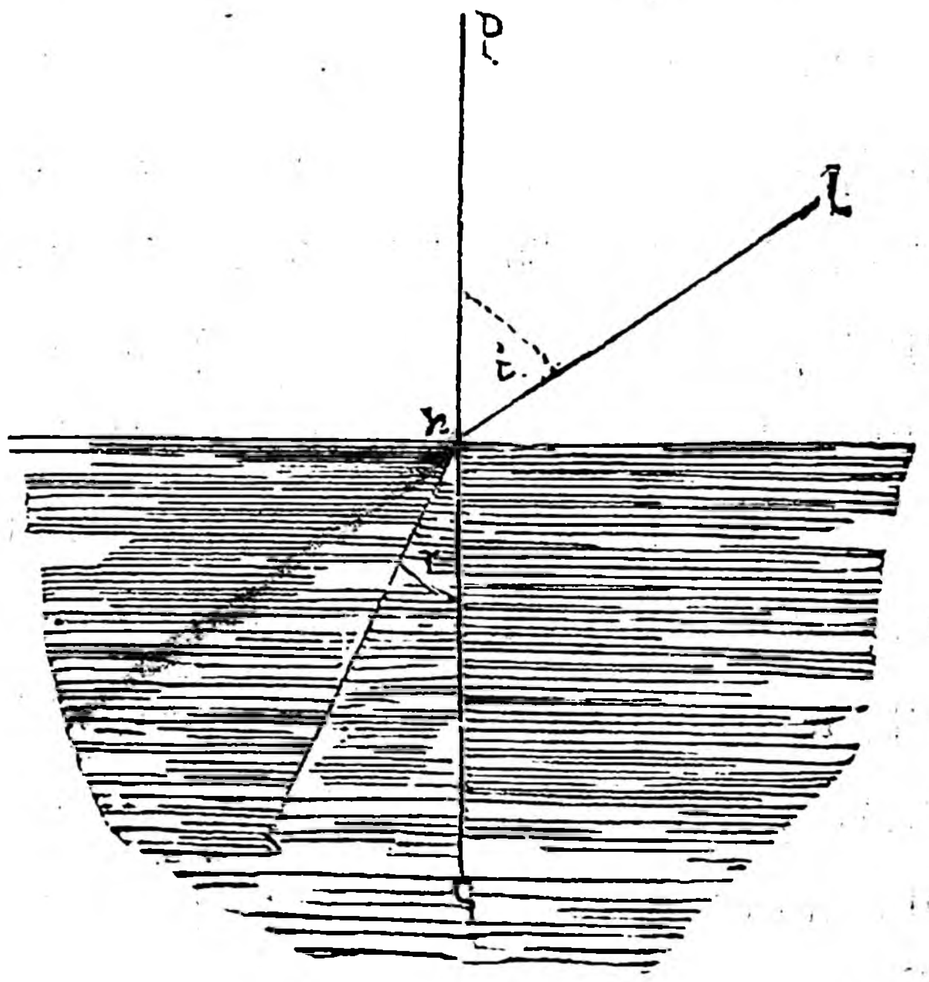


Рис. 135.



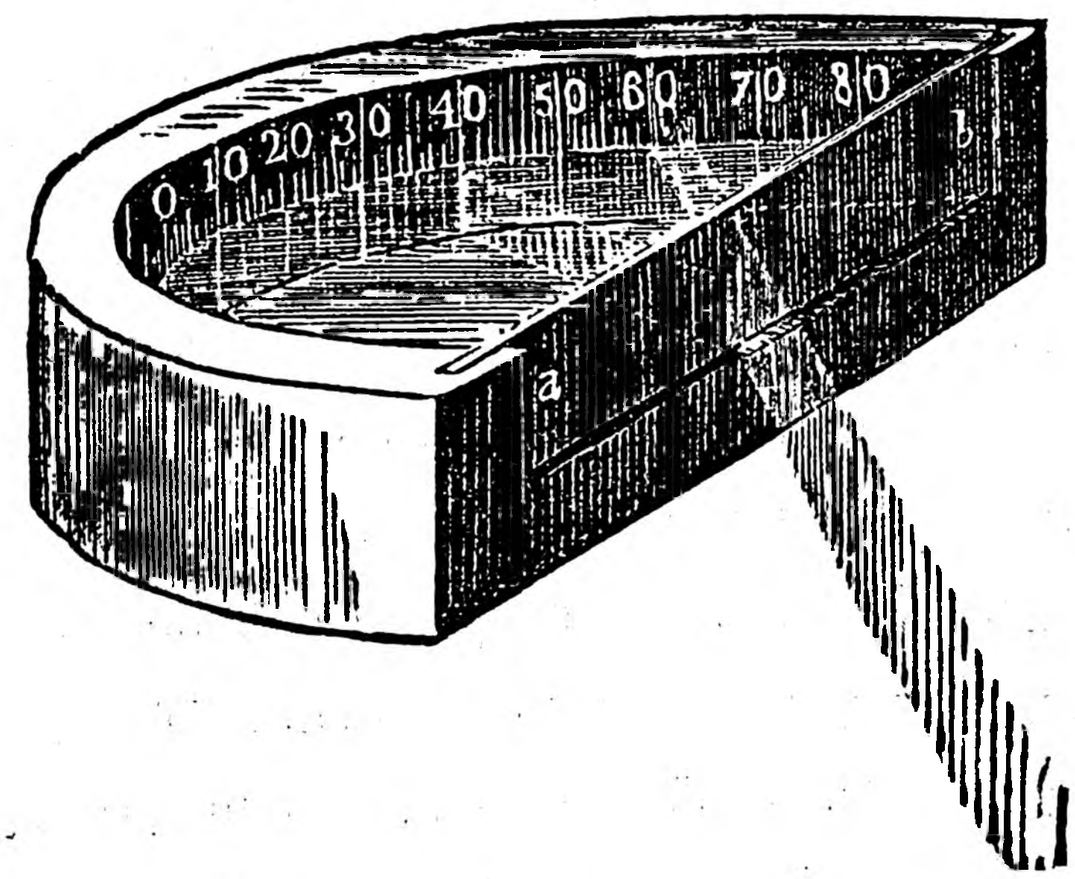
можетъ видѣть предмета *m*, лежащаго на днѣ пустаго сосуда *v v'*. Но наполните сосудъ водою, тогда лучи свѣта, отбрасываемые предметомъ къ точкамъ *i i*, преломляясь надъ поверхностью

воды, достигнутъ глаза, и предметъ будетъ видимъ въ точкѣ *n*, т. е. нѣсколько выше своего настоящаго положенія. Вотъ почему находящіеся въ водѣ предметы и животныя кажутся намъ ближе къ ея поверхности, нежели это въ дѣйствительности. Положимъ, что па поверхность воды падаетъ лучъ свѣта *ln* (рис. 135). Отвѣсная линія *pn* называется *отвѣсомъ* или *лотомъ*, уголъ *i* — *угломъ паденія*; линія *ns* — преломленнымъ лучемъ, уголъ *r* — *угломъ преломленія*. Всѣ эти линіи лежатъ въ одной и той же плотности. Отношенія между углами неизмѣнны для всѣхъ переломляющихъ тѣлъ, т. е. уголъ паденія всегда равенъ углу отраженія. Если лучъ свѣта проникаетъ въ болѣе плотное вещество, напримѣръ изъ воздуха въ воду, то преломленный лучъ приближается къ продолженной линіи отвѣса *nq*. Если же лучъ свѣта исходитъ изъ точки *s*, то при переходѣ изъ воды въ менѣе плотную среду, какъ воздухъ, онъ удаляется отъ линіи отвѣса *np*. Чѣмъ меньше уголъ паденія *i*, тѣмъ меньше бываетъ и уголъ отраженія *r*; при отвѣсномъ паденіи луча свѣта, уголъ паденія равенъ нулю, и слѣдовательно лучъ не испытываетъ никакого преломленія. Для подтвержденія сказаннаго обратимся къ полукруглому широкому сосуду (рис. 136), передняя стѣнка котораго *ab*, состоящая изъ стекла, покрыта чернымъ лакомъ, исключая находящагося посрединѣ узкаго продольнаго отверстія, оставленнаго въ видѣ полоски. Сосудъ до половины наполняется водою. Если мы пропустимъ лучъ свѣта чрезъ полоску, напримѣръ по направленію къ цифрѣ 60, то верхняя часть луча, проходящая надъ поверхностью воды, ударитъ прямо въ назначенную точку, между тѣмъ какъ другая, проходящая чрезъ воду, преломляется по направленію къ 40 градусамъ, какъ это видно на рисункѣ. Градусное дѣленіе, приваровленное къ внутренней окружности сосуда, показываетъ въ этомъ случаѣ уклоненіе луча свѣта на 20 градусовъ.

§ 169. Когда лучъ свѣта проходитъ чрезъ предметъ не-

значительной толщины и имѣющій параллельныя поверхности, то онъ подвергается едва замѣтному преломленію, чему мы видимъ примѣръ въ оконныхъ стеклахъ, чрезъ которыя предметы кажутся намъ всегда на своемъ дѣйствительномъ мѣстѣ.

Рис. 136.



Совсѣмъ иное происходитъ, когда лучи свѣта проходятъ чрезъ тѣло съ непараллельными поверхностями. Опыты такого рода производятся всегда при помощи стеколъ съ изогнутыми поверхностями, обыкновенно называемыхъ *чечевицеобразными*, по причинѣ нѣкотораго сходства ихъ формы съ зерномъ чечевицы. Такія стекла важны для устройства зрительныхъ трубокъ и сильно увеличивающихъ оптическихъ инструментовъ.

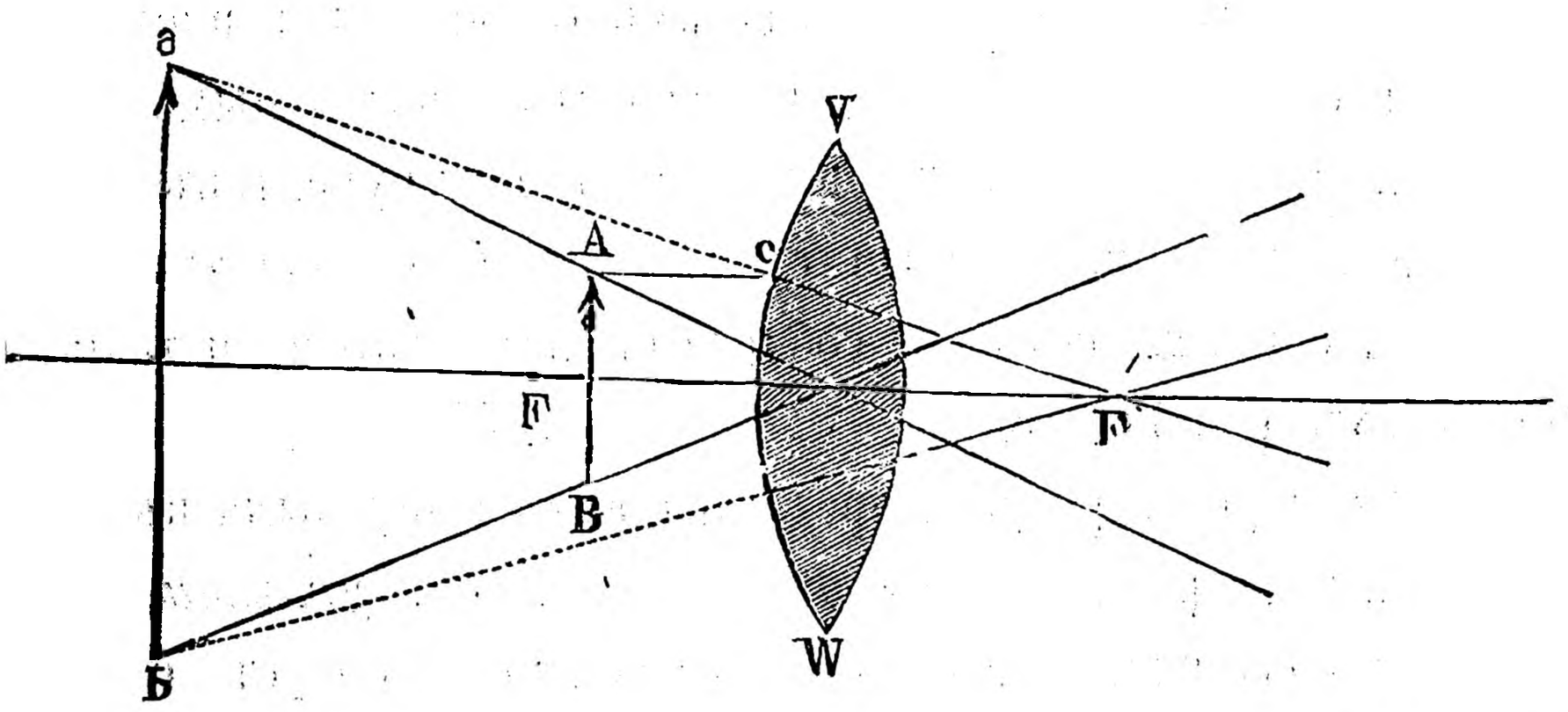
§ 170. Чечевицеобразныя стекла, подобно зеркаламъ, раздѣляются на такія, которыя собираютъ лучи свѣта, и такія, которыя ихъ разсѣваютъ.

Стекла перваго разряда представляются выпуклыми въ центрѣ съ обѣихъ сторонъ и называются *двояковыпуклыми*. Здѣсь, какъ и въ выпукломъ зеркалѣ, мы различаемъ фокусъ, геометрическій центръ и ось, и изображеніе предмета получается въ различномъ видѣ, соотвѣтствующемъ его положенію. Эти стекла

называются также *собирательными*, и именно потому, что въ то время, какъ каждый *главный лучъ*, проходящій черезъ центръ стекла, остается неизмѣннымъ, всѣ прочіе параллельные оси лучи преломляются такъ, что сходятся за стекломъ въ одной точкѣ, которая называется *зажигательною точкой* или *фокусомъ* стекла. Само собою разумѣется, что двояковыпуклое стекло представляетъ два фокуса, по одному съ каждой стороны.

Фокусъ такого стекла найти не трудно; для этого стоитъ только подвергнуть его дѣйствію отвѣсно падающихъ солнечныхъ лучей, и сосредоточить ихъ на лоскуткѣ бумаги, держа его позади стекла, потому что тогда на немъ тотчасъ же обозначится яркое свѣтовое кольце, которое будетъ увеличиваться и уменьшаться соотвѣтственно разстоянію стекла отъ бумаги. Если лучи свѣта, собранные въ кольце, сосредоточиваются на бумагѣ въ видѣ одной яркой точки, то это значитъ, что бумага находится въ фокусѣ стекла. Въ этой же точкѣ сосредоточиваются также лучи теплоты, падающіе вмѣстѣ съ свѣтомъ и проходящіе черезъ стекло; оттого въ этомъ мѣстѣ температура такъ высока, что отъ нея легко воспламеняются приносимыя туда тѣла. Вслѣдствіе того всякое собирательное стекло называется также *зажигательнымъ*.

Рис. 137.

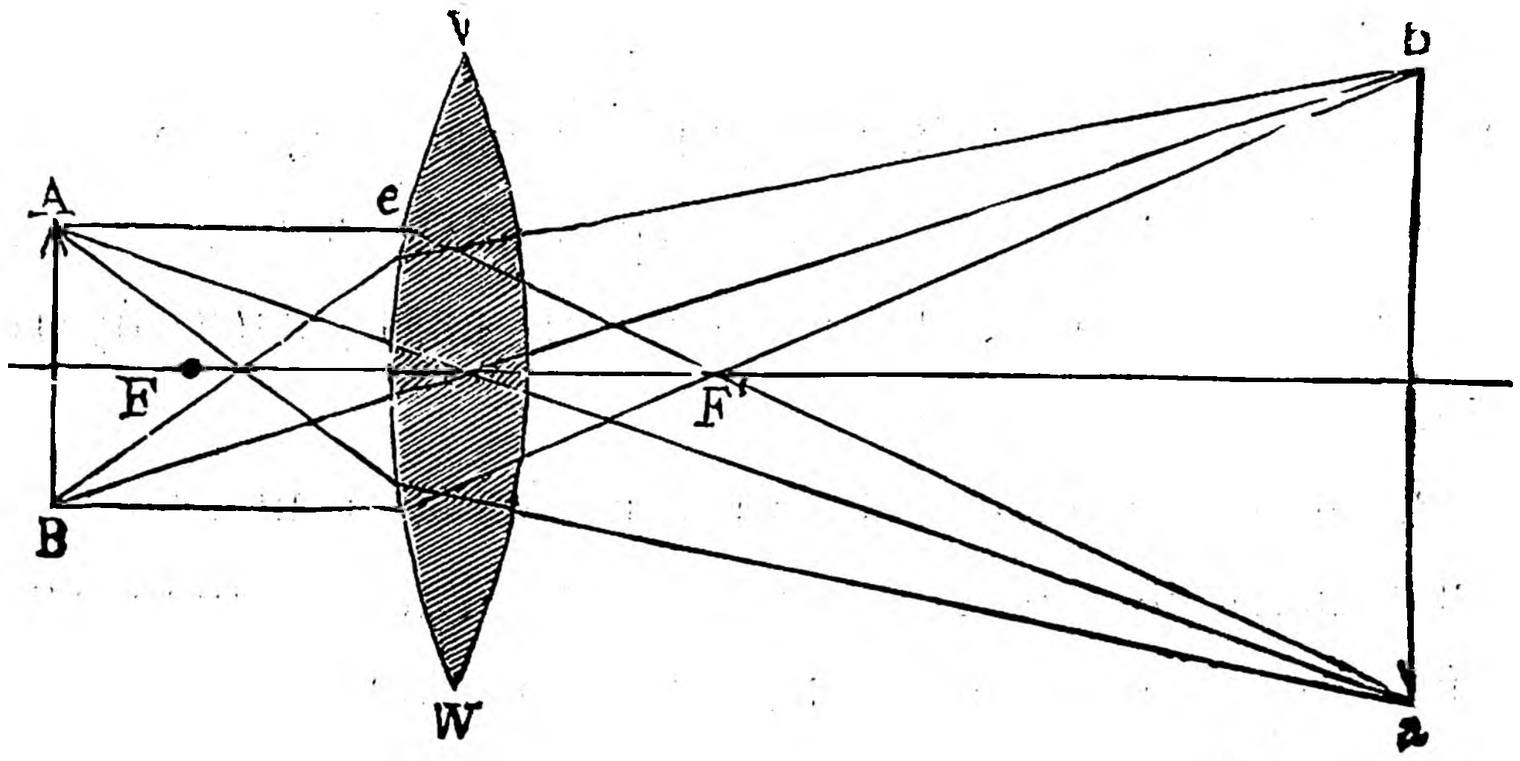


Точка, гдѣ лучи свѣта пересѣкаются послѣ преломленія, становится видима для глаза. На рисункѣ 137 мы видимъ зажи-

гательное стекло VW и стрѣлку или предметъ AB, находящійся между стекломъ и его фокусомъ F. Лучъ свѣта Ac, исходящій изъ точки A параллельно оси FF', преломляется такъ, что проходитъ черезъ точку F'; главный лучъ A, проходящій черезъ центръ стекла, не измѣняетъ своего направленія; оба эти луча, будучи продолжены, пересѣкаются въ точкѣ a, которая дѣлается видимою для глаза, смотрящаго на противоположной сторонѣ стекла. Тоже происходитъ съ точкой B, и съ прочими точками предмета AB, вслѣдствіе чего получается увеличенное изображеніе ab.

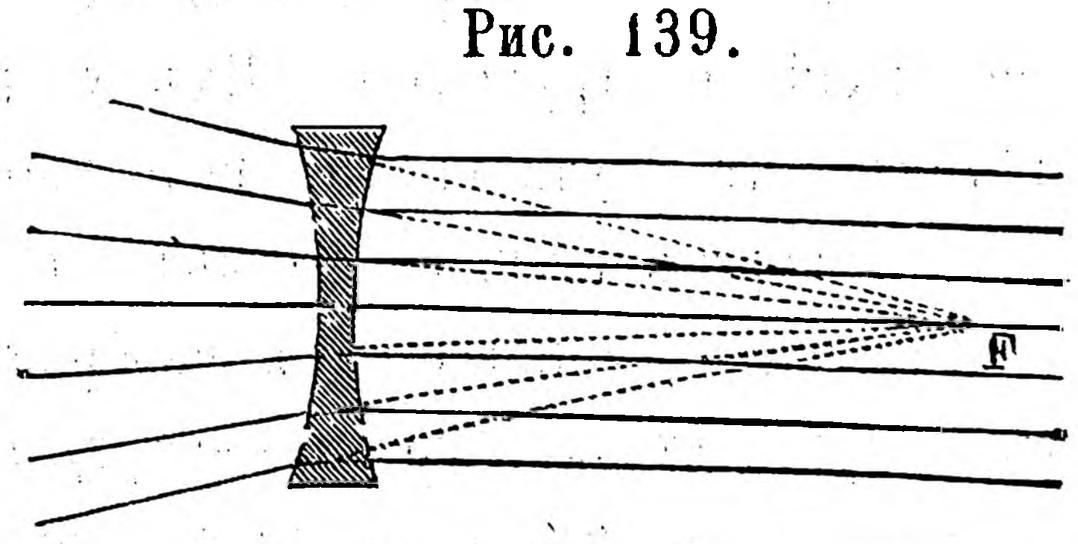
Если же предметъ находится нѣсколько далѣе зажигательной точки F (рис. 138), то по другую сторону стекла получится

Рис. 138.



увеличенное изображеніе, въ обратномъ положеніи. Зажигательное стекло даетъ уменьшенное обратное изображеніе, которое сосредоточивается въ фокусѣ, если предметъ находится въ чрезвычайно отдаленномъ разстояніи, какъ напр. солнце.

Рис. 139.

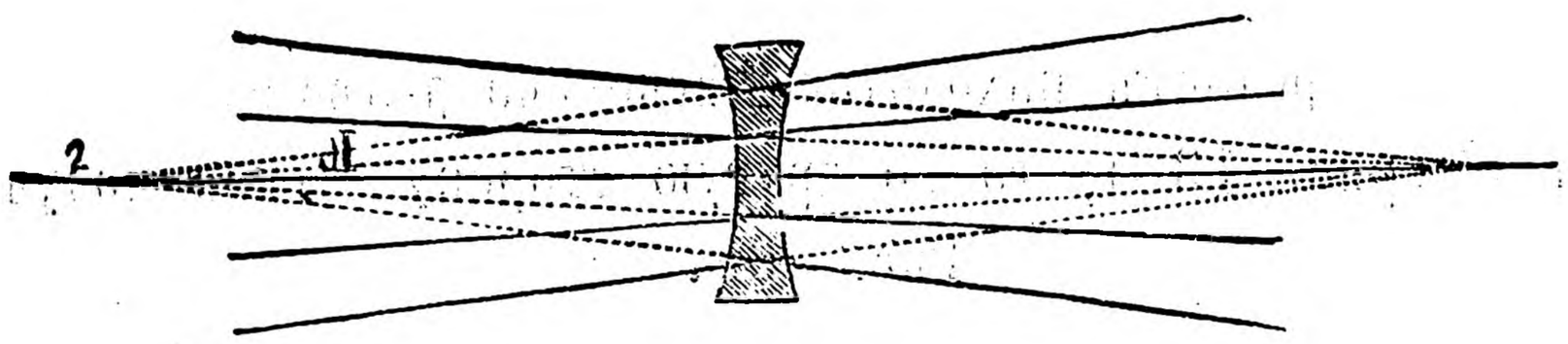


§ 171. *Двояковогнутое* стекло представлено на рис. 139.

Свойства этого стекла существенно отличны отъ выпуклаго, потому что параллельные лучи свѣта преломляются имъ такъ, что при выходѣ изъ него они разсыпаются, какъ будто бы исходили изъ общей точки F.

Сходящіеся лучи свѣта, падая на поверхность двояковогнутаго стекла, выходятъ изъ него или въ параллельномъ направленіи, какъ на рис. 139, или расходятся, если степень ихъ сближенія незначительна, какъ на рис. 140.

Рис. 140.



Вслѣдствіе этихъ свойствъ вогнутыя стекла называются также *разсѣивающими*. Предметы, разсматриваемые черезъ вогнутое стекло, представляются въ уменьшенномъ видѣ, какъ будто бы они находились въ отдаленіи.

§ 172. Описанныя выше свойства сообщаютъ шлифованнымъ стекламъ чрезвычайно большую важность. Такъ напримѣръ собирательное стекло есть само по себѣ увеличительное стекло простѣйшей формы. Въ такомъ видѣ оно называется *лупою* и употребляется въ мелкихъ работахъ часовыми мастерами, рѣзчиками и т. д. Оно необходимо также для занимающихся ботаникою и анатоміею.

Чрезъ соединеніе нѣсколькихъ сферическихъ стеколъ получаются различные оптическіе инструменты. Ихъ устройство вообще основано на томъ, что лучи свѣта, исходящіе изъ разсматриваемаго предмета черезъ стекло, называемое *объективнымъ* или *предметнымъ*, соединяются въ изображеніе, которое, проходя черезъ другое стекло, называемое *зрительнымъ* или *глазнымъ*, представляется въ увеличенныхъ размѣрахъ.

Для разсматриванія мелкихъ, находящихся вблизи предметовъ,

прибѣгаютъ къ *микроскопу*, представленному на рис. 141. Внутреннее устройство этого важнаго инструмента можно видѣть на

Рис. 141.

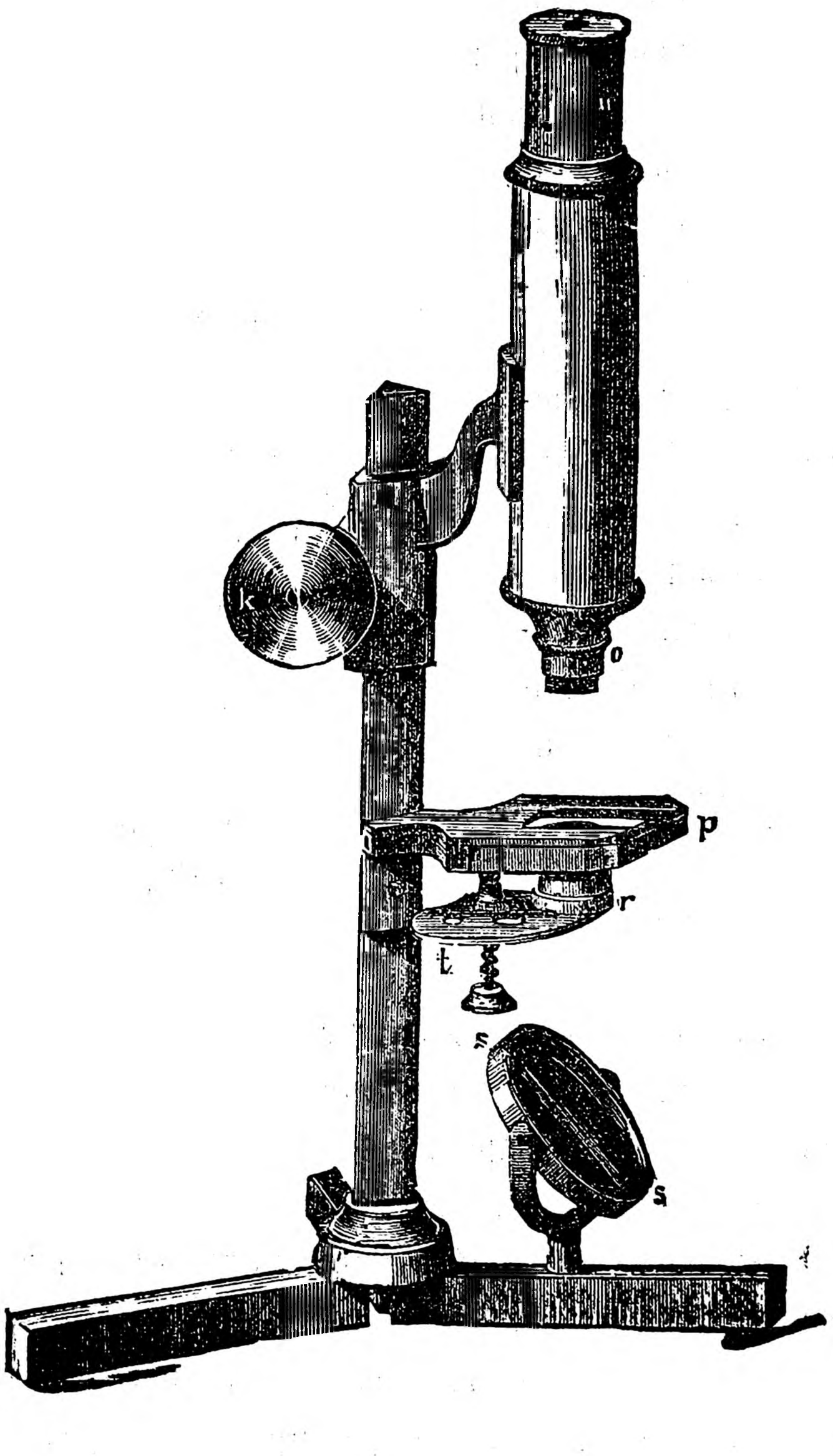
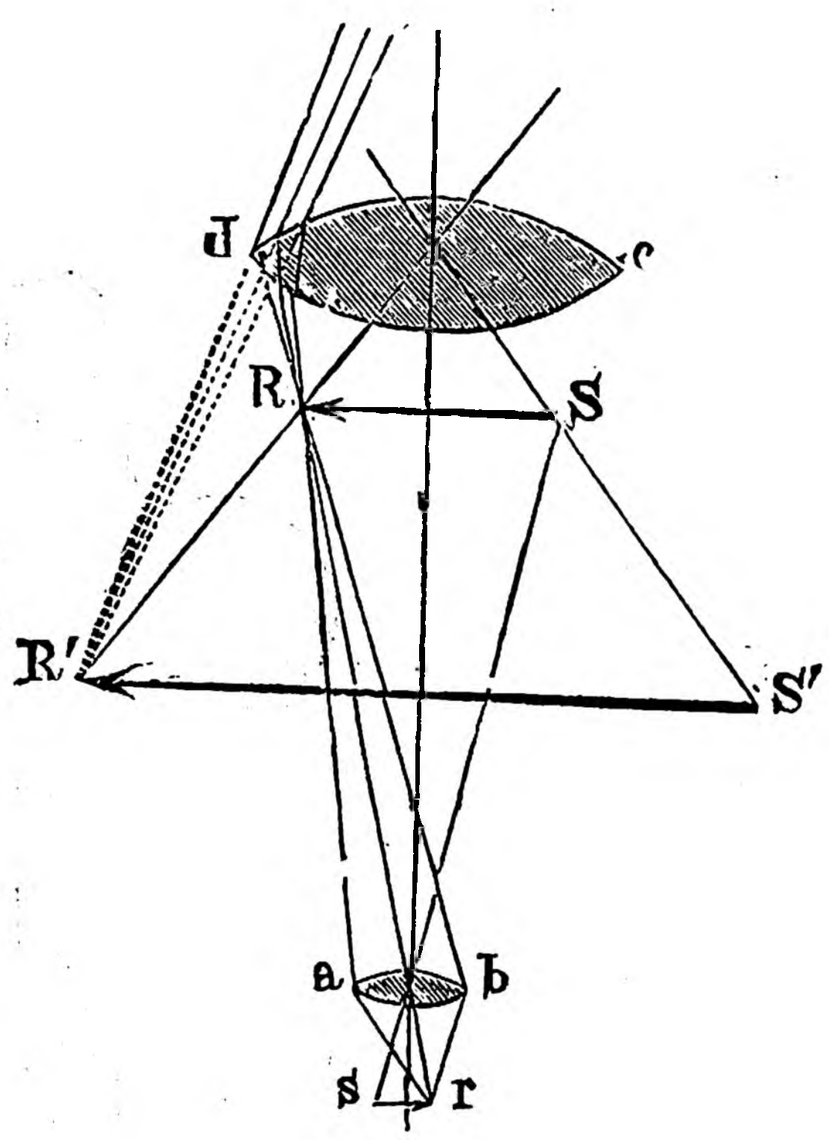


рис. 142, гдѣ *ab* представляетъ объективъ, *sr* разсматриваемый предметъ, *SR* увеличенное его изображеніе, *dc* зрительное стекло, *R'S'* еще сильнѣе увеличенное изображеніе предмета.

Только прозрачные объекты способны къ сильному увеличенію.

Ихъ кладутъ на стеклянную дощечку, лежащую подъ отверстіемъ подставки *p* (рис. 141), которое снизу освѣщается зеркаломъ *s*. При показаніи степени увеличенія предметовъ черезъ микроскопъ понимается только линейное протяженіе. Такъ какъ свѣтоносная сила изображенія уменьшается, по мѣрѣ увеличенія предмета, то сильнѣйшіе микроскопы, увеличивающіе въ 600 и 700 разъ, не всегда бываютъ самыми отчетливыми. Для большей части микроскопическихъ наблюденій достаточно бываетъ увеличенія предмета отъ 200 до 300 разъ. Съ помощію такого микроскопа открыли цѣлые міры микроскопическихъ существъ, о существованіи которыхъ прежде никто и не подозрѣвалъ, и сдѣлали важныя наблюденія надъ строеніемъ растеній и небольшихъ животныхъ.

Рис. 142.

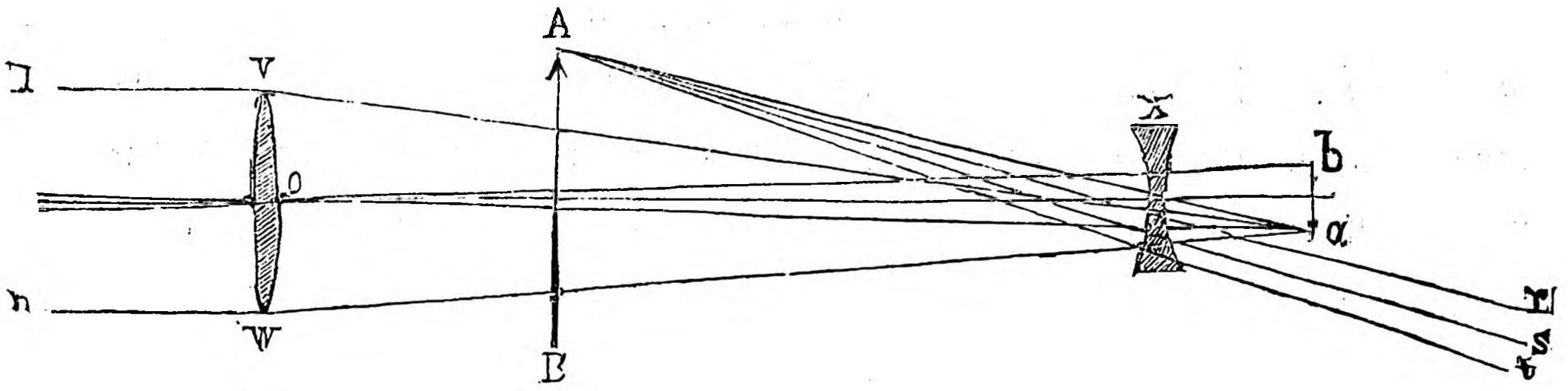


§ 173. Эти стекла изощряютъ зрѣніе человѣка не только для наблюденія предметовъ вблизи, но и на чрезвычайномъ разстояніи, и открываютъ для взора безпредѣльныя міровыя пространства со всѣми ихъ сокровищами. Инструменты, служащіе для такихъ наблюденій, называются *телескопами*. Устройство ихъ весьма различно. Въ *голландскомъ* или *галилеевомъ телескопѣ* (рис. 143) объективъ *VW* даетъ обратное изображеніе отдаленнаго предмета *a b*. Но такъ какъ его лучи проходятъ чрезъ двояковогнутое зрительное стекло *x*, то онъ даетъ всегда увеличенное изображеніе *AB*, являющееся въ обратномъ, слѣдовательно въ надлежащемъ видѣ.

Такое устройство находитъ примѣненіе преимущественно въ

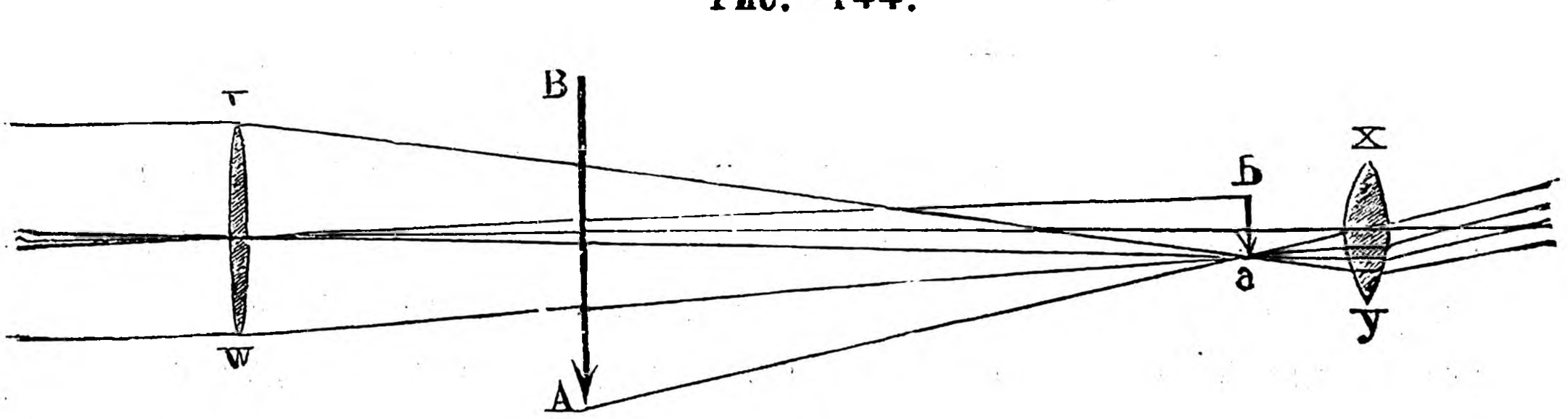
обыкновенныхъ *лорнетахъ* и *театральныхъ зрительныхъ трубкахъ*. Въ *астрономическомъ телескопѣ* изображеніе

Рис. 143.



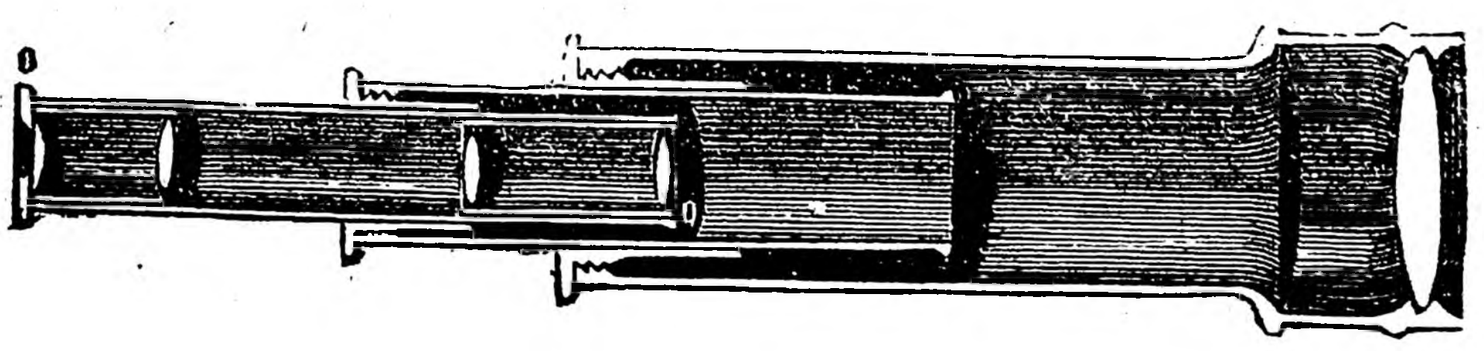
ba, получаемое при помощи объектива *VW* (рис. 144), представляется чрезъ зрительное стекло *xy* точно такъ, какъ если бы мы разсматривали предметъ черезъ лупу, и оно является въ увеличенномъ видѣ *BA*. Обратное положеніе изображенія не препятствуетъ наблюденію небесныхъ тѣлъ. Въ примѣненіи этого телескопа къ наблюденію земныхъ предметовъ простое зритель-

Рис. 144.



ное стекло замѣняется системой сферическихъ стеколъ, большею частью четырехъ, которые и образуютъ собою составное зрительное стекло *oo* (рис. 145), вслѣдствіе чего изображеніе

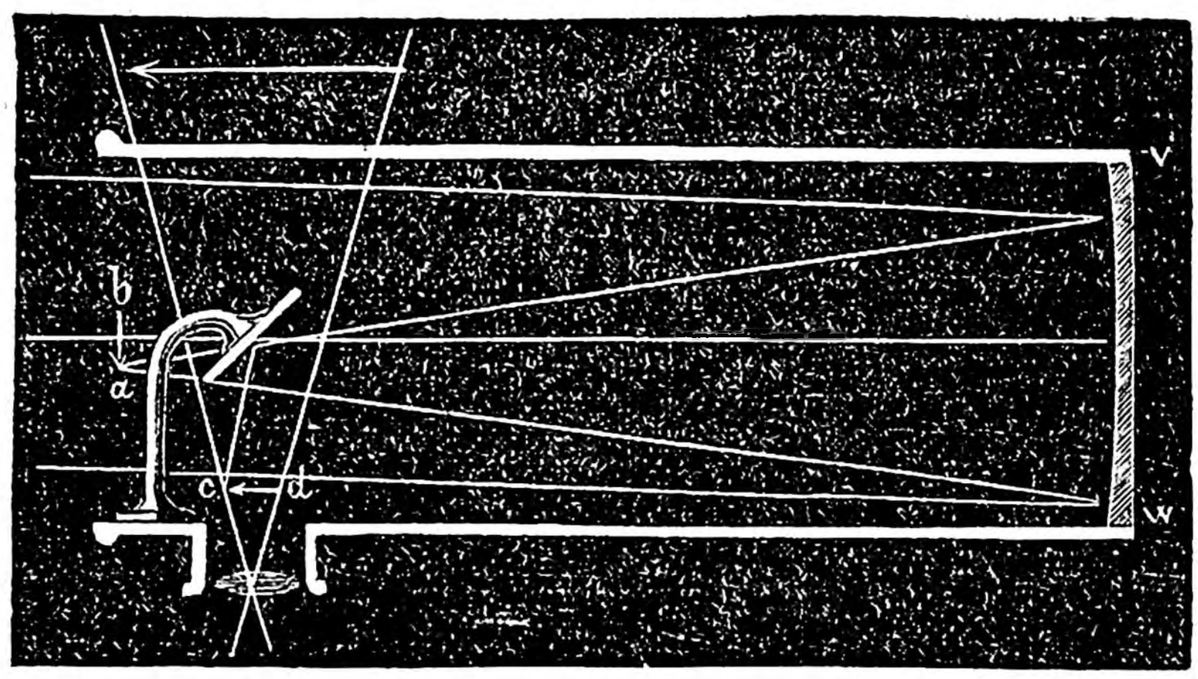
Рис. 145.



не только увеличивается, но и принимаетъ соотвѣтствующее предмету положеніе. Такой инструментъ называется *земнымъ телескопомъ*

Наконецъ, слѣдуетъ упомянуть еще о *зеркальномъ телескопѣ* (рис.146). На большое металлическое вогнутое зеркало *VW*, вставленное въ соотвѣтственную трубку, падаютъ исходящіе отъ отдаленнаго предмета лучи свѣта, которые даютъ изображеніе *ab*. Но маленькое, вставленное въ трубку зеркало отбрасываетъ лучи въ сторону, вслѣдствіе чего получается физическое изображеніе *cd*, разсматриваемое чрезъ увеличительное зрительное стекло.

Рис. 146.



Телескопамъ мы обязаны нашими познаніями о чудесныхъ свойствахъ лунной поверхности, спутниковъ Юпитера, кольца Сатурна и многихъ другихъ явленій, относящихся къ области астрономіи. Телескопъ оказывается необходимымъ также для инженеровъ, землемѣровъ, мореплавателей, полководцевъ и мн. др.

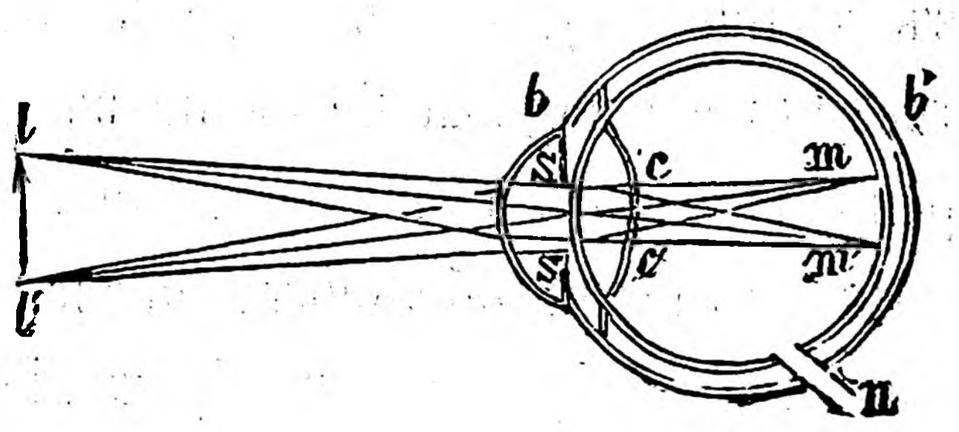
Особенную важность пріобрѣла въ послѣднее время для фотографіи такъ называемая *камера-обскура*— темный ящикъ, въ которомъ полученное собирательнымъ стекломъ изображеніе предмета переводится на приспособленную для того поверхность, на которой оно можетъ быть воспроизведено фотографическимъ способомъ. Если предметъ весьма сильно освѣщенъ собирательнымъ стекломъ, то, будучи увеличенъ до чрезвычайныхъ размѣровъ, онъ можетъ быть переведенъ въ видимыхъ чертахъ на бѣлую поверхность, какъ это дѣлается въ *волшебномъ фонарѣ* и въ особенности въ *солнечномъ микроскопѣ*.

Искуствомъ шлифовать сферическія стекла славилась прежде Голландія. Такія стекла приготовлялись сперва только для очковъ, пока Левенгокъ не изобрѣлъ микроскопа, въ концѣ 17 столѣтія. Изобрѣтеніе телескопа приписывается Галилею. Съ того времени оба инструмента (а въ особенности послѣдній) были существенно усовершенствованы Кеплеромъ, Гершелемъ, Ньютономъ, Фраунгоферомъ и многими другими.

§ 174. *О зрѣніи.* Ни въ одномъ изъ нашихъ органовъ чувствъ значеніе каждой отдѣльной части не опредѣлено съ такою отчетливостью, какъ въ *глазу*. Въ самомъ дѣлѣ, глазъ въ сущности ничто иное, какъ довольно простой оптическій снарядъ, который всего легче разсмотрѣть въ бычачьемъ глазу. По вскрытіи такого глаза, изъ глазнаго яблока можно вынуть такъ называемое *кристаловидное* или *чечевицеобразное тѣло*, состоящее изъ студенистаго вещества и совершенно похожее на шлифованное двояковыпуклое стекло, со всѣми его свойствами.

Глазное яблоко (рис. 147) для физика имѣетъ значеніе маленькой круглой камеры-обскуры, которая обтянута оболочками, покрытыми внутри чернымъ веществомъ и наполненными совершенно прозрачною *стекловидною влагою*.

Рис. 147.

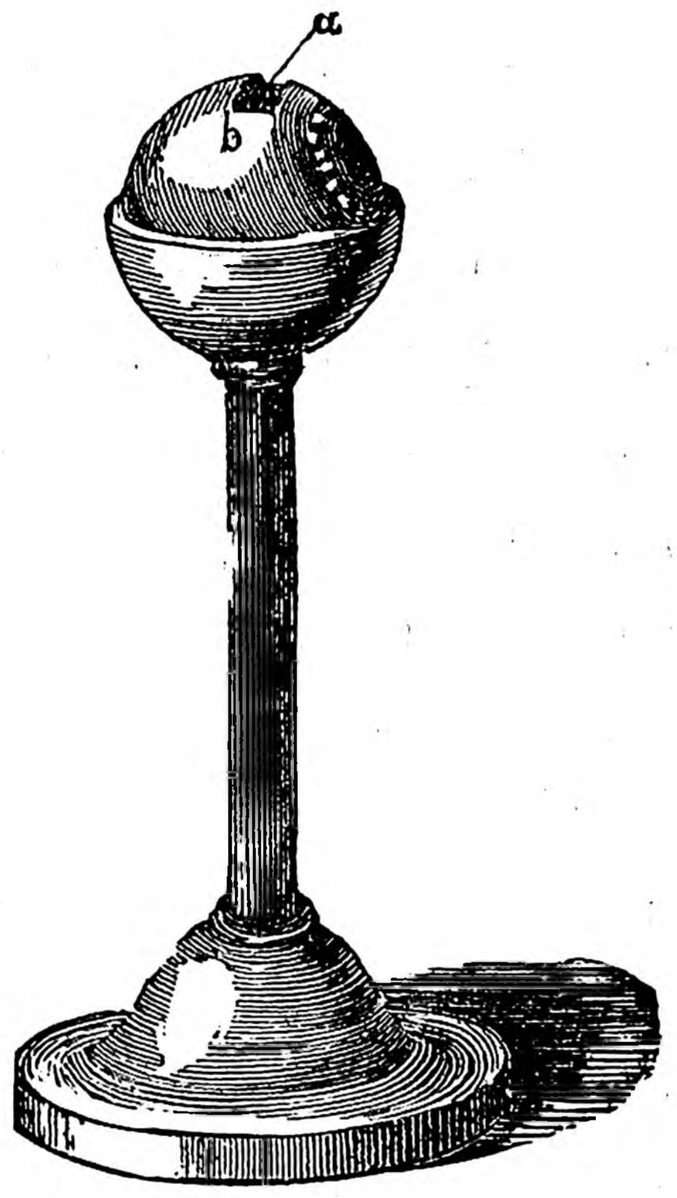


Передняя часть наружной оболочки глаза, называемой *роговою*, прозрачна, нѣсколько выпукла и образуетъ собою переднюю глазную камеру *b*, наполненную чистою какъ вода жидкостью. Позади роговой оболочки лежитъ другая, цвѣтная оболочка, называемая *радужною* и имѣющая посрединѣ круглое отверстіе *ss*, называющееся *зрачкомъ*, чрезъ которое проникаютъ лучи свѣта, исходящіе отъ находящихся внѣ глаза предметовъ, напримѣръ отъ *ll'*. Эти лучи свѣта, проходя чрезъ кристалли-

ческое тѣло или *хрусталикъ* (cc'), преломляются, вслѣдствіе чего на задней стѣнкѣ глазнаго яблока mm', образуемой *сѣтчатою оболочкою*, происходитъ изображеніе предмета, представленіе о которомъ передается сознанію посредствомъ *глазнаго нерва n*.

Исходящіе отъ предмета ll' лучи свѣта преломляются сперва въ передней выпуклой части глаза b, наполненной прозрачною жидкостью, и потомъ снова въ самомъ хрусталикѣ cc', вслѣдствіе чего между точками mm' является уменьшенное изображеніе находящагося предъ глазомъ предмета.

Рис. 148.



Что это дѣйствительно такъ, въ томъ можно убѣдиться опытомъ надъ бычьимъ глазомъ, прорѣзавъ въ его верхнихъ покровахъ отверстіе b, какъ показано на рис. 148. Если тогда передъ зрачкомъ поставить какой нибидь предметъ, напримѣръ горящую свѣчу, то изъ точки a увидимъ черезъ отверстіе отчетливое изображеніе ея на задней внутренней стѣнкѣ глазнаго яблока.

На сѣтчатой оболочкѣ, какъ видно на рис. 147, должно образоваться обратное изображеніе, потому что точка l отражается въ m', а точка l' въ m. Но такъ какъ мы съ раннихъ лѣтъ привыкали принимать впечатлѣніе одновременно двумя чувствами, зрѣніемъ и осязаніемъ, т. е. представленіе, получаемое глазомъ, повѣрять послѣднимъ, то мы видимъ всѣ представляющіеся намъ предметы въ ихъ настоящемъ видѣ, хотя первое впечатлѣніе, производимое ими на сѣтчатую оболочку нашего глаза, бываетъ всегда обратное. Что правильное представленіе о положеніи предметовъ въ пространствѣ и ихъ отдаленности мы получаемъ дѣйствительно чрезъ ощупываніе и пе-

редвиженіе съ мѣста на мѣсто, тому самымъ убѣдительнымъ доказательствомъ служатъ дѣти и слѣпорожденные, въ послѣдствіи получившіе зрѣніе, потому что они всегда прежде ощупываютъ разсматриваемые ими предметы.

§ 175. Читая книгу, мы обыкновенно держимъ ее въ нѣкоторомъ разстояніи отъ глазъ, и именно на такомъ, въ которомъ буквы представляются намъ отчетливѣе. Это разстояніе называется *дальностью зрѣнія*, и при здоровомъ глазѣ равняется 8 или 10 линіямъ. Въ этомъ положеніи каждая буква ясно отпечатлѣвается на сѣтчатой оболочкѣ глаза, потому что лучи свѣта, исходящіе отъ каждой точки предмета (какъ на рис. 147), преломляются въ глазу такимъ образомъ, что они снова соединяются всѣ на сѣтчатой оболочкѣ, производя на ней отчетливое изображеніе. Если при такомъ устройствѣ глаза, какъ представлено на рис. 147, придвинуть предметъ ближе къ зрачку, то исходящіе отъ крайнихъ точекъ лучи свѣта будутъ такъ сильно расходиться, что не въ состояніи будутъ достаточно преломиться въ глазѣ, чтобы бросить на сѣтчатую оболочку отчетливое изображеніе, которое образуется *позади* ея (рис. 149). Поставивъ предметъ дальше отъ зрачка, т. е. за предѣлы дальности зрѣнія, мы увидимъ, что исходящіе отъ нихъ лучи свѣта сойдутся *передъ* сѣтчатою оболочкою, причемъ получится такое же неясное изображеніе, какъ и въ первомъ случаѣ (рис. 150).

Рис. 149.

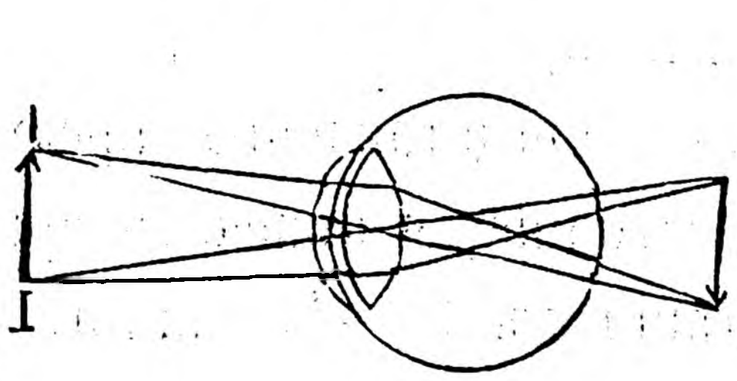
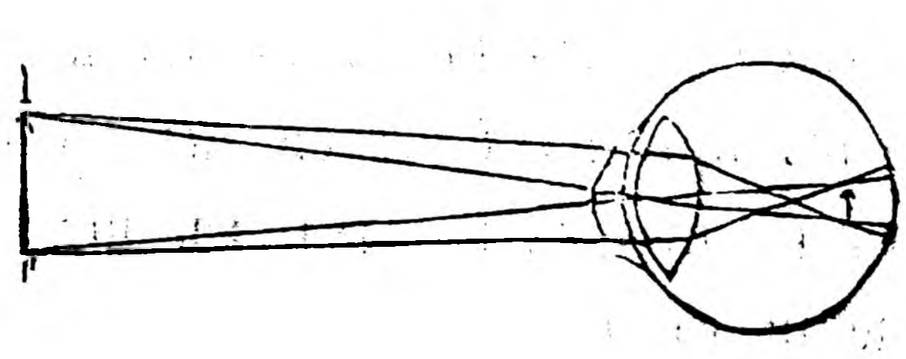


Рис. 150.



Судя по этому, всякій предметъ, находящійся отъ глаза въ разстояніи, большемъ или меньшемъ въ сравненіи съ предѣломъ дальности зрѣнія, долженъ представляться неяснымъ или

тусклымъ. Но на дѣлѣ для здороваго глаза этого не бываетъ. Напротивъ того, онъ видитъ совершенно ясно отдаленный и близкій предметъ, конечно только до извѣстныхъ предѣловъ. Эта способность глаза основывается на томъ, что внутреннія части глаза, преломляющія лучи свѣта, а именно его передняя камера и хрусталикъ измѣняются соотвѣтственно тому, какъ это требуетъ отдаленность предмета. При разсматриваніи близкаго предмета, передняя камера глаза, становясь болѣе выпуклою, получаетъ черезъ то большую способность преломлять лучи свѣта и вслѣдствіе того послѣдніе болѣе сходятся между собою и такимъ образомъ падаютъ прямо на сѣтчатую оболочку, а не позади ея; разсматривая отдаленный предметъ, выпуклость глаза уменьшается, вслѣдствіе чего сближеніе лучей передъ сѣтчатой оболочкой глаза также уменьшается.

Эту способность глаза примѣняться къ разсматриванію близкихъ и отдаленныхъ предметовъ съ одинаковою точностью называютъ *приспособляемостью* глаза.

Но не всякій глазъ обладаетъ способностью приспособляться къ отдаленности предметовъ. Глазъ, пріученный къ разсмотрѣнію предметовъ, находящихся въ очень близкомъ разстояніи отъ него, особенно въ юности, скоро пріобрѣтаетъ *постоянную* выпуклость наружной оболочки и, вмѣстѣ съ тѣмъ, утрачиваетъ способность приспособляться къ отдаленнымъ предметамъ. Онъ получаетъ о нихъ лишь неточныя представленія, и потому называется *близоруким*ъ. Напротивъ того, *дальнозоркимъ* называютъ такой глазъ, который неспособенъ приспособляться къ отчетливому представленію предметовъ, придвигаемыхъ къ нему на разстояніе, меньшее въ сравненіи съ нормальнымъ предѣломъ зрѣнія въ 8—10 линій.

Слѣдовательно, недостатокъ близорукихъ глазъ заключается въ томъ, что они слишкомъ сильно преломляютъ лучи свѣта, сравнительно съ дальнозоркими, преломляющее свойство которыхъ относительно весьма слабо. Этотъ недостатокъ устра-

няется въ обоихъ случаяхъ искуственнымъ способомъ, при помощи сферическихъ стеколъ, которыя или сближаютъ исходящіе отъ предмета лучи свѣта, или же содѣйствуютъ ихъ расхожденію.

§ 176. Эта цѣль достигается употребленіемъ *очковъ*, которые служатъ для возстановленія правильнаго преломленія лучей свѣта, посредствомъ котораго ясное изображеніе предметовъ получается прямо на сѣтчатой оболочкѣ. На этомъ основаніи дальнозоркіе глаза снабжаются очками съ выпуклыми или собирающими стеклами, а близорукіе очками съ вогнутыми или разсѣивающими стеклами.

Рисунки 149 и 150 изображаютъ дальнозоркій и близорукій глаза, одинаково неспособные къ отчетливому и точному представленію предмета, потому что первый получаетъ изображеніе позади сѣтчатой оболочки, а послѣдней впереди ея. Вооружите ихъ надлежащими очками (рис. 151 и 152), и тогда двояковы-

Рис. 151.

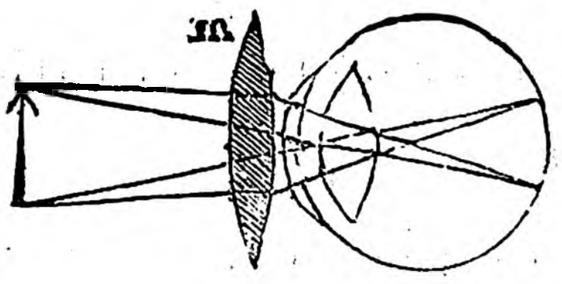
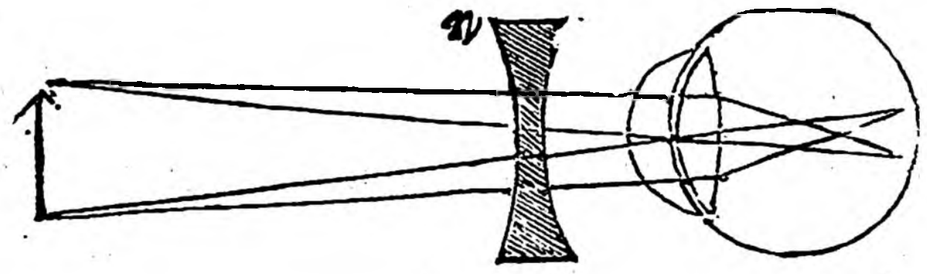


Рис. 152.



пуклое стекло *m* (рис. 151) усилитъ, а двояковогнутое стекло *n* (рис. 152) ослабитъ преломленіе лучей, такъ что лучи свѣта, исходящіе отъ каждой точки предмета будутъ падать сосредоточенно на самую сѣтчатую оболочку и слѣдовательно дадутъ точное отчетливое изображеніе.

Само собою разумѣется, что очки бываютъ разнаго устройства, смотря по степенямъ близорукости и дальнозоркости.

Слѣпота обыкновенно происходитъ отъ паралича глазнаго нерва, и этотъ неисцѣлимый недугъ называется *темною водою*; но всего чаще причиною слѣпоты бываетъ такъ называемое *бѣльмо*, болѣзненное состояніе глазнаго хрусталика, ко-

торый становится тусклымъ. Исцѣленіе въ этомъ случаѣ возможно лишь тогда, когда смѣлая и опытная рука, вооруженная чрезвычайно тонкимъ инструментомъ, прокалываетъ наружную оболочку глаза, и такимъ образомъ удаляетъ тусклое пятно черезъ зрачекъ, или же отодвигаетъ его въ глубь хрусталика, чтобы лучи свѣта имѣли свободный доступъ въ глазное яблоко. Но такъ какъ при этомъ нарушается способность преломленія лучей въ хрусталикѣ, то подвергнутый операціи глазъ снабжается особо приспособленными для этого очками со стеклами, сильно преломляющими свѣтъ.

Глаза болѣе совершенныхъ животныхъ, каковы млекопитающія, птицы, рыбы и другія, въ существенныхъ чертахъ своего строенія, схожи съ человѣческими. Менѣе совершенныя животныя или вовсе не имѣютъ глазъ, или эти глаза отличаются особеннымъ устройствомъ (рис. 153). Именно: на полукруглой сѣтчатой оболочкѣ, *fg*, расположено множество пустотѣлыхъ маленькихъ конусовъ, въ родѣ *ab*, *cd*, которые пропускаютъ исходящіе отъ предмета лучи свѣта на сѣтчатую оболочку глаза. Животныя съ глазами подобнаго устройства могутъ видѣть предметы только въ непосредственной близи, причемъ послѣдніе представляются имъ какъ будто чрезъ рѣшетку. Каждый конусъ снабженъ въ верхней части прозрачною кожицей, вслѣдствіе чего такой глазъ представляетъ собою полушаріе, окруженное рядами микроскопическихъ плоскостей, число которыхъ простирается отъ 12000 до 20000. Такими глазами обладаютъ всѣ насѣкомыя, въ томъ числѣ и обыкновенныя комнатныя мухи. Впрочемъ, нѣкоторыя изъ насѣкомыхъ, напримѣръ пауки, имѣютъ, кромѣ плоскихъ, также чечевицеобразные глаза.

§ 177. *Уголъ зрѣнія; величина кажущаяся и дѣйствительная.* Мы уже показали, что лучи свѣта, исходящіе отъ видимаго нами предмета, проникаютъ въ глазъ и производятъ на его сѣтчатой оболочкѣ изображеніе, которое передается

мозгу или сознанію чрезъ посредство зрительнаго нерва, и отъ величины котораго зависитъ кажущаяся величина предмета. Представимъ себѣ, что отъ конечныхъ точекъ изображенія *ab*, находящагося на сѣтчатой оболочкѣ (рис. 154) идутъ линіи по направленію къ соотвѣтствующимъ точкамъ видимаго предмета. Эти линіи, пересѣкаясь между собою, образуютъ такъ называемый *уголъ зрѣнія*, величина котораго зависитъ отъ величины изображенія, образовавшагося на сѣтчатой оболочкѣ. Поэтому можно сказать, что кажущаяся величина предмета выражается величиною угла, подъ которымъ онъ представляется. Стало быть, чѣмъ больше уголъ зрѣнія, тѣмъ больше кажется намъ видимый предметъ.

Рис. 153.

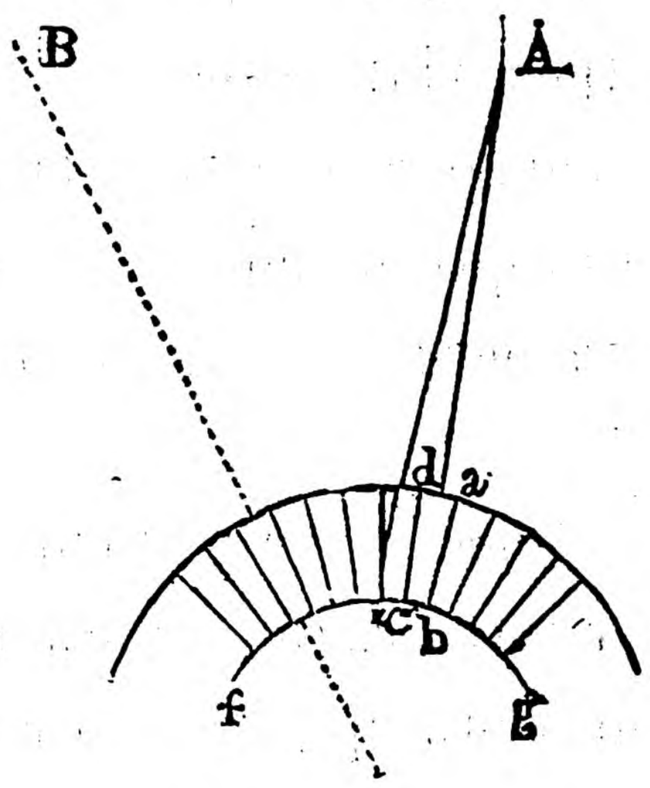
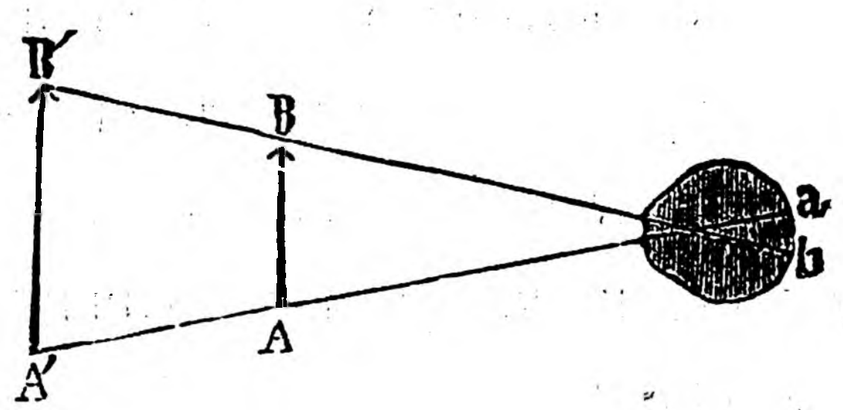


Рис. 154.



Но величина угла зрѣнія зависитъ, очевидно, отъ двухъ причинъ: во-первыхъ, отъ дѣйствительной величины предмета, и во-вторыхъ, отъ его отдаленности. Относительно послѣдняго можно принять за правило, что, въ извѣстныхъ предѣлахъ, величина угла, подъ которымъ представляется предметъ, уменьшается пропорціонально разстоянію. Вслѣдствіе того, одинъ и тотъ же предметъ на двойномъ разстояніи кажется намъ вдвое, а на тройномъ втрое меньше противъ того, какъ онъ представляется на обыкновенномъ разстояніи.

Вотъ почему въ двухъ параллельныхъ рядахъ деревьевъ,

намъ кажется, что отдаленныя деревья стоятъ ближе другъ къ другу; но это происходитъ только оттого, что взаимное разстояніе деревьевъ, по мѣрѣ ихъ удаленія, представляется взору подъ послѣдовательно меньшимъ угломъ зрѣнія. Отъ этого обстоятельства зависитъ разные обманы зрѣнія, и только навыкъ и частыя упражненія мало по малу пріучаютъ насъ правильно судить объ отдаленности извѣстнаго предмета по его кажущейся величинѣ. Въ сумерки, когда очертанія предметовъ стушевываются и какъ будто сливаются съ окружающей средой, легко можно принять отдаленное дерево или башню за человѣка, и наоборотъ, потому что уголъ зрѣнія высокаго, но отдаленнаго отъ насъ предмета можетъ быть не болѣе того угла, подъ которымъ мы видимъ не высокіе, но болѣе близкіе предметы.

Изъ предыдущаго можно вывести двоякое заключеніе, примѣненіе котораго особенно важно въ астрономіи: во-первыхъ, по кажущейся величинѣ предмета и разстоянію его можно вычислить его дѣйствительную величину; во-вторыхъ, по дѣйствительной и кажущейся величинамъ предмета легко судить о его разстояніи.

§ 178. Принимая въ соображеніе все сказанное выше о зрѣніи, слѣдовало бы заключить, что когда мы смотримъ на одинъ и тотъ же предметъ *двумя* глазами онъ долженъ представляться намъ вдвойнѣ, такъ какъ изображеніе разсматриваемаго предмета получается въ каждомъ глазѣ отдѣльно. Однако въ дѣйствительности ни одинъ изъ разсматриваемыхъ предметовъ не представляется намъ вдвойнѣ, и это происходитъ только благодаря тому условію, что мы смотримъ на каждый предметъ преимущественно. Вслѣдствіе этого оси обоихъ глазъ направляются на предметъ одновременно и лучи свѣта падаютъ на сѣтчатую оболочку глазъ въ такъ-называемыя *тождественныя точки*, въ которыхъ они соединяются, образуя одно общее изображеніе. Если же смотрѣть на предметъ вскользь, то онъ двоится, т. е. представляется въ двухъ неточныхъ изображеніяхъ.

Слѣдуетъ также замѣтить, что вслѣдствіе взаимнаго разстоянія между обоими глазами лѣвый глазъ получаетъ отъ всякаго разсматриваемаго предмета изображеніе, вполнѣ соотвѣтствующее его точкѣ зрѣнія, и поэтому нѣсколько отличное отъ изображенія, получаемаго въ правомъ глазѣ. Такимъ образомъ мы разсматриваемъ предметъ одновременно съ двухъ точекъ зрѣнія, и именно чрезъ то получаемъ физическое изображеніе его, выступающее изъ плоскости въ видѣ пластическаго представленія. Рисунокъ, снимаемый всегда съ одной опредѣленной точки зрѣнія, никогда не можетъ имѣть на насъ дѣйствія физическаго изображенія, и если на насъ производятъ подобное впечатлѣніе архитектурныя и пейзажныя картины, то это происходитъ единственно при содѣйствіи нашего воображенія. Если же мы приготовимъ два рисунка, изображающіе предметъ съ двухъ различныхъ точекъ зрѣнія, соотвѣтствующихъ каждому глазу и, при помощи особо-приспособленнаго къ тому оптическаго снаряда, называемаго *стереоскопомъ*, перенесемъ эти изображенія одновременно на тождественныя мѣста сѣтчатой оболочки глаза, то оба они соединятся въ одно физическое или стереоскопическое представленіе, производящее на насъ впечатлѣніе совершенно выпуклаго предмета.

§ 179. Сѣтчатая оболочка глаза удерживаетъ полученное свѣтовое впечатлѣніе въ продолженіе нѣкотораго времени, и оно изглаживается только по полученіи глазомъ другаго впечатлѣнія. На этомъ свойствѣ основано извѣстное явленіе огненнаго круга, производимаго быстрымъ вращеніемъ тлѣющей лучины (потому что впечатлѣніе, производимое на сѣтчатую оболочку тлѣющей лучиной, еще не изгладилось въ то время, какъ новое впечатлѣніе происходитъ изъ другаго мѣста, и всѣ эти впечатлѣнія, сливаясь на сѣтчатой оболочкѣ, производятъ представленіе круга), а также дѣйствіе фейерверочныхъ ракетъ и другихъ произведеній пиротехники. Имъ объясняются также чудесныя явленія *магическаго зеркала* (фенакистокопа, тау-

мотропа), которое между прочимъ послужило остроумнымъ примѣненіемъ къ объясненію волнообразнаго движенія, объясненнаго въ одномъ изъ предыдущихъ параграфовъ (§ 120).

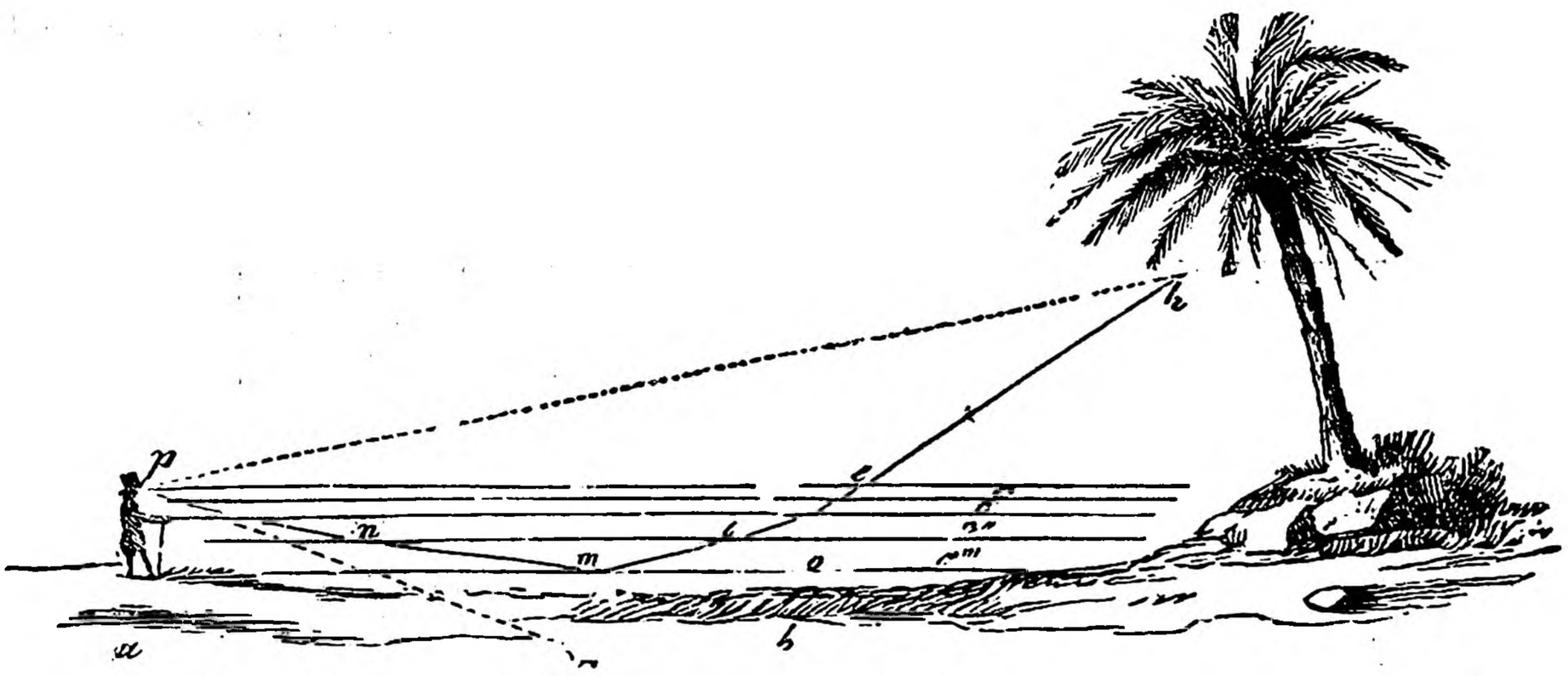
Еще поразительнѣе обнаруживается устойчивость первоначальнаго впечатлѣнія, полученнаго глазомъ, если напримѣръ долго и пристально смотрѣть на ясное небо сквозь темный крестъ оконной рамы, и потомъ или закрыть глаза или устремить ихъ на бѣлый потолокъ. Въ первомъ случаѣ получится соотвѣтственное изображеніе предмета; во второмъ случаѣ на потолкѣ представится яркое изображеніе креста посреди темныхъ квадратовъ оконныхъ стеколъ, т. е. произойдетъ обратное впечатлѣніе свѣта. Сюда принадлежатъ любопытны явленія, основанныя на противоположности цвѣтовъ или красокъ. Положите, напр., небольшой квадратный кусокъ бумаги ярко-краснаго цвѣта на бѣлое поле, устремите на него пристально глаза, потомъ перенесите взоры на бѣлую поверхность и вы увидите на ней четвероугольникъ такой-же величины, только *зеленаго* цвѣта. Напротивъ того, зеленый цвѣтъ вызываетъ красное изображеніе, фіолетовый смѣняется желтымъ, голубой цвѣтъ оранжевымъ. Этимъ объясняются многія явленія, происходящія при смѣшеніи различныхъ цвѣтовъ, и въ особенности то практическое правило, что противоположные цвѣта, будучи поставлены рядомъ, взаимно поглощаютъ другъ друга, производя пріятную игру цвѣтовъ. Эти явленія, доступныя лишь для самого наблюдателя, называются поэтому *субъективными явленіями свѣта.*

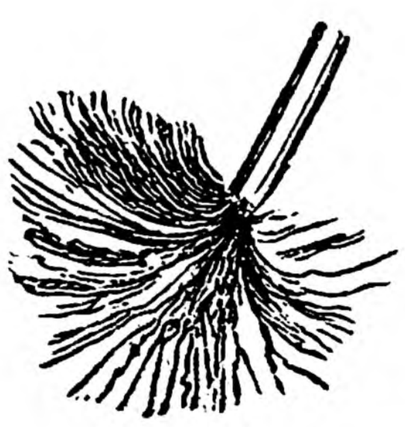
§ 180. *Воздушныя картины, фата-моргана, миражъ.* Подъ вліяніемъ особыхъ условій, вслѣдствіе своеобразнаго отраженія предметовъ, въ воздухѣ происходятъ замѣчательныя явленія, производящія волшебное, часто непостижимое для многихъ путешественниковъ впечатлѣніе.

Эти явленія, извѣстныя подъ приведенными выше названіями, возможны только на обширныхъ равнинахъ, и при чрезвы-

чайно тихой погодѣ, когда нижніе слои атмосферы, нагрѣваемые солнцемъ, расширяясь, постепенно и очень медленно смѣшиваются съ верхними, болѣе плотными слоями. Вслѣдствіе этого высокіе предметы, находящіеся на такихъ плоскостяхъ, представляютъ глазу наблюдателя, какъ показано на рисункѣ 155,

Рис. 155.



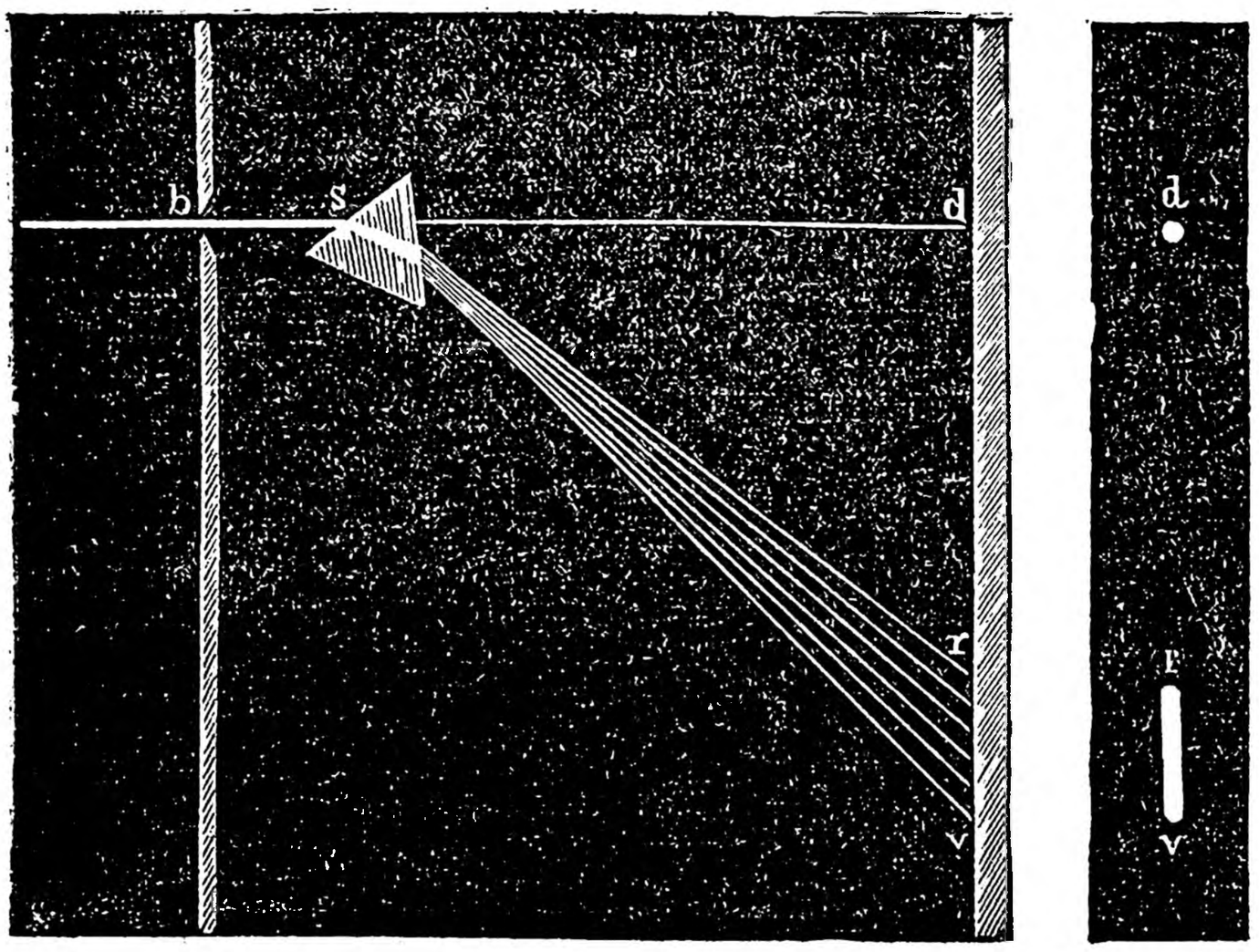


два изображенія, именно: одни лучи свѣта идутъ отъ предмета по прямому направленію отъ h къ глазу p, между тѣмъ какъ другой лучъ, исходя изъ тойже точки h, претерпѣваютъ въ менѣе плотныхъ слояхъ воздуха $cc'c''c'''$ такое сильное преломленіе, что кажется, онъ будто исходитъ изъ точки z, вслѣдствіе чего въ этой точкѣ представляется другое изображеніе предмета, но въ обратномъ положеніи. Между обоими изображеніями находится слой воздуха , и такимъ образомъ цѣлое производитъ на наблюдателя такое впечатлѣніе, какъ будто бы мы видѣли въ зеркальной поверхности озера отраженіе цѣпи деревьевъ, холмовъ, башенъ и. т. д. Такія воздушныя картины всего чаще представляются въ пустыняхъ Египта, гдѣ онѣ вводятъ въ жестокое заблужденіе путешественниковъ, которые, думая приблизиться къ отрадному источнику, вдругъ съ сокрушеннымъ сердцемъ замѣчаютъ, что онъ исчезаетъ въ воздухѣ. Свѣтлыя кольца вокругъ солнца и луны, равно побочныя солнца

и луны, замѣчаемыя иногда на небѣ, происходятъ тогда, когда ихъ наблюдаютъ чрезъ весьма тонкое облако.

§ 181. *Цвѣта* или *краски*. Если лучъ свѣта при помощи зеркальца пропустить чрезъ отверстіе *b* (рис. 156) въ совершенно-темную комнату, то онъ отразится на противоположной стѣнѣ въ видѣ бѣлаго круглаго пятнышка *d* (рис. 157). Еслиже передъ отверстіемъ поставимъ трехгранную стекляшную *призму s*, то не только лучъ значительно уклонится въ сто-

Рис. 156. Рис. 157.



рону, но на стѣнѣ получится продолговатое разноцвѣтное изображеніе, въ которомъ цвѣта будутъ расположены слѣдующимъ образомъ: внизу около *v*—*фіолетовая полоса*, потомъ *синяя*, *голубая*, *зеленая*, *желтая*, *оранжевая* и наконецъ па самомъ верху *красная*. Эти же самые цвѣта, и въ томъ же порядкѣ, мы замѣчаемъ въ *радугѣ*, вслѣдствіе чего они и пазываются *призматическими* или *радужными*, а изображеніе, производимое ими—солнечнымъ спектаторомъ. Такимъ образомъ, бѣлый солнечный лучъ не только преломляется призмою, но и *разлагается* на семь свѣтящихся лучей различнаго цвѣта. Поэтому

бѣлый лучъ называется *составнымъ* или *смѣшаннымъ* свѣтомъ, образующимся изъ семи простыхъ лучей свѣта.

Если сосредоточить исходящіе изъ призмы семь цвѣтныхъ лучей посредствомъ двояковыпуклаго стекла, то они въ фокусѣ послѣдняго снова соединятся въ видѣ бѣлой точки. Этотъ опытъ можно произвести также при помощи шара, оклеивъ его окружность полосками цвѣтной бумаги одинаковой величины, по возможности похожими на призматическія краски. Если такой шаръ привести въ быстрое вращательное движеніе, то краски сольются такъ, что пестрая поверхность шара будетъ казаться бѣлою.

Поэтому *бѣлыми* тѣлами называются тѣ, которыя отбрасываютъ смѣшанные между собою лучи свѣта, между тѣмъ какъ *черныя* тѣла ихъ поглощаютъ. Но въ природѣ едва-ли найдется такое тѣло, въ которомъ то или другое совершалось бы вполнѣ и исключительно. Отъ этого происходитъ постепенный переходъ отъ бѣлаго цвѣта черезъ сѣрый къ черному.

Впрочемъ есть тѣла, въ которыхъ атомы расположены особеннымъ образомъ и которыя вслѣдствіе того совершенно поглощаютъ только часть свѣтовыхъ волнъ, между тѣмъ какъ отдѣльныя волны свѣта отражаются безъ всякаго измѣненія. *Красное* тѣло, напримѣръ, поглощаетъ всѣ цвѣтные лучи падающаго на него смѣшаннаго свѣта и отражаетъ только *красные*. Точно также объясняемъ мы всѣ прочіе цвѣта тѣлъ, синій, зеленый, желтый и т. д.

Всматриваясь пристально въ производимый солнечнымъ свѣтомъ спектръ, мы замѣчаемъ въ разныхъ мѣстахъ его темныя полосы, называемыя *фраунгоферовыми линіями*, изъ которыхъ всего ярче выступаютъ восемь. Другіе свѣтовые источники, напримѣръ пламя свѣчи, также даютъ черезъ призму цвѣтныя изображенія, но въ нихъ не видно фраунгоферовыхъ линій. За то въ нихъ замѣчаютъ особенныя, яркія, цвѣтныя линіи, которыя зависятъ отъ веществъ, находящихся въ пламени. Если, напримѣръ, въ послѣднемъ улетучивается

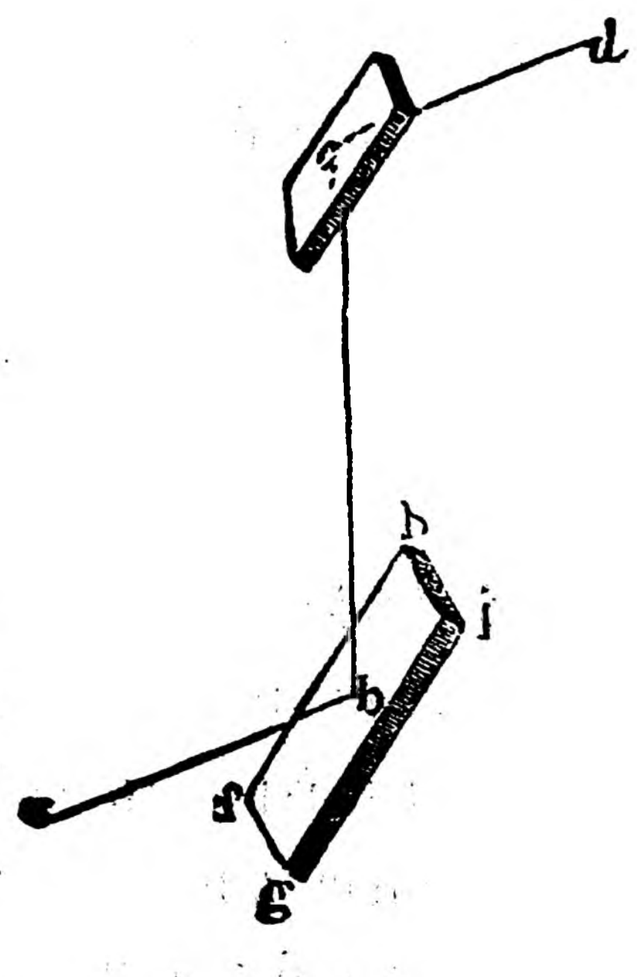
натръ, то въ извѣстномъ мѣстѣ спектра показывается желтая полоса особенно яркаго цвѣта. Замѣчательно то, что достаточно бываетъ присутствія малѣйшихъ слѣдовъ нѣкоторыхъ веществъ въ пламени, чтобы произвести въ спектрѣ особенныя полосы, а потому это обстоятельство съ пользою примѣняется къ дѣлу подъ названіемъ *спектральнаго анализа*, въ тѣхъ случаяхъ, когда оказывается надобность удостовѣриться въ присутствіи или отсутствіи такихъ веществъ. Такого рода изслѣдованіе повело даже къ открытію двухъ новыхъ металловъ *цезія* и *рубидія*, которыхъ до 1861 года никто не зналъ.

§ 182. Нѣкоторыя тѣла кажутся окрашенными только тогда, когда ихъ видятъ въ значительной массѣ. Такъ напр. тонкіе слои льда или стекла представляются безцвѣтными, толстые же кажутся синими или зелеными. Воздухъ, наблюдаемый съ высоты атмосферы, представляется голубымъ. Не будь этой атмосферы голубоватаго цвѣта, небесныя пространства казались бы намъ черными. Дѣйствительно, на высотѣ значительныхъ горъ небо представляется темносинимъ, потому что разрѣженный слой земной атмосферы, менѣе широкій на высотѣ, пропускаетъ чрезъ себя черную мглу безпредѣльнаго міроваго пространства. Точно также на равнинѣ небо, находящееся надъ нашей головой, имѣетъ темноголубой цвѣтъ, между тѣмъ какъ горизонтъ его представляется сравнительно блѣднѣе. Это происходитъ оттого, что въ послѣднемъ случаѣ между глазомъ и небомъ находится болѣе толстый слой воздуха. Вершины отдаленныхъ горъ получаютъ синеватый отливъ отъ значительнаго слоя воздуха, отдѣляющаго ихъ отъ нашего взора.

Красноватый и желтый цвѣтъ неба, называемый *утреннею* и *вечернею зарею*, приписывается присутствію въ воздухѣ водяныхъ паровъ, которые, образуясь изъ тумана, имѣютъ свойство пропускать только красный и желтый цвѣта. Этотъ переходъ совершается, какъ извѣстно, именно въ ту пору дня, которая соотвѣтствуетъ двумъ вышеприведеннымъ названіямъ.

§ 183. *Поляризація свѣта.* Рисунокъ 158 изображаетъ лучъ свѣта *ab*, падающій подъ угломъ въ 35 градусовъ на стеклянную доску *fghi*, задняя сторона которой черна и слѣдовательно отражаетъ лучъ свѣта, подобно зеркалу, въ направленіи *bc*. Этотъ лучъ, въ свою очередь, встрѣчается съ такимъ же зеркаломъ, поставленнымъ параллельно первому, и отражается имъ въ направленіи *cd*, гдѣ дѣлается видимымъ для глаза, находящагося въ точкѣ *d*. Если начать поворачивать верхнее зеркало вокругъ линіи *bc*, то хотя уголъ, образуемый падающимъ лучемъ *bc* съ поверхностью зеркала, не перемѣнится, однако оба зеркала при этомъ уже не будутъ болѣе параллельны и ихъ отражательныя площади уже не будутъ совпадать, какъ прежде. Если мы будемъ слѣдить взоромъ за отраженнымъ лучемъ *cd*, съ начала поворота зеркала, то увидимъ, что сила свѣта въэтомъ лучѣ постепенно умевьшится, и что онъ наконецъ совершенно изчезнетъ, когда верхнее зеркало сдѣлаетъ поворотъ въ 90 градусовъ, т. е. когда обѣ отражающія зеркальныя площади будутъ находиться взаимно подъ прямымъ угломъ. Если продолжать поворачивать зеркало, то отраженный лучъ *cd* снова покажется и достигнетъ прежной своей силы, когда поворотъ составитъ 180 градусовъ, потому что тогда отражающія плещади обоихъ зеркалъ будутъ совпадать по прежнему. При дальнѣйшемъ поворотѣ означенное явленіе повторяется такимъ же образомъ, пока, при поворотѣ въ 180 градусовъ, отражающія площади опять не пересѣкутся подъ прямымъ угломъ, и тогда отраженный лучъ снова исчезнетъ. При полномъ поворотѣ первоначальныя отношенія вполнѣ возстановляются.

Рис. 158.



Вслѣдствіе отраженія своего въ первомъ зеркалѣ свѣтъ испы-

талъ, стало быть, измѣненіе; онъ уже не будетъ, подобно первоначальному лучу, отражаемъ вторымъ зеркаломъ въ какомъ угодно положеніи. Это измѣненіе называется *поляризаціею* свѣта, а измѣненный такимъ образомъ свѣтъ — *поляризованнымъ*.

Слѣдуетъ также замѣтить, что свѣтъ не поляризуется ни металлическими, ни обыкновенными зеркалами. За то преломляясь, особенно при прохожденіи черезъ кристаллы, онъ также поляризуется. Для опытовъ подобнаго рода прибѣгаютъ преимущественно къ небольшимъ пластинкамъ, приготовленнымъ изъ минерала, извѣстнаго подъ названіемъ *турмалина*.

Мы здѣсь не можемъ входитъ въ подробное разсмотрѣніе явленій поляризаціи, принадлежащихъ, по прелести красокъ, къ числу прекраснѣйшихъ въ области оптики; но намъ нельзя было не упомянуть объ нихъ уже потому, что поляризація оказываетъ важныя услуги въ кристаллографіи, и служитъ для характеристики нѣкоторыхъ химическихъ веществъ, равно для уразумѣнія различія между первоначальнымъ и отраженнымъ свѣтомъ небесныхъ тѣлъ.

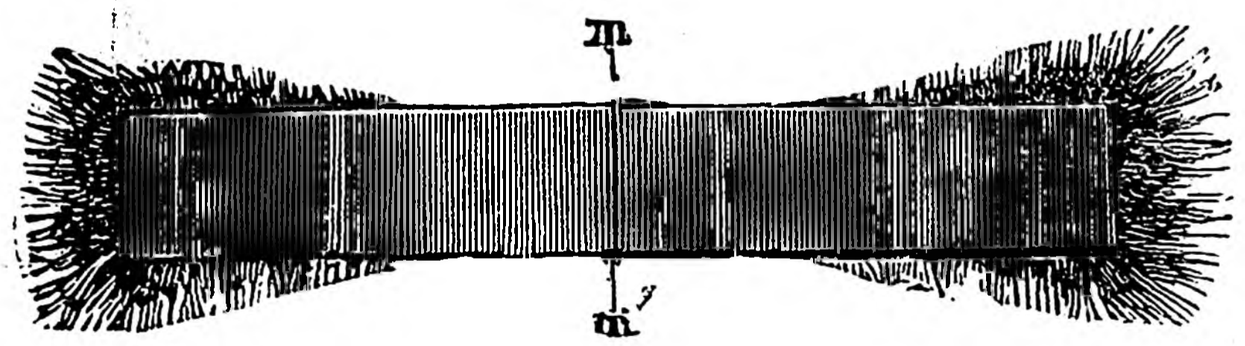
VII. МАГНЕТИЗМЪ.

§ 184. Желѣзная руда, минералъ почти повсемѣстно распространенный въ природѣ, обладаетъ особеннымъ свойствомъ притягивать къ себѣ небольшія частички желѣза, напримѣръ желѣзные опилки, которые пристаютъ къ ея поверхности. Это свойство было наблюдаемо еще въ древности, а самое названіе этого явленія производится отъ древняго города *Магнезіи*, гдѣ были сдѣланы первоначальныя наблюденія. Этотъ минералъ называется *магнитомъ* и встрѣчается въ Швеціи въ такомъ изобиліи, что его тамъ употребляютъ для добыванія желѣза. Кромѣ желѣза магнитъ притягиваетъ къ себѣ также *никель*.

Но послѣдній добывается въ чисто металлическомъ состояніи съ большимъ трудомъ, а потому мы будемъ разсматривать только отношенія желѣза къ магниту.

§ 185. Магнитическое свойство *естественнаго* магнита можетъ быть легко сообщено стали, если надлежащимъ образомъ натереть ее кускомъ магнита. Намагниченная сталь называется *искусственнымъ магнитомъ*, а такъ какъ ему можно дать любую форму, то всѣ наблюденія производятся при его помощи. Возьмемъ сперва для опытовъ магнитную полосу и обсыплемъ ее желѣзными опилками. Послѣдніе въ большомъ количествѣ прильнутъ къ обоимъ концамъ магнита, между тѣмъ какъ середина останется свободною (рис. 159). Эти конечныя точки, оказывающія наибольшую силу притяженія, называются

Рис. 159.



полюсами, а середина *mm'*, на которой незамѣтно никакого притяженія, *экваторомъ* магнита. Тоже самое можно показать на всѣхъ естественныхъ и искуственныхъ магнитахъ, какой бы формы они не были. Въ магнитахъ правильной формы полюсы лежатъ на двухъ противоположныхъ оконечностяхъ, а экваторъ въ серединѣ между ними.

Обыкновенно магниту сообщаютъ форму подковы (рис. 160), черезъ что оба полюса *NS* находятся одинъ возлѣ другаго, и такимъ образомъ соединенными силами дѣйствуютъ на кусокъ желѣза *sn*, который называется *якоремъ* и снабженъ ушкомъ, для привѣшиванія къ нему тяжестей. Чтобы получить усиленное магнитное дѣйствіе, нѣсколько магнитовъ соединяютъ однородными полюсами, накладывая ихъ одинъ на другой и покрывая общею оболочкой. Изъ дальнѣйшихъ опытовъ оказывается,

что магнитъ обнаруживаетъ притягательную силу на желѣзо даже чрезъ массу постороннихъ тѣлъ, и что сила этого притяженія уменьшается пропорціонально квадратамъ разстоянія.

§ 186. Если тонкую, заостренную съ обоихъ концовъ магнитную палочку, обыкновенно называемую *магнитною стрѣлкою* (рис. 161), установить такимъ образомъ, чтобы она могла

Рис. 160.

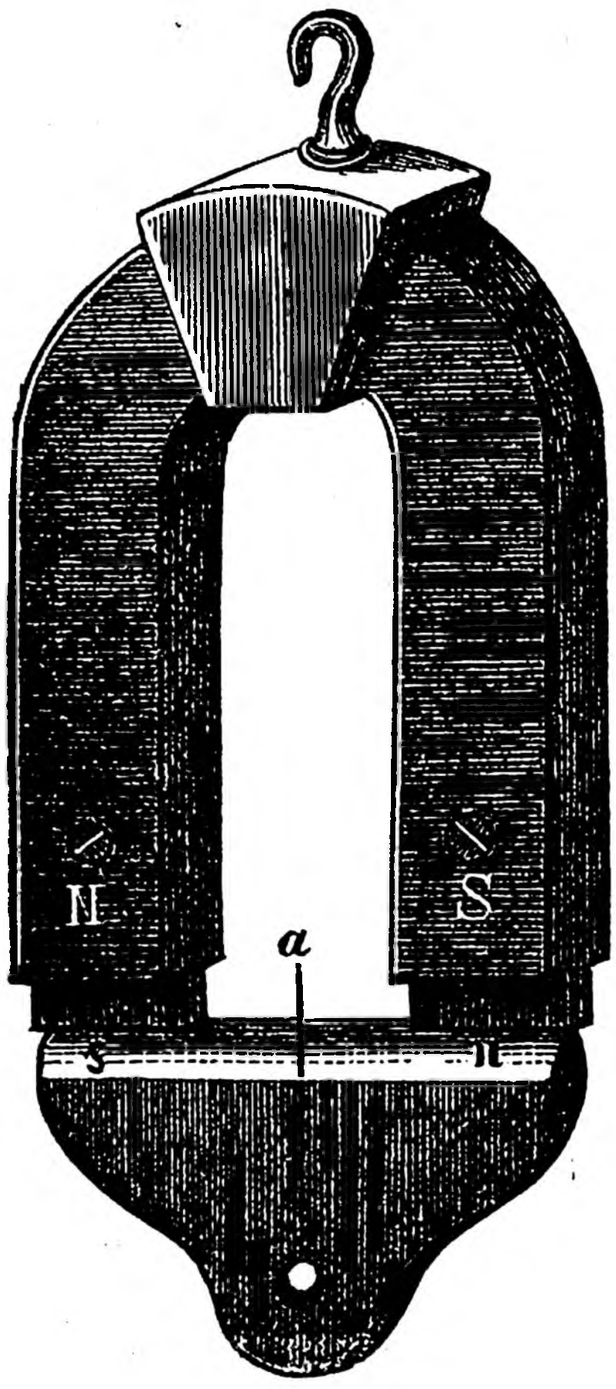
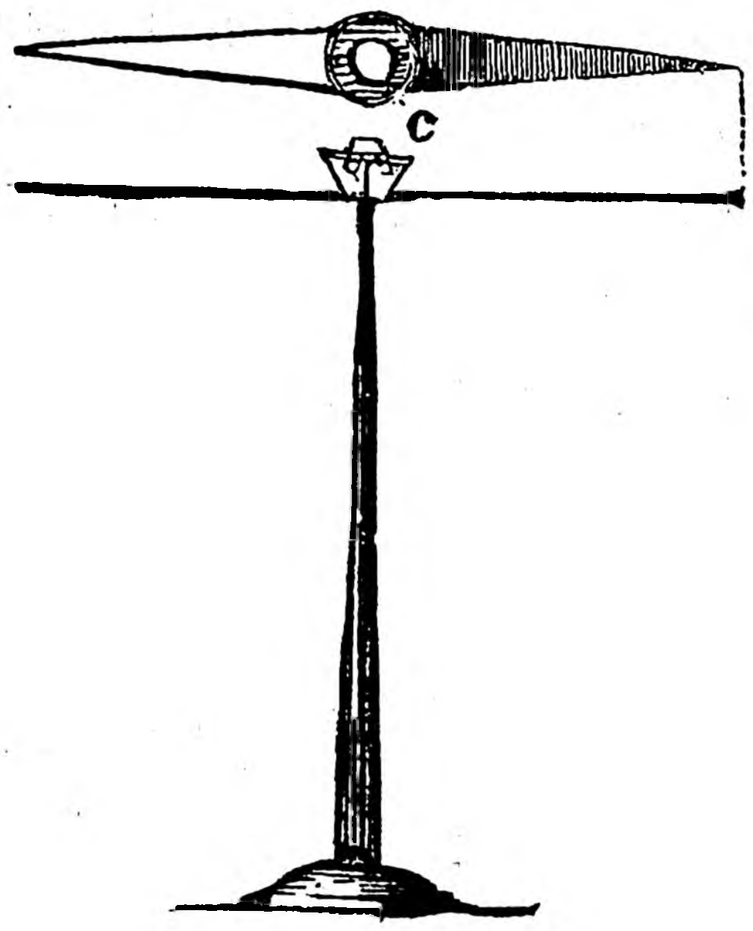


Рис. 161.



вращаться вокругъ вертикальной оси, то, послѣ непродолжительнаго колебанія изъ стороны въ сторону, наконецъ она приметъ опредѣленное положеніе, къ которому возвращается сама собою всякій разъ, когда это положеніе нарушается постороннимъ вліяніемъ. Одинъ конецъ стрѣлки всегда обращенъ на *сѣверъ*, и называется *восточнымъ полюсомъ*, между тѣмъ какъ противоположный ему другой конецъ обращается на *югъ*, и называется *сѣвернымъ полюсомъ* (1). Это свойство магнитной стрѣлки

(1) Эти названія, противоположныя ихъ направленію, даны имъ

нашло, съ начала XIV столѣтія, важное примѣненіе въ такъ называемомъ *компасѣ*, необыкновенно простомъ снарядѣ, благодаря которому можно опредѣлять направленіе странъ свѣта во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ другихъ средствъ не представляется, напримѣръ на морѣ, среди обширнаго лѣса, мѣстоположеніе котораго совершенно неизвѣстно, при подземныхъ горныхъ работахъ, и т. п.

§ 187. Если южный полюсъ одной подвижной стрѣлки (рис. 161) придвинуть къ южному полюсу другой, то онъ быстро оттолкнется въ сторону. Напротивъ того, если поставить обѣ стрѣлки противоположными полюсами, то концы стрѣлокъ обнаружатъ стремленіе сблизиться, и наконецъ прильнутъ одинъ къ другому. На этомъ явленіи основанъ слѣдующій законъ: *однородные полюсы магнита взаимно отталкиваются, а разнородные притягиваются.*

§ 188. Если два магнита одинаковой силы положить другъ на друга противоположными полюсами, то магнитная сила ихъ уничтожится, и они уже не будутъ притягивать къ себѣ желѣзныхъ опилокъ. Если же сила обоихъ магнитовъ неодинакова, то притяженіе хотя и обнаруживается, но въ несравненно болѣе слабой степени, нежели въ каждомъ изъ нихъ особо. Двѣ манитныя стрѣлки, соединенныя общею осью противоположными полюсами, совершенно утрачиваютъ способность указывать направленіе, если ихъ длина одинакова; если же длина ихъ различна, то эта способность значительно ослабляется. Изъ этого слѣдуетъ, что въ каждомъ магнитѣ дѣйствуютъ двѣ противоположныя силы, которыя взаимно уничтожаютъ другъ друга, подобно положительному и отрицательному знакамъ въ математикѣ.

потому, что сѣверный полюсъ содержитъ магнетизмъ сѣвернаго полюса земнаго шара, и потому притягивается южнымъ полюсомъ земли (ср. § 187—191).

Слѣдующій опытъ заслуживаетъ особеннаго вниманія: Возьмемъ намагниченную стальную вязальную иглу, концы которой покрываются желѣзными опилками, если ихъ приводятъ съ ними въ соприкосновеніе. Переломивъ эту иглу пополамъ, мы получимъ два отдѣльные магнита, каждый съ двумя противоположными полюсами. Продолжая дѣленіе иголъ, можно получить рядъ самостоятельныхъ магнитовъ, изъ чего слѣдуетъ, что магнитная сила свойственна всѣмъ частямъ магнита, хотя дѣйствіе его и обнаруживается только около полюсовъ.

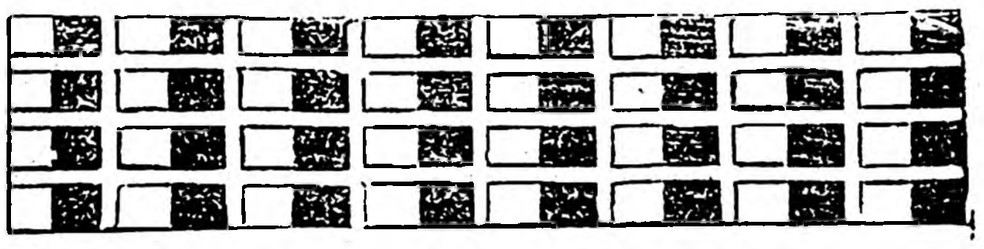
Кусокъ желѣза, привѣшенный къ одному изъ полюсовъ магнита, самъ пріобрѣтаетъ его свойства, и каждый изъ его концовъ не только притягиваетъ желѣзные опилки, но даже передаетъ это свойство слѣдующей полосѣ желѣза и цѣлому ряду ихъ, которыя, держась одна за другую силою притяженія, образуютъ такимъ образомъ непрерывную цѣпь магнитовъ. Съ удаленіемъ перваго куска желѣза отъ магнита, онъ утрачиваетъ магнитныя свойства и вся цѣпь разрушается. Изъ этого слѣдуетъ, что желѣзо, находясь подъ вліяніемъ магнита, обладаетъ только преходящимъ магнитнымъ свойствамъ, которое совершенно изчѣзаетъ послѣ разобщенія его съ магнитомъ.

§ 189. На основаніи предыдущихъ явленій, физики объясняютъ сущность магнитизма тѣмъ, что всѣ, даже самыя малѣйшія частицы желѣза обладаютъ двумя магнитнымн полюсами и слѣдовательно представляютъ небольшіе магниты; т. е. каждый кусокъ желѣза состоитъ изъ множестка очень мелкихъ магнитовъ, которые не обнаруживаютъ магнитнаго дѣйствія только потому, что соприкасаются своими противоположными полюсами, и такимъ образомъ взаимно уничтожаются или нейтрализуются. Эти маленькіе магниты, скученные между собою, представляются въ видѣ шахматной доски съ бѣлыми и черными квадратиками, которые показываютъ сѣверный и южный полюсы, и расположены совершенно равномѣрно.

Если, напримѣръ, приставить къ южному полюсу магнита

кусокъ желѣза, то всѣ маленькіе магниты, изъ которыхъ онъ состоитъ, примутъ опредѣленное направленіе, причемъ ихъ сѣверные полюсы будутъ притягиваться, а южные отталкиваться, и расположеніе крошечныхъ магнитовъ будетъ соотвѣтствовать рисунку 162, гдѣ бѣлыя полоски, или южные полюсы, будутъ обращены налѣво, а черныя полоски, или сѣверные полюсы, на право, вслѣдствіе чего ихъ сила сосредоточивается на концахъ, гдѣ собственно и проявляется ея дѣйствіе. Когда же освободимъ кусокъ желѣза отъ вліянія магнита, то прежнее положеніе маленькихъ магнитовъ возстановится, вслѣдствіе взаимнаго отталкиванія противоположныхъ полюсовъ, а емѣстѣ съ тѣмъ прекратится и дѣйствіе ихъ.

Рис. 162.



§ 190. При всемъ сходствѣ *желѣза* и *стали*, ихъ отношенія къ магниту существенно различны. Желѣзо, какъ мы выше замѣтили, можетъ легко измѣнить положеніе своихъ атомовъ при одномъ прикосновеніи къ магниту, и потому оно сильно притягивается имъ, но пріобрѣтаетъ при этомъ только *преходящія* магнитныя свойства. Напротивъ того, сталь обнаруживаетъ нѣкоторое сопротивленіе одинаковому размѣщенію однородныхъ полюсовъ, и потому притягивается магнитомъ лишь въ незначительной степени. Но за то сталь можетъ долго удерживать однажды сообщенное ея атомамъ расположеніе, вслѣдствіе чего она сама становится магнитомъ. Свойства магнита сообщаются ей посредствомъ натиранія естественнымъ или искуственнымъ магнитомъ. Для этого сѣверный полюсъ магнита приводятъ въ соприкосновеніе съ серединой стальной полосы и нѣсколько разъ натираютъ имъ эту полосу въ одномъ направленіи къ которому нибудь изъ ея концовъ. Потомъ южнымъ полюсомъ магнита натираютъ полосу отъ середины къ противоположному концу. Такимъ образомъ стальная полоса

становится магнитомъ, и утрачиваетъ это свойство только вслѣдствіе сильнаго нагрѣванія.

Мы представляемъ себѣ магнитъ не веществомъ, а *силою*, которая дѣйствуетъ въ одинаковомъ направленіи, и потому понятно, что при помощи *одного* искуственнаго магнита можно произвести безконечное множество другихъ магнитовъ, не уничтожая и даже не ослабляя магнитныхъ свойствъ послѣдняго.

§ 191. Стальная вязальная игла равномѣрной толщины, привѣшенная на ниткѣ за самую середину, будетъ находиться въ равновѣсіи и приметъ *горизонтальное* положеніе. Но если ее натереть магнитомъ и затѣмъ снова повѣсить, то равновѣсіе иглы нарушится. Одинъ конецъ ея будетъ постоянно тянуть книзу, какъ будто бы къ нему была привѣшена тяжесть. Чтобы снова привести ее въ горизонтальное положеніе, нужно привязать къ ей нитку въ точкѣ, болѣе близкой къ тому концу, который нарушаетъ равновѣсіе или перетягиваетъ.

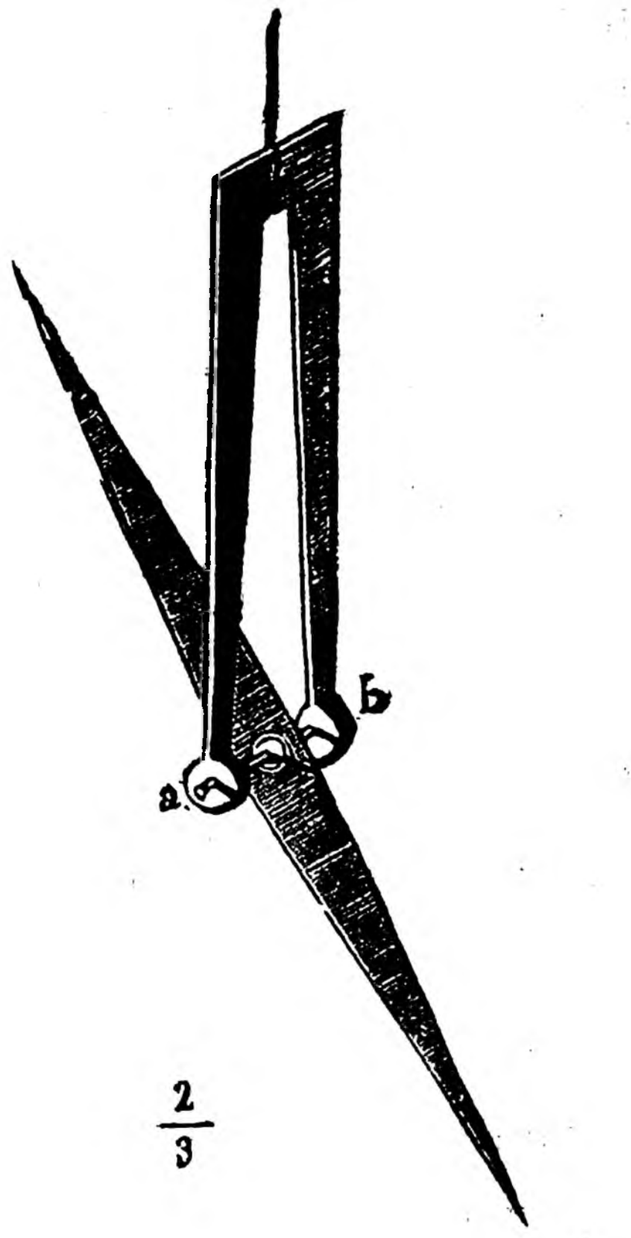
Какъ этотъ опытъ, такъ и упомянутое нами обстоятельство, что игла принимаетъ всегда положеніе, соотвѣтствующее сѣверному и южному полюсамъ, заставляютъ насъ предполагать присутствіе причины, обусловливающей это явленіе. Причина эта заключается въ томъ, что земной шаръ представляетъ собою огромный магнитъ. Но полюсы этого магнита не вполнѣ соотвѣтствуютъ полюсамъ земли, а потому и магнитный экваторъ ея не совпадаетъ съ среднимъ земнымъ поясомъ. Направленіе магнитной стрѣлки зависитъ отъ притяженія земли, а именно сѣверный магнитный полюсъ земли притягиваетъ къ себѣ южный полюсъ стрѣлки, вслѣдсвіе чего конецъ ея, направленный къ *сѣверу*, называютъ *южнымъ полюсомъ*, и наоборотъ.

Слѣдуя по направленію, указываемому магнитною стрѣлкой къ сѣверу, мы разумѣется не попадемъ на сѣверный полюсъ земли, потому что послѣдній, какъ уже сказано, не совпадаетъ съ ея магнитнымъ полюсомъ. Продолживъ мысленно указываемое стрѣлкой направленіе, мы получимъ кругъ. проходящій

чрезъ магнитные полюсы земли. Этотъ кругъ называется *магнитнымъ меридіаномъ*, который пересѣкается съ земнымъ меридіаномъ подъ угломъ въ 18 градусовъ, показывающимъ уклоненіе магнитной стрѣлки отъ дѣйствительнаго направленія къ сѣверу.

Притягательная сила магнитныхъ полюсовъ земли, обнаруживающаяся на стрѣлкѣ, бываетъ на различныхъ мѣстахъ весьма неодинакова. Если поставить стрѣлку на магнитномъ экваторѣ, то ея сѣверный и южный полюсы будутъ притягиваться магнитными полюсами земли съ одинаковою силою, и стрѣлка приметъ совершенно *горизонтальное* положеніе. Но если мы приблизимся съ нею къ сѣверному или южному магнитному полюсу, то она начнетъ *наклоняться* однимъ концемъ къ землѣ, и притомъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ ближе мы будемъ находиться къ одному изъ этихъ полюсовъ. Новѣйшіе путешественники, въ самомъ дѣлѣ, настолько приближались къ сѣверному магнитному полюсу земли, что магнитная стрѣлка принимала почти отвѣсное положеніе къ земной поверхности. Помѣстите магнитную стрѣлку на горизонтальную ось, утвержденную между стѣнками отвѣсной скобки (рис. 163), и она покажетъ степень наклоненія, составляющаго въ средней Европѣ около 70°.

Рис. 163.



2/3

§ 192. Вліянію земнаго магнетизма слѣдуетъ приписать и то, что предметы изъ желѣза или стали пріобрѣтаютъ магнитныя свойства въ незначительной степени, если ихъ подвергаютъ сильному тренію или удару, особенно если ихъ держатъ при этомъ въ направленіи, соотвѣтствующемъ склоненію и уклоненію магнит-

ной стрѣлки. Въ самомъ дѣлѣ, въ мастерской кузнеца или слесаря врядъ ли найдется стальный инструментъ, на которомъ незамѣтно было бы нѣкотораго количества приставшихъ къ нему желѣзныхъ опилковъ.

Замѣчательныя явленія, происходящія отъ взаимодѣйствія магнитизма и электричества, будутъ нами разсмотрѣны послѣ того, какъ мы познакомимся съ свойствами этого послѣдняго.

VIII. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.

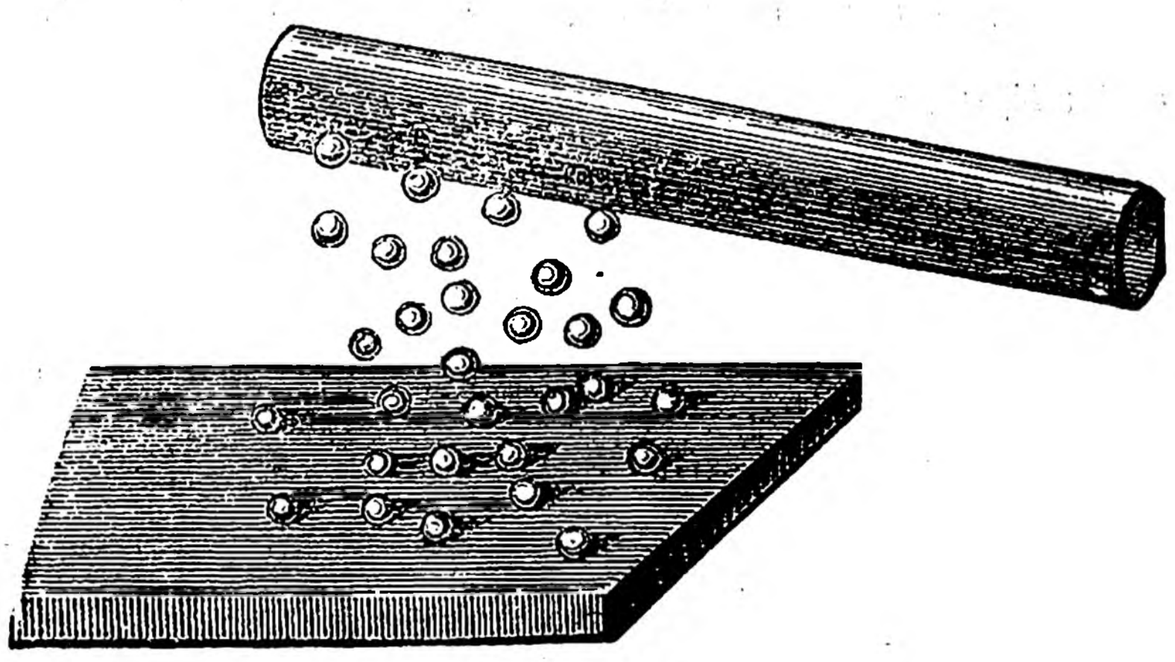
§ 193. Если кусокъ сургуча, смолы или сѣры натереть сукномъ, то онъ получитъ свойство притягивать къ себѣ, на нѣкоторомъ разстояніи, легкія тѣла, напримѣръ бузинные шарики, кусочки пробки, клочки бумаги, волосъ и т. п. Это явленіе было извѣстно уже древнимъ грекамъ, которые замѣтили свойство притяженія въ янтарѣ, называвшемся у нихъ *электрономъ*; а потому и самое явленіе получило названіе электричества. Стеклянная трубка, будучи сильно натерта шелковымъ платкомъ, получаетъ такое же свойство и весьма сильно притягиваетъ къ себѣ бузинные шарики, какъ показано на рис. 164. Натертыя такимъ образомъ тѣла называются *электризованными*, а причина, сообщающая имъ притягательное свойство, *электричествомъ*.

Долго треніе считалось единственнымъ источникомъ электричества. Позднѣйшія наблюденія показали, что электрическія явленія могутъ происходить отъ разныхъ причинъ, что электричество есть одно изъ наиболѣе распространенныхъ явленій, и что вся природа постоянно находится подъ вліяніемъ электрической дѣятельности.

Къ дальнѣйшимъ причинамъ, производящимъ электрическія

явленія, относится между прочимъ взаимное *соприкосновеніе* различныхъ тѣлъ, въ особенности двухъ различныхъ металловъ. Затѣмъ, электричество обнаруживается въ тѣхъ случаяхъ, когда тѣла перемѣняютъ свое состояніе. въ особенности при образованіи паровъ, а также вслѣдствіе химическихъ соедине-

Рис. 164.



ній и разложеній. Электричество можетъ быть вызываемо также магнетизмомъ; наконецъ, нѣкоторыя животныя развиваютъ электричество, иныя произвольно, другія невольно, даже вся дѣятельность нервовъ и мышцъ въ человѣкѣ и животныхъ постоянно сопровождается электрическимъ возбужденіемъ.

Изъ обыкновенныхъ явленій электричества самыя главныя тѣ, которыя происходятъ отъ тренія и прикосновенія.

Электричество, происходящее отъ тренія.

§ 194. Очень многія тѣла отъ тренія не электризуются, и потому ихъ назвали *не электрическими*, въ противоположность тѣламъ *электрическимъ*. Къ числу первыхъ принадлежатъ преимущественно металлы, къ числу послѣднихъ всѣ вышеприведенныя тѣла. Однако тщательныя наблюденія показываютъ, что въ природѣ, собственно говоря, нѣтъ неэлектрическихъ тѣлъ, потому что всякое тѣло можетъ быть электризовано, хотя многія только въ весьма незначительной степени.

Если стекло или смолу сильно тереть въ темнотѣ, то поверхность ихъ начнетъ свѣтиться въ тѣхъ мѣстахъ, которыя подвергались тренію. А если приблизить къ такому тѣлу металлическій предметъ, или даже просто палецъ, то изъ электризованнаго тѣла тотчасъ же покажется *искра*, сопровождаемая довольно явственнымъ трескомъ, причемъ въ пальцѣ почувствуется слабая боль, какъ будто отъ укола. Это явленіе называется *электрическою искрою*.

Электричество всегда находится только на поверхности электризованнаго тѣла. Оно извлекается изъ стекла и смолы только въ тѣхъ мѣстахъ, которыя подвергаются непосредственному прикосновенію. Если къ натертому стеклу или смолѣ приблизить металлическое тѣло, то все электричество ихъ перейдетъ на это послѣднее, которое пріобрѣтаетъ такимъ образомъ всѣ электрическія свойства, т. е. притягиваетъ легкія тѣла и производитъ искры. Замѣчательно, что металлы вдругъ и совершенно освобождаются отъ электричества, если къ нимъ прикоснуться хотя въ одной точкѣ. Такія тѣла, которыя отвлекаютъ электричество отъ электризованнаго стекла или смолы, и такимъ образомъ сами электризуются, называются *проводниками* электричества.

Лучшими проводниками электричества считаются металлы. Къ числу хорошихъ проводниковъ электричества принадлежатъ также жидкости, водяные пары, животные организмы вообще, въ томъ числѣ человѣческое тѣло, и свѣжія растенія. Электричество не проводится, или проводится въ весьма незначительной степени, стекломъ, смолою, шерстью, шелкомъ и *сухимъ* воздухомъ. Если къ электризованному стеклу, смолѣ или металлу приблизить стеклянное тѣло, то послѣднее не приметъ въ себя ни малѣйшаго слѣда электричества. По этому можно удержать электричество въ тѣлѣ, если окружить его дурнымъ проводникомъ. Такъ напримѣръ, металлическій предметъ, будучи поставленъ въ *сухомъ* воздухѣ на стеклянную

или смоляную подставку и затѣмъ электризованъ, утрачиваетъ электричество только тогда, когда къ нему приблизятъ хорошій проводникъ электричества. Тѣла, окруженныя со всѣхъ сторонъ дурными проводниками электричества, называютъ *изолированными* или *уединенными*, а вещества и предметы, при помощи которыхъ они уединяются, названы *изоляторами*.

§ 195. Если пробковый шарикъ, привязанный за шелковинку, повѣсимъ на крючекъ (рис. 165), и приблизимъ къ нему натертую сукномъ палочку сургуча, то шарикъ начнетъ имъ притягиваться и наконецъ прильнетъ къ сургучу, но затѣмъ тотчасъ же опять быстро оттолкнется отъ него. Вмѣстѣ съ

Рис. 165.

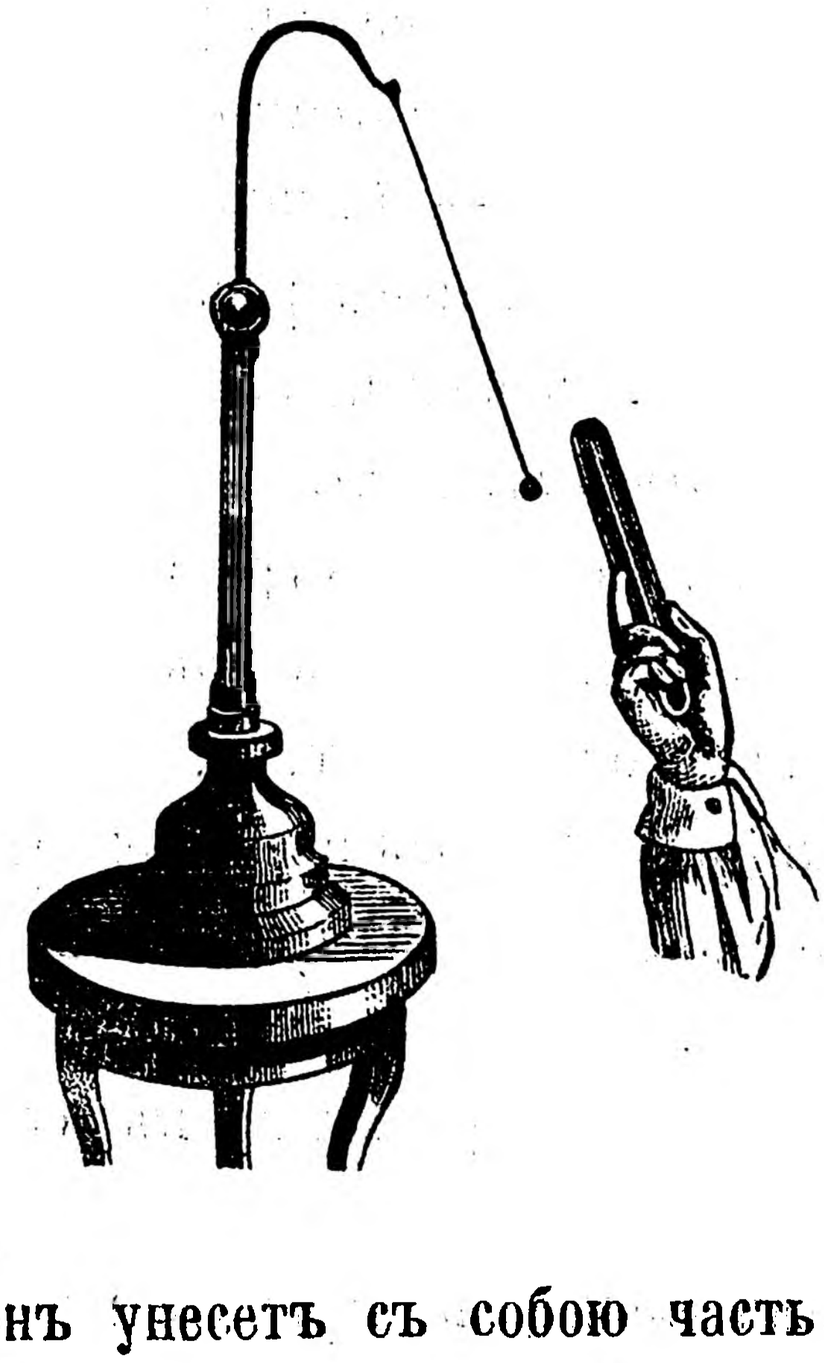
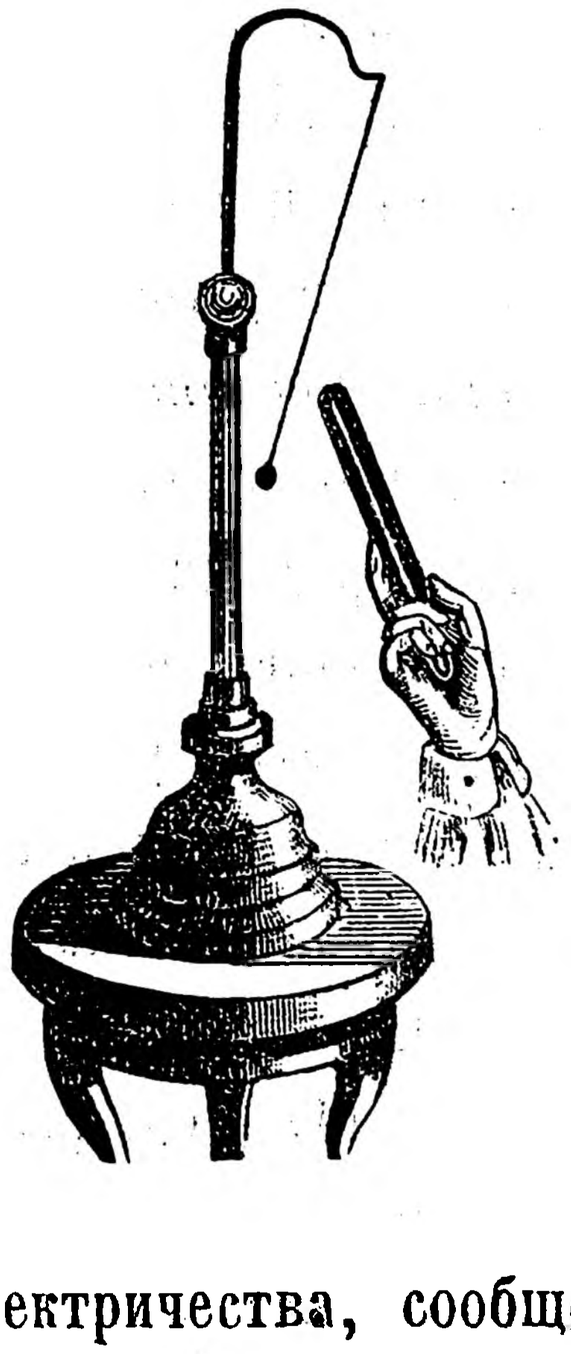


Рис. 166.



тѣмъ онъ унесетъ съ собою часть электричества, сообщеннаго ему сургучемъ. А если потомъ опять приблизимъ къ нему сургучъ, то съ удивленіемъ увидимъ, что шарикъ уже не притянется имъ, а напротивъ того, онъ удалится въ противоположномъ направленіи (рис. 166), т. е. оба электризованныя тѣла взаимно *отталкиваются*. Затѣмъ возьмемъ стеклянную

трубку, натремъ ее шелковымъ платкомъ, и приблизимъ къ тому же шарику; тогда шарикъ приблизится къ трубкѣ, потому что *притягивается* возбужденнымъ въ стеклѣ электричествомъ.

Возьмемъ два шарика, и сообщивъ одному изъ нихъ электричество сургуча, а другому электричество стекляной трубки, потомъ сблизимъ ихъ между собою; тогда замѣтимъ, что какъ только они придутъ во взаимное соприкосновеніе, они тотчасъ же утратятъ свое электричество.

Изъ этихъ простыхъ опытовъ можно вывести слѣдующія заключенія:

1) Есть два рода электричества, изъ которыхъ первое, развиваемое треніемъ стекла, называется *положительнымъ* электричествомъ и обозначается знакомъ + (плюсъ); второе, производимое треніемъ смолы, называется *отрицательнымъ* электричествомъ, и обозначается знакомъ — (минусъ).

2) Тѣла, заряженныя *однороднымъ* электричествомъ, взаимно *отталкиваются*; тѣла же, заряженныя *разнороднымъ* электричествомъ, взаимно *притягиваются*.

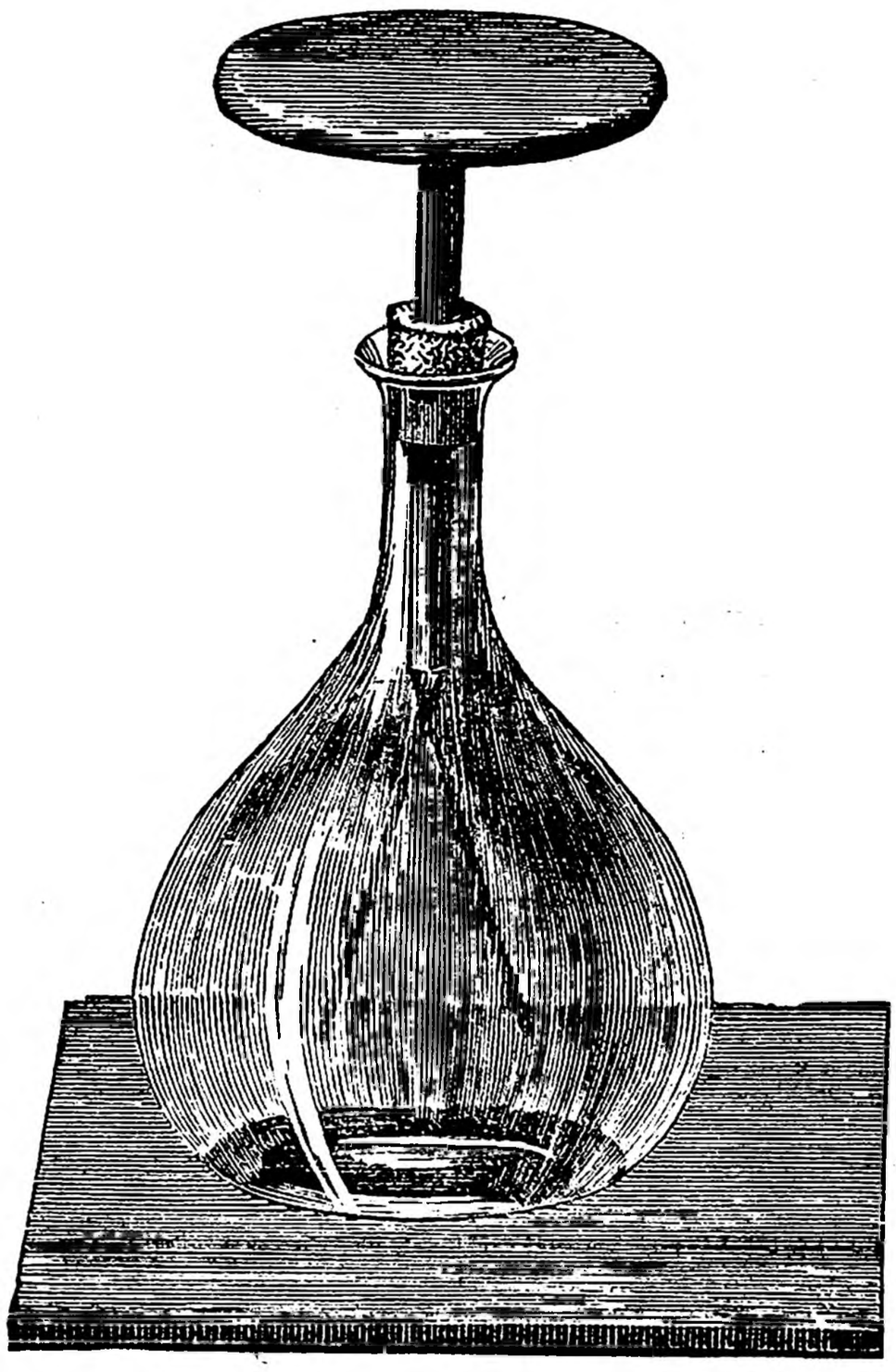
3) Разнородныя электричества постоянно стремятся къ взаимному соединенію, но какъ только произойдетъ такое соединеніе, то электричество утрачиваетъ свою силу, т. е. уничтожается, или, какъ выражаются физики, разнородныя электричества обоюдно *связываются*, такъ что присутствіе электричества дѣлается незамѣтнымъ.

4) Всѣ тѣла содержатъ оба электричества въ связанномъ или *несвободномъ* состояніи. Электричество освобождается, т. е. раздѣляется на положительное и отрицательное, вслѣдствіе разныхъ причинъ, напримѣръ отъ тренія. Если въ этомъ случаѣ натертое тѣло приняло положительное электричество, то тотъ предметъ, при помощи котораго произведено треніе, обнаруживаетъ отрицательное электричество.

Снарядъ, изображенный на рис. 167, называется *электро-*

скопомъ и служитъ для того, чтобы опредѣлить какого рода электричество находится въ данномъ предметѣ. Снарядъ устроенъ такъ, что въ немъ обнаруживается присутствіе даже малѣйшихъ слѣдовъ электричества. Онъ представляетъ собою небольшой металлическій кругъ, утвержденный на такомъ же стержнѣ, проходящемъ въ стеклянную трубочку, вложенную въ горлышко стекляннаго сосуда. Къ концу стержня прикрѣплены двѣ по-

Рис. 167.

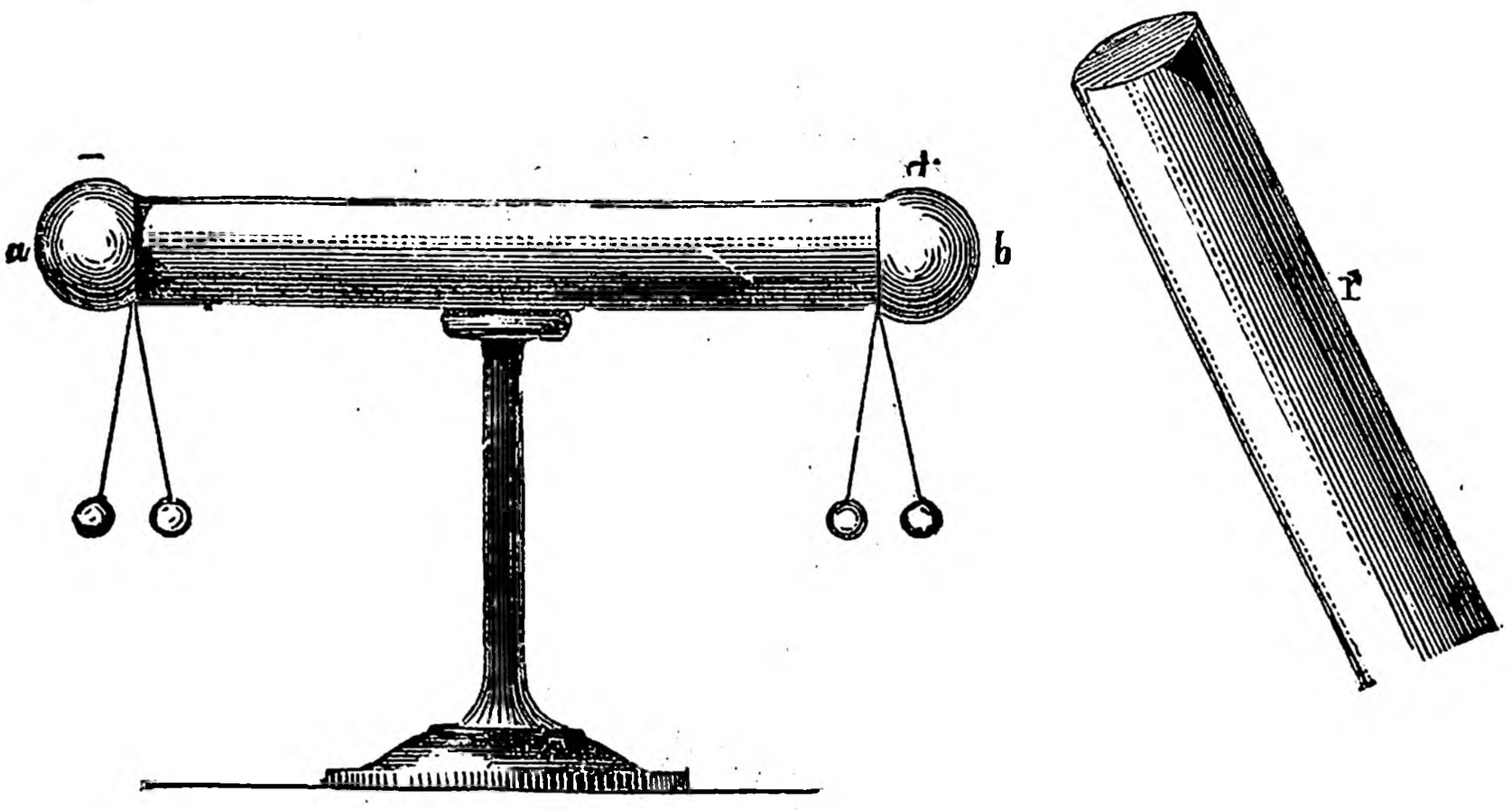


лоски листоваго золота. Такой снарядъ долженъ быть такъ чувствителенъ, чтобы уже при одномъ приближеніи къ нему тѣла, обладающаго свободнымъ электричествомъ, обѣ полоски взаимно отталкивались и расходились въ противоположныя стороны. Если электроскопу сообщить сперва, напримѣръ, положительное электричество, а потомъ приблизить къ нему тѣло, заряженное такимъ же электричествомъ, то расхожденіе полосокъ будетъ

еще значительнѣе. Въ противоположномъ случаѣ, расхожденіе ихъ будетъ уменьшаться.

§ 196. *Электричество передаточное.* Поразительное сходство и сродство явленій магнетизма и электричества, замѣчаемое изъ всего предыдущаго, становится еще очевиднѣе изъ слѣдующихъ опытовъ: Рисунокъ 168 представляетъ по-

Рис. 168.



лированный мѣдный цилиндръ ab съ закругленными концами, установленный на стеклянной подставкѣ и слѣдовательно уединенный. Къ концамъ цилиндра подвѣшено, на тонкихъ металлическихъ проволокахъ, по два пробковые шарика. Если приблизимъ къ первой парѣ шариковъ палку сургуча или смолы r, заряженную посредствомъ тренія отрицательнымъ электричествомъ, то отрицательное электричество смолы притянетъ къ себѣ положительное электричество металла и оттолкнетъ его отрицательное электричество, и черезъ то *распредѣлитъ* скрытое въ немъ соединенное электричество такъ, что положительное электричество сосредоточится въ точкѣ b, а отрицательное въ точкѣ a. Это будетъ тотчасъ же замѣтно по шарикамъ: оба шарика, находящіеся около b, пріобрѣтутъ положительное электричество, и потому разойдутся вслѣдствіе взаимнаго отталкиванія; тоже произойдетъ и съ другою парою

шариковъ, которые оба зарядятся отрицательнымъ электричествомъ. Если мы удалимъ палку смолы (*r*), то устранится и причина, обусловливавшая такое распредѣленіе электричества, и оба разъединившіяся въ металлѣ электричества снова соединятся, что видно будетъ по сближенію шариковъ.

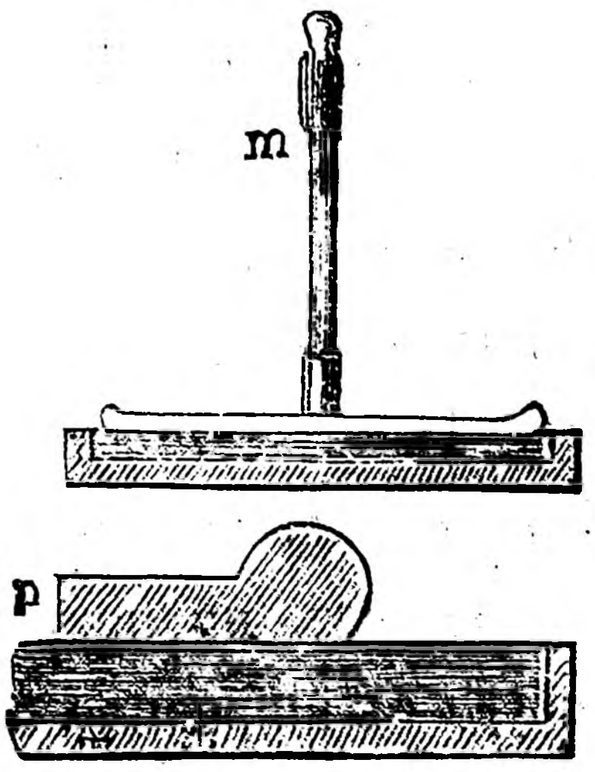
Оставимъ смоляную палку въ прежнемъ положеніи, по близости цилиндра, около *b*, и прикоснемся пальцемъ къ металлу въ точкѣ *a*: тогда сосредоточенное въ этой точкѣ отрицательное электричество будетъ отвлечено изъ цилиндра нашимъ тѣломъ, между тѣмъ какъ положительное электричество противоположнаго конца будетъ оставаться въ соединеніи съ отрицательнымъ электричествомъ смолы. Если же отнимемъ сперва палецъ, а потомъ отведемъ въ сторону смолу, то цилиндръ останется заряженнымъ положительнымъ электричествомъ, что покажутъ шарики своимъ взаимнымъ отталкиваніемъ.

Если мы, вмѣсто смолы, возьмемъ стеклянную трубку, надлежащимъ образомъ заряженную посредствомъ трепія, то увидимъ тѣ же явленія, съ тою только разницей, что положительное электричество во всѣхъ случаяхъ замѣнится отрицательнымъ, и наоборотъ.

Такимъ образомъ, распредѣленіе электричества посредствомъ сообщенія даетъ возможность заряжать уединенное тѣло положительнымъ или отрицательнымъ электричествомъ, смотря по желанію.

§ 197. *Электрофоръ* (рис. 169) представляетъ собою весьма простой снарядъ, служащій богатымъ источникомъ для сообщенія электричества. Въ тарелку изъ бѣлой жести, глубиною въ палецъ и имѣющую около фута въ діаметрѣ, наливаютъ смѣсь, состоящую изъ двухъ частей брусковаго лака и одной части терпентиннаго масла, и наблюдаютъ, что-

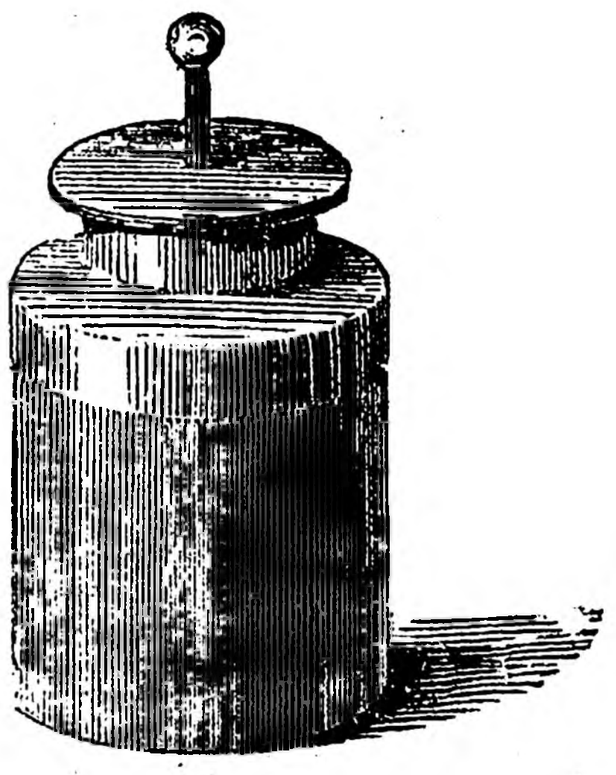
Рис. 169.



бы масса, когда она остынетъ, образовала какъ можно болѣе ровную поверхность. Эту поверхность электризуютъ, натирая ее кошачьимъ мѣхомъ, и затѣмъ покрываютъ крышкою, состоящею изъ жестянаго круга съ стеклянною ручкою *m*, утвержденною посрединѣ въ отвѣсномъ положеніи. Электричество, сообщенное электрофору мѣхомъ, распредѣляется такъ, что на верхней поверхности круга собирается отрицательное электричество, а на нижней положительное. Въ то же время распредѣляется также электричество, находящееся въ крышкѣ, причемъ его положительное электричество связывается отрицательнымъ электричествомъ круга. Если прикоснуться къ крышкѣ пальцемъ, то находящееся въ ней свободное, отрицательное электричество удалится чрезъ тѣло. Когда же отнимемъ палецъ и затѣмъ поднимемъ крышку за уединяющую стеклянную ручку, то крышка будетъ заряжена свободнымъ положительнымъ электричествомъ. Эту крышку можно тогда употребить для всѣхъ тѣхъ опытовъ, которые мы производили при помощи натертаго стекла или смолы. Если аппаратъ устроенъ надлежащимъ образомъ, то изъ заряженной электричествомъ крышки его получится яркая искра всякій разъ, когда мы прикоснемся къ ней пальцемъ.

Какъ скоро въ крышкѣ электрофора истощится весь запасъ сообщеннаго ей электричества, она можетъ снова быть заряжена описаннымъ нами способомъ. Особенно замѣчательно, что крышка электрофора въ теченіе цѣлыхъ недѣль и мѣсяцевъ удерживаетъ электрическія свойства и способность издавать искры.

Рис. 170.



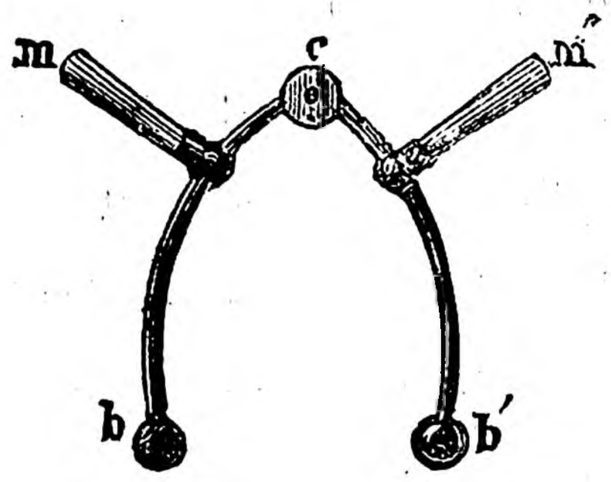
§ 198. *Лейденская или клейстова банка.* Этотъ снарядъ (рис. 170) состоитъ изъ цилиндрическаго стекляннаго сосуда съ широкимъ отверстіемъ, стѣнки котораго, какъ снаружи,

такъ и внутри, обложены листовымъ оловомъ на три четверти всей своей длины. Отверстіе его закрывается обыкновенною или деревянною пробкою, сквозь которую пропущена металлическая проволока, имѣющая сверху мѣдный шарикъ, а снизу оканчивающаяся цѣпью, хватающею до дна банки. Если черезъ шарикъ привести внутреннюю металлическую оболочку банки въ соприкосновеніе съ какимъ нибудь источникомъ электричества, напримѣръ съ крышкою электрофора, то банка будетъ заряжена положительнымъ электричествомъ. Это электричество дѣйствуетъ, черезъ посредство стекла, на электричество наружной оловянной оболочки банки, и такимъ образомъ *связываетъ* соотвѣтственное количество отрицательнаго электричества, *отталкивая* одноименное положительное электричество наружнаго покрова, которое, при помощи проводника, на которомъ банка установлена, проводится въ землю, гдѣ оно исчезаетъ.

Такимъ образомъ на внутренней и на наружной оболочкѣ банки обнаруживаются противоположныя электричества, соединенію которыхъ препятствуетъ находящаяся между ними стеклянная стѣнка. Однако въ ту минуту, когда мы соединимъ обѣ эти оболочки посредствомъ проводника, ихъ электричества также соединятся. Это производится такъ: одною рукою придерживаютъ наружный покровъ банки, а другою прикасаются къ металлическому шарику. Едва оба электричества соединятся между собой, какъ въ тотъ же моментъ они направятся чрезъ тѣло, и мы при этомъ почувствуемъ особаго рода сотрясеніе, именно въ суставахъ, которое называется *электрическимъ ударомъ*. Сила этого удара зависитъ отъ количества электричества, и 40—50 искръ, брошенныхъ изъ крышки электрофора на металлическій шарикъ банки, совершенно достаточно для того, чтобы произвести весьма чувствительный ударъ. Если нѣсколько человѣкъ, взявшись за руки, станутъ вокругъ банки, и одинъ изъ нихъ, крайній, положитъ руку на металлическую оболочку ея, а другой, съ противоположнаго

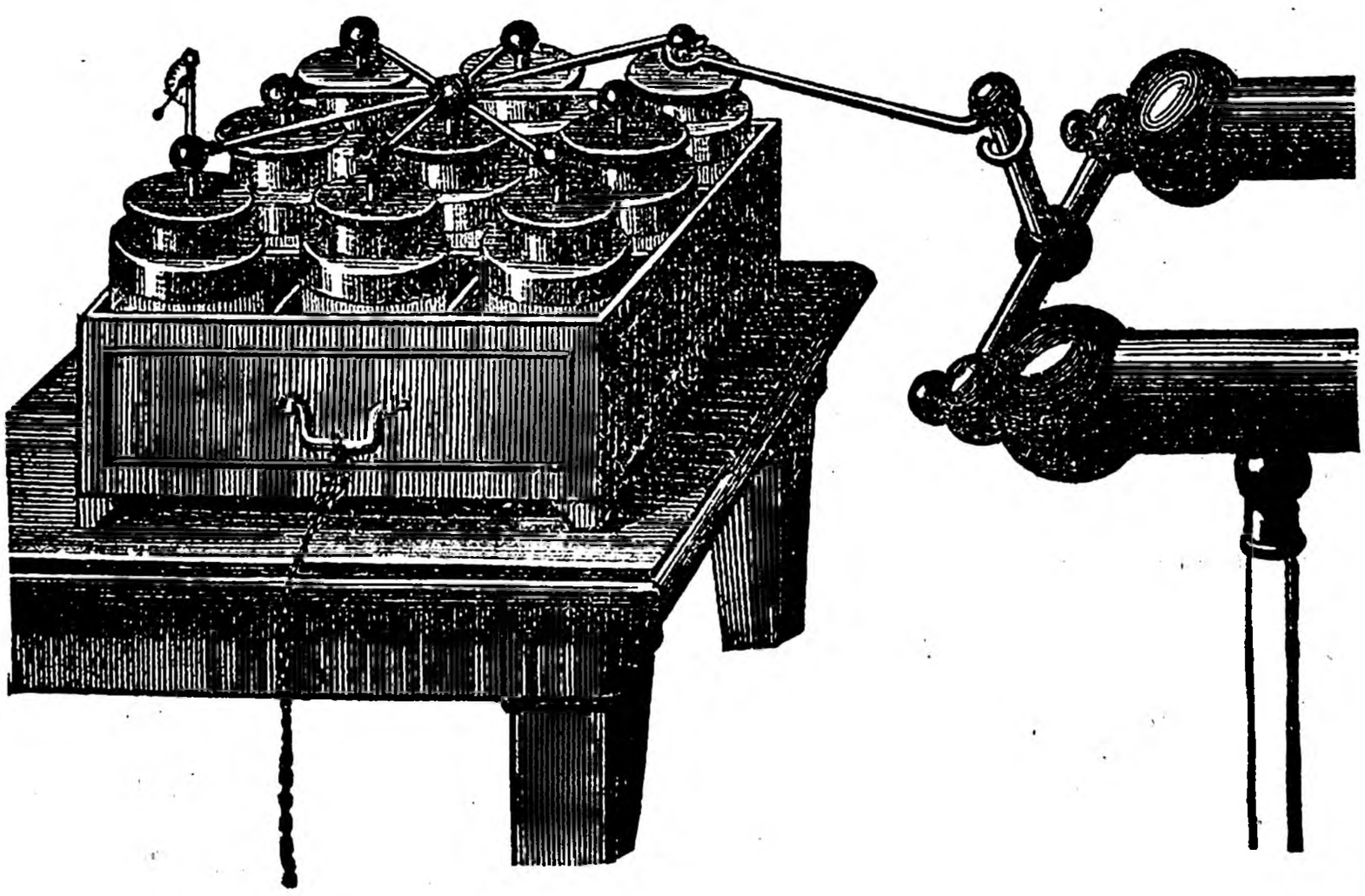
конца, прикоснется рукою къ металлическому шарику, то всѣ они *одновременно* почувствуютъ ударъ одинаковой силы, сколько бы человѣкъ не находилось въ цѣпи.

Рис. 171.



Мы можемъ разрядить банку, не подвергаясь сотрясенію, при помощи особаго снаряда, который тостоитъ изъ двухъ металлическихъ, соединенныхъ шарниромъ скобокъ, снабженныхъ стеклянными ручками mm' и оканчивающихся двумя шариками (рис. 171); снарядъ этотъ называется *разрядникомъ*. Металлическій шарикъ b' приводится въ соприкосновеніе съ наружною оболочкою банки, а шарикъ b съ шарикомъ послѣдней; тогда соединеніе электричества становится видимымъ для глаза вслѣдствіе искръ, бросаемыхъ стклянкою по направленію къ шарикамъ, и сопровождаемыхъ легкимъ трескомъ.

Рис. 172.



§ 199. Соединеніе нѣсколькихъ лейденскихъ банокъ образуетъ *электрическую батарею* (рис. 172), которая, будучи заряжена, производитъ очень сильные удары. При этомъ искры съ сильнымъ трескомъ отскакиваютъ на нѣсколько дюймовъ отъ

разрядника. Удары бываютъ такіе сильные, что они могутъ убивать животныхъ наповалъ. Если пропустить ударъ черезъ длинную металлическую проволоку, порванную гдѣ-нибудь, то въ мѣсто перерыва, если разстояніе между концами порванной проволоки не очень значительно, электрическій токъ передастся въ видѣ искры далѣе. Проволока, разорванная во многихъ мѣстахъ, производитъ непрерывный рядъ искръ, и даетъ возможность дѣлать интересные опыты надъ явленіями электрическаго свѣта.

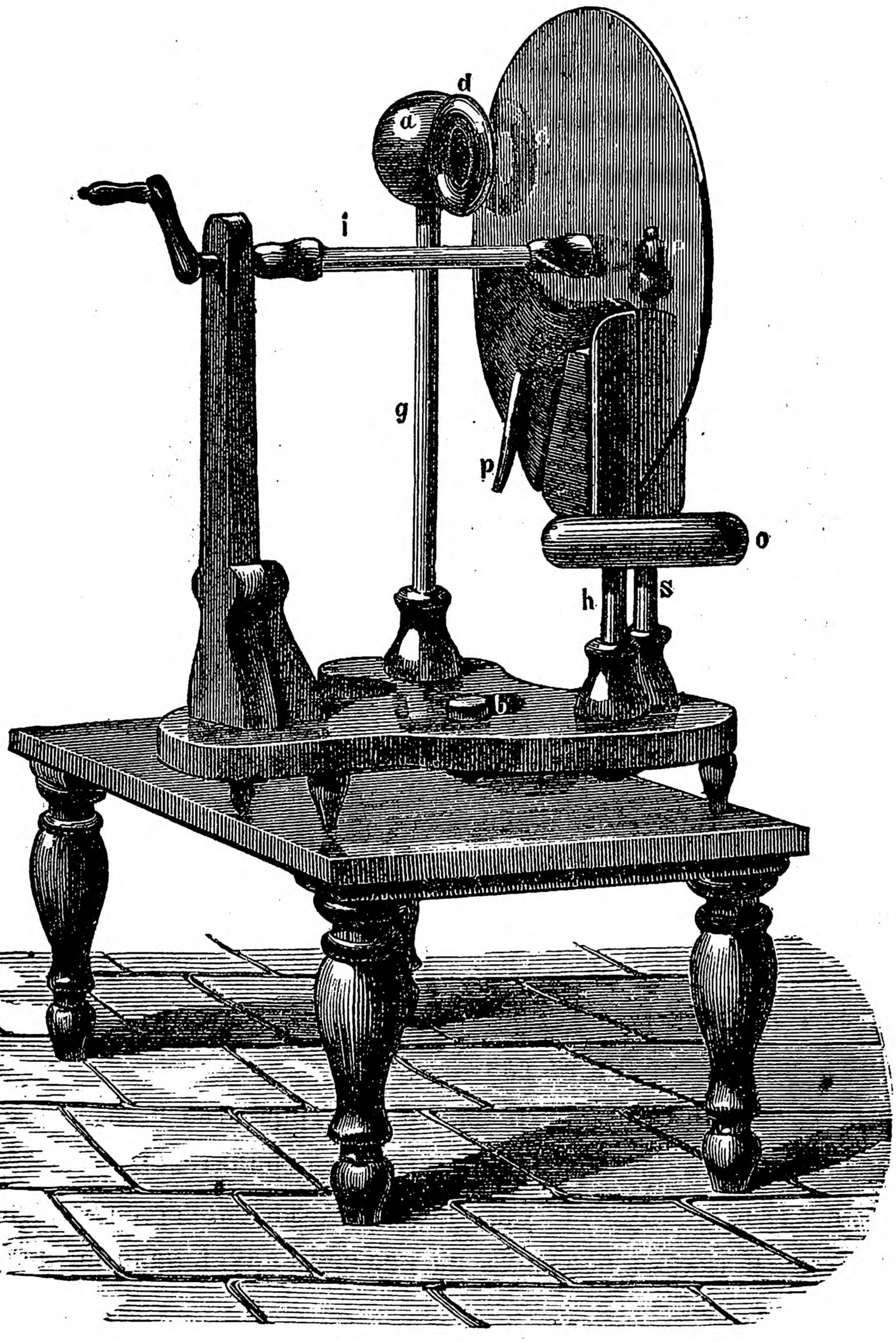
Рис. 173.



§ 200. *Конденсаторъ* или сгуститель электричества, (рис. 173). Благодаря возможности, посредствомъ электроскопа, связать или разъединить электричество, мы съ помощью этого снаряда можемъ отрыть въ какомъ либо тѣлѣ присутствіе даже самаго незначительнаго количества электричества. Съ этою цѣлію на верхнюю тарелку электроскопа кладутъ другой металлическій кругъ со стеклянною ручкою. Обѣ поверхности покрываются лакомъ. Если соединимъ нижній кругъ съ слабымъ источникомъ отрицательнаго электричества и затѣмъ дотронемся пальцемъ до верхняго круга, то отрицательное электричество послѣдняго будетъ удалено, а положительное электричество свяжется, и такимъ образомъ на нижнемъ кругѣ мало-по-малу на-

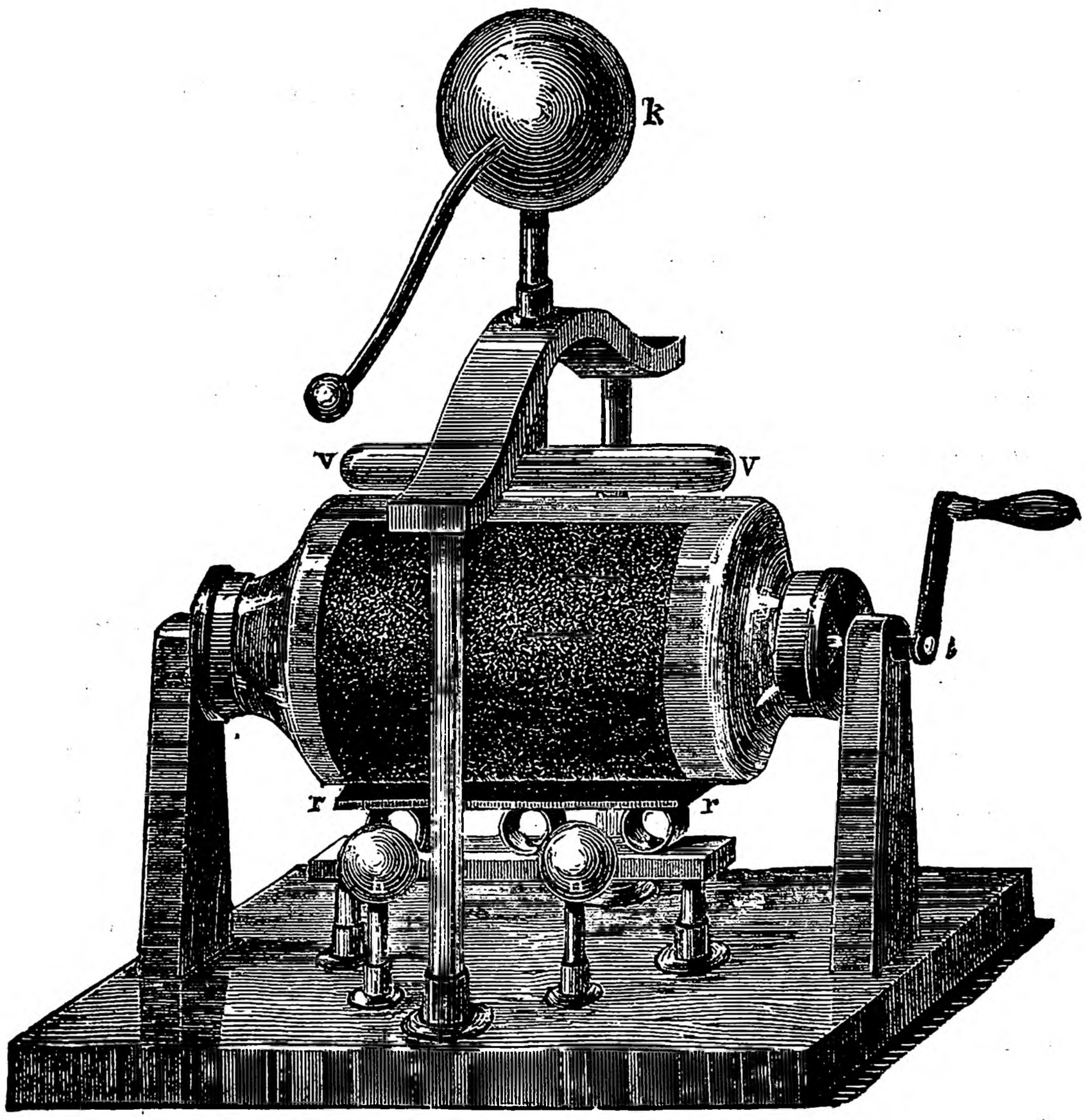
копится значительное количество отрицательнаго электричества, исходящаго изъ первоначальнаго источника. Если же потомъ снимемъ верхній кругъ, то освобожденное отрицательное электричество распредѣлится на поверхности нижняго круга конденсатора, отчего золотыя полоски разойдутся въ противоположныя стороны.

Рис. 174.



§ 201. *Электрическія машины.* Для произведенія болѣе сильныхъ электрическихъ явленій прибѣгаютъ къ помощи особаго снаряда, въ которомъ большія стеклянныя поверхности трутся о металлическія плоскости. Для этого употребляютъ большой стеклянный кругъ (рис. 174) или стеклянный цилиндръ (рис. 175).

Рис. 175.



Первый имѣетъ то преимущество, что можетъ быть подвергнутъ тренію съ обѣихъ сторонъ. Выгода цилиндрическихъ снарядовъ заключается, напротивъ того, въ томъ, что они менѣе объемисты и болѣе прочны. Такъ называемая *электрическая тёрка*, при помощи которой снарядъ заряжается электричествомъ,

состоитъ изъ дощечки, обтянутой мягкою кожею или лайкою. Послѣдняя слегка смазывается жиромъ и посыпается *амальгамой*, т. е. смѣсью, состоящею изъ олова, цинка и ртути. Терка *h s* рис. (174) и *r r* (рис. 175) прижимается къ стеклянной поверхности электрической машины пружинами.

Теперь недостаетъ только снаряда, который сосредоточивалъ бы электричество, освобождаемое при треніи. Для этой цѣли служитъ особый аппаратъ (*dd* рис. 174 и *vv* рис. 175), называемый *пріемникомъ*, который прикрѣпленъ къ такъ называемому *кондуктору* (*a* или *k*) или проводнику электричества, и находится въ ближайшемъ разстояніи отъ натираемой стеклянной поверхности. Всѣ названныя части электрической машины установлены на стеклянныхъ подставкахъ, стало быть уединены. Соединивъ терку съ поломъ посредствомъ металлической цѣпи, отводящей электричество въ землю, машину приводятъ въ дѣйствіе. Отъ тренія стекло заряжается положительнымъ электричествомъ и чрезъ посредство пріемника притягиваетъ къ себѣ отрицательное электричество кондуктора, вслѣдствіе чего на послѣднемъ остается свободное положительное электричество. Если желаютъ скоплять электричество терки, то кондукторы *a* или *k* сообщаются съ землею при помощи небольшихъ кондукторовъ *o* или *nn*, установленныхъ по близости терокъ.

Кондукторамъ, которые назначены для принятія освобождаемаго электричества, сообщаютъ шарообразную форму, потому что только круглая поверхность способствуетъ совершенно равномѣрному распредѣленію электричества. Выступающихъ угловъ и закраинъ избѣгаютъ потому, что на нихъ преимущественно скопляется электричество, которое, если оно накопится въ большомъ количествѣ, разряжается въ воздухѣ само-собою. Кондукторъ можетъ имѣть также форму цилиндра съ закругленными концами (рис. 168).

§ 202. Сильная электрическая машина даетъ возможность про-

извести рядъ опытовъ, имѣющихъ отчасти научное значеніе, но интересныхъ и занимательныхъ сами-по-себѣ, какъ напримѣръ: извлеченія большихъ искръ, произведеніе явленій молніи, автоматическая пляска, электрическое вертящееся колесо, электрическое ружье, колокольный звонъ, воспламененіе виннаго спирта и пороха, продырявленіе стекла и папки, и множество другихъ опытовъ. Электрическая искра, производимая треніемъ, съ большимъ успѣхомъ употребляется также при взрывѣ подкоповъ и скалъ.

Замѣчательно, что разряженіе электричества, особенно сильное на острыхъ оконечностяхъ, сопровождается кромѣ треска, особеннымъ сѣрнистымъ запахомъ, происходящимъ отъ газообразнаго вещества, которое образуется при этомъ и называется *озономъ*, о которомъ мы уже говорили въ химіи (стр. 38).

§ 203. Вообще надо замѣтить, что для производства электрическихъ опытовъ необходимъ сухой и теплый воздухъ, потому что влажный воздухъ и сырость отвлекаютъ электричество, и его нельзя собрать въ достаточномъ количествѣ. Зимою всего лучше производить такіе опыты по близости жарко натопленной печи, предварительно нагрѣвая электрическую машину.

Электричество, происходящее отъ прикосновенія, или гальванизмъ.

§ 204. Итальянскій естествоиспытатель и врачъ Гальвани, производя въ 1789 г. въ Болоньи анатомическіе опыты надъ лягушкою, повѣсилъ однажды ножку этого животнаго на *желѣзный* прутъ съ *мѣднымъ* крючкомъ. Когда вѣтеръ раскачалъ ножки, послѣдняя начала содрогаться каждый разъ, когда мышцы ея прикасались къ желѣзу. Это наблюденіе, совершено случайно сдѣланное Гальвани и въ послѣдствіи примѣненное къ дѣлу другимъ ученымъ Вольтою, повело къ открытію цѣлаго ряда замѣчательныхъ фактовъ въ области физики.

*

Наблюденія Вольты вскорѣ привели къ открытію удивительнаго закона, на основаніи котораго электричество развивается просто при одномъ взаимномъ прикосновеніи двухъ различныхъ металловъ. Это открытіе еще болѣе разошлось, когда найдено было, что электричество вызывается даже отъ взаимнаго прикосновенія другихъ тѣлъ. Но всего поразительнѣе обнаруживается это явленіе въ металлахъ, а равно при соприкосновеніи ихъ съ жидкостями, особенно съ кислотами, и потому мы остановимся только на послѣднихъ.

§ 205. *Элементарный опытъ.* Берутъ два гладко отшлифованные металлическіе круга, цинковый и мѣдный, оба съ стеклянными уединяющими ручками, и соединяютъ ихъ такимъ образомъ, чтобы они соприкасались своими гладкими поверхностями. Разъединивъ оба круга, мы увидимъ, что цинковая поверхность заряжена положительнымъ электричествомъ, а мѣдная отрицательнымъ. Зарядъ, впрочемъ, будетъ очень слабъ, и присутствіе его можетъ быть доказано лишь весьма чувствительнымъ конденсаторомъ (ср. § 200). Оба круга не испытываютъ при этомъ ни малѣйшаго явнаго измѣненія.

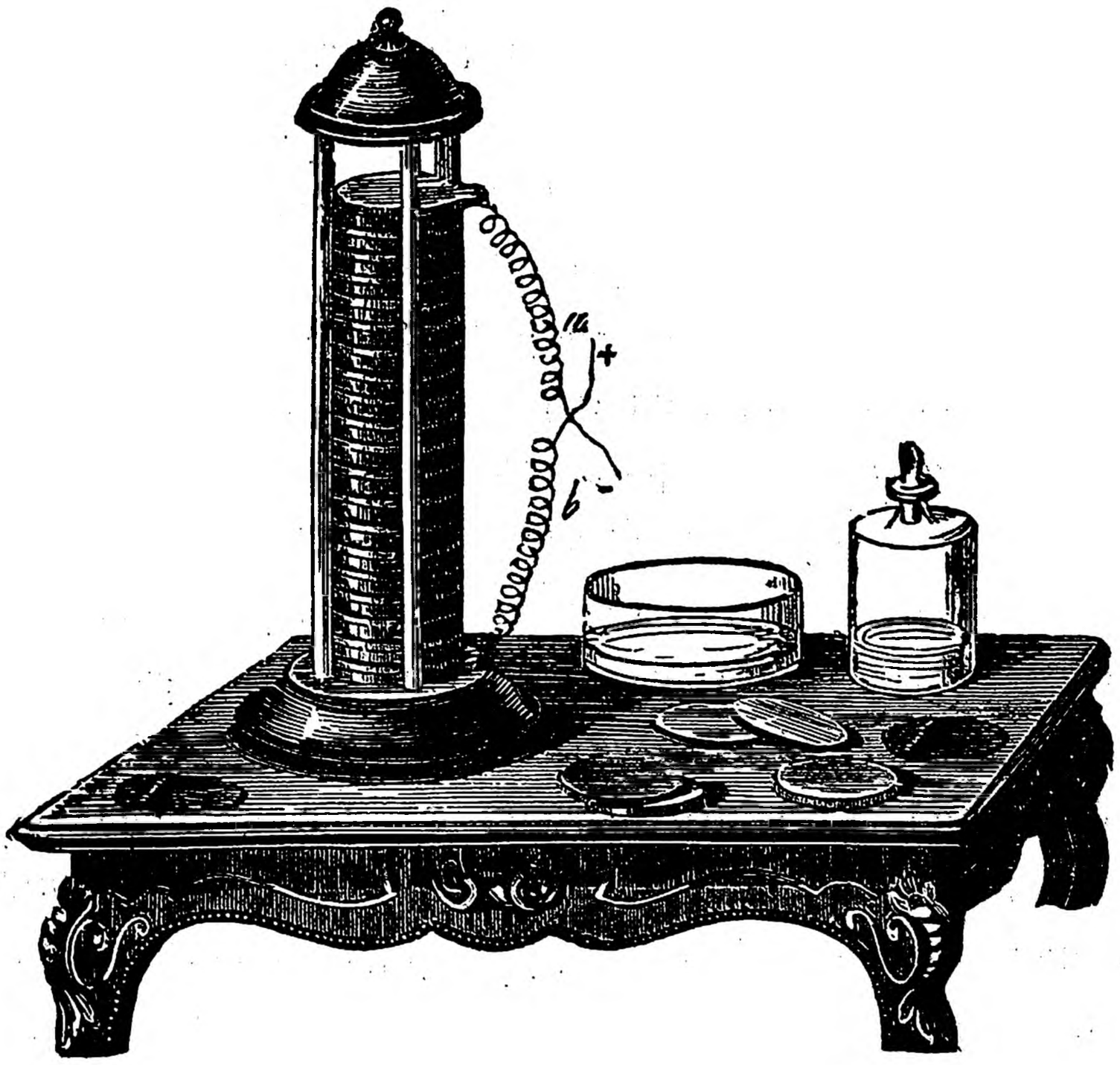
Другой опытъ заключается въ слѣдующемъ: Берутъ по два листа золотой и серебряной бумаги, склеиваютъ каждую пару оборотными сторонами вмѣстѣ, вырѣзаютъ изъ нихъ нѣкоторое количество кружковъ величиною въ серебряный рубль, и потомъ складываютъ ихъ столбикомъ такъ, чтобы золотые и серебряные ряды чередовались между собой. Затѣмъ, стиснувъ ихъ надлежащимъ образомъ, вдвигаютъ этотъ столбикъ въ стеклянную трубку соотвѣтственной величины и затыкаютъ послѣднюю съ обоихъ концовъ пробками, черезъ которыя пропущена металлическая проволока. Такимъ образомъ можно составить столбики въ 500 до 2000 паръ. Такой столбъ окажется заряженнымъ съ обоихъ концовъ противоположными электричествами. Этотъ столбъ называется *сухимъ* или *цамбоно-*

вымъ столбомъ; онъ, при благопріятныхъ обстоятельствахъ, сохраняетъ электрическія свойства цѣлые годы.

Оба приведенные опыта суть почти единственные, при которыхъ электричество возбуждается однимъ прикосновеніемъ. Въ большей части прочихъ случаевъ, кромѣ прикосновенія, развитію электричества одновременно содѣйствуетъ еще химическое разложеніе, отъ котораго существенно зависитъ проявленіе электричества.

§ 206. *Вольтовъ столбъ или гальваническая цѣпь* (рис. 176) представляетъ собою аппаратъ, верхняя и нижняя часть котораго состоятъ изъ двухъ деревянныхъ круговъ, соединенныхъ между собою тремя стеклянными столбиками. Самый столбъ составленъ изъ ряда кружковъ, расположенныхъ слѣдующимъ образомъ: внизу положена стеклянная дощечка, на которую кладутъ мѣдный кружокъ, а на мѣдный цинковый. Обы-

Рис. 176.



ковенно мѣдный и цинковый кружки спаиваются вмѣстѣ, что значительно облегчаетъ построеніе столба. На цинковый кружокъ кладутъ кружокъ папки, шерстяной матеріи или мѣха, который предварительно слегка смачиваютъ водою и потомъ выжимаютъ. Слѣдующіе слои располагаются въ томъ же порядкѣ, и такимъ образомъ можно образовать столбъ изъ 20—40 паръ, причемъ верхняя пара замыкается цинковымъ кружкомъ.

Тотъ конецъ столба, который замыкается цинковымъ кружкомъ, называется *положительнымъ полюсомъ*, а противоположный ему конецъ, замыкающійся мѣднымъ кружкомъ, *отрицательнымъ полюсомъ*. Въ этихъ полюсахъ скопляются противоположныя электричества, возбужденныя соприкосновеніемъ различныхъ паръ столба, между тѣмъ какъ въ серединѣ незамѣтно присутствія свободнаго электричества. Если къ оконечностямъ столба припаять металлическую проволоку, какъ показано на рисункѣ 176, то полюсами сдѣлаются оконечности проволоки (+ и —), которыя называются *электродами*.

Когда концы проволокъ, представляющіе собою два противоположные полюса, соединяются вмѣстѣ, то говорятъ: столбъ (или цѣпь) *замкнутъ*. При этомъ не замѣчается никакихъ признаковъ электрическаго возбужденія. Тѣмъ не менѣе оно развивается во внутренности стобла. Скопленныя около полюсовъ противоположныя электричества, встрѣчаясь, соединяются и взаимно связываются, и электричество должно было бы исчезнуть безслѣдно, какъ это бываетъ въ разряженной лейденской банкѣ, если бы оно не возбуждалось снова каждою соприкасающеюся парою столба. Такимъ образомъ, *въ замкнутомъ столбѣ происходитъ непрерывное круговое движеніе электрическаго тока*. Въ самомъ дѣлѣ, если прервать между собой проволоку, то появится непрерывный рядъ искръ, происходящихъ на концахъ проволокъ вслѣдствіе разряженія электричества. Тоже самое замѣчается, когда проволока порвана въ

нѣсколькихъ мѣстахъ, предполагая, разумѣется, что промежутки между концами проволоки не очень значительны.

§ 207. Если погрузить металлы въ кислоты или соляные растворы, то металлы зарядятся отрицательнымъ электричествомъ, а жидкости положительнымъ. Если, напримѣръ, опустить цинковый прутъ въ растворъ сѣрной кислоты, то внѣшній его конецъ, выступающій надъ жидкостью, будетъ заряженъ отрицательнымъ электричествомъ, а самая кислота положительнымъ. Приблизьте къ цинковому пруту мѣдную полосу, опустивъ ее въ тотъ же сосудъ (рис. 177), то послѣдняя зарядится также отрицательнымъ электричествомъ, но положительное электричество жидкости, сравнительно болѣе сильное, не только уничтожитъ отрицательное электричество мѣди, но и распространится по всей полосѣ, такъ что конецъ ея будетъ заряженъ положительнымъ электричествомъ. Если же соединимъ мѣдь и цинкъ посредствомъ проволоки (рис. 178),

Рис. 177.

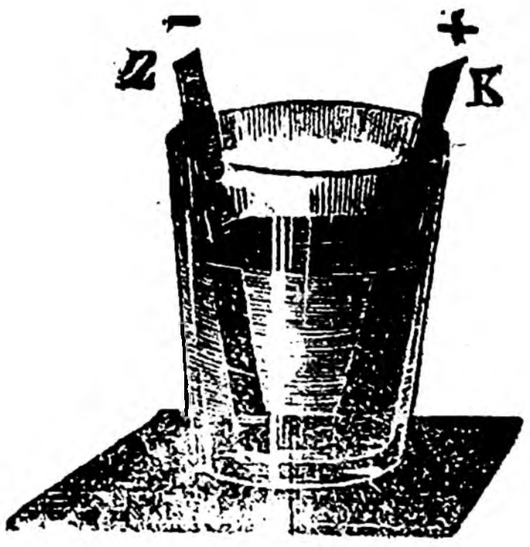
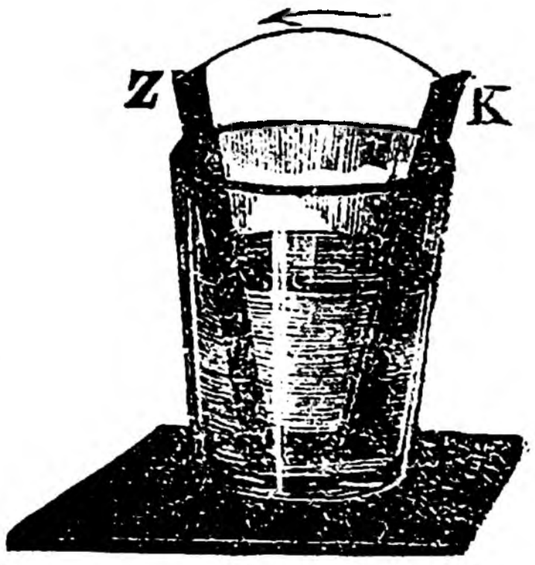


Рис. 178



то положительное электричество сообщится послѣднему и соединится съ отрицательнымъ электричествомъ цинка. Слѣдовательно явленія электричества прекращались бы, если бы постоянно не развивалось новое количество его, чрезъ соприкосновеніе металловъ между собою, съ одной стороны, и съ кислотами съ другой. Это соприкосновеніе производитъ непрерывный электрическій токъ, идущій *черезъ жидкость* по направленію *отъ цинка къ мѣди* и *отъ мѣди къ цинку внѣ жидкости*,

чрезъ соединяющую ихъ провололу. Несложный аппаратъ, при помощи котораго мы наблюдали это явленіе (рис. 178), называется *простою замкнутою гальваническою цѣпью.*

§ 208. *Непрерывныя цѣпи.* Въ описанныхъ нами электрическихъ цѣпяхъ наибольшая дѣятельность обнаруживается въ то мгновеніе, когда металлическія полосы приходятъ въ соприкосновеніе съ жидкостью. Но оно вскорѣ значительно уменьшается, преимущественно вслѣдствіе химическаго измѣненія, которымъ подвергаются металлы и кислоты. Это неудобство привело къ устройству такъ называемой *непрерывной* или *постоянной цѣпи*, которая даетъ продолжительный токъ равномѣрной силы, и устройство которой основано на томъ, что каждый возбудитель электричества погружается въ особую жидкость. Возбудителями служатъ, большею частію, или цинкъ и платина, или цинкъ и уголь. Послѣдній оказывается не только хорошимъ проводникомъ, но и сильнымъ возбудителемъ электричества. Рисунокъ 179 представляетъ гальваническую бата-

Рис. 179.



рею, состоящую изъ четырехъ соединенныхъ *элементовъ* или паръ. Открытый цинковый цилиндръ вставляется въ замкнутый сосудъ изъ пережженой скважистой глины, наполненный

разведенною сѣрною кислотою, и все это вмѣстѣ окружается широкимъ цилиндромъ изъ угля и вставляется въ стеклянную банку, содержащую въ себѣ крѣпкую азотную кислоту. Возбудители соединяются мѣдными скобками, проходящими чрезъ окраины угля, и винтами, которые связываетъ уголь каждаго элемента съ цинкомъ смежной пары.

Непрерывныя цѣпи имѣютъ важное примѣненіе въ техникѣ, особенно въ гальванопластикѣ и въ телеграфахъ.

§ 209. *Дѣйствія электрическаго тока* чрезвычайно интересны и обнаруживаются: 1) въ явленіяхъ теплоты и свѣта; 2) въ возбужденіи мышцъ и нервовъ; 3) въ химическихъ разложеніяхъ; 4) въ развитіи электричества, и 5) въ возбужденіи магнетизма.

Если между концами двухъ проволокъ вставить *тонкую* полоску изъ какого нибудь металла, и направить черезъ нее электрическій токъ, то полоска раскалится до красна и даже до бѣла. Отъ этого жара желѣзная проволока совершенно перегараетъ; между тѣмъ какъ полоска изъ платины, которая плавится съ величайшимъ трудомъ, обращается въ шарики. Степень этихъ явленій зависитъ отъ силы электрической цѣпи. Бывали примѣры, что платиновая проволока въ 20 дюймовъ длины накаливалась дѣйствіемъ электрическихъ токовъ. Дѣйствіемъ электрическаго тока пользуются иногда для взрыва минъ на весьма значительныхъ разстояніяхъ. Если на концахъ проволоки, замыкающей электрическую цѣпь, утвердить кусочки заостреннаго угля, то переходъ электрическаго тока сопровождается ослѣпительно бѣлымъ свѣтомъ, похожимъ на солнечный.

§ 210. Когда разъединимъ концы замкнутой цѣпи, взявъ изъ нихъ одинъ въ одну руку, — то мы почувствуемъ въ сгибахъ рукъ особенное сотрясеніе, которое изъ легкихъ толчковъ можетъ обратиться въ сильные удары. Тоже самое явленіе повторится при соединеніи проволокъ. Слѣдовательно, нервное сотрясеніе происходитъ какъ при переходѣ элек-

трическаго тока въ тѣло, такъ и при выходѣ изъ него. потому что ясно, что онъ проходитъ черезъ тѣло, какъ скоро послѣднее становится непосредственно между полюсами электрической цѣпи. При помощи особаго снаряда можно прерывать и возстапавливать токъ такимъ образомъ, что онъ будетъ проходить поперемѣнно то черезъ тѣло, то черезъ проволоку, вслѣдствіе чего первое испытываетъ послѣдовательный рядъ сотрясеній, имѣющихъ цѣлебное дѣйствіе въ врачебной наукѣ, которая прибѣгаетъ къ нимъ въ тѣхъ случаяхъ, когда разстройство организма происходитъ отъ паралитическаго состоянія нервовъ или вообще отъ нарушенія ихъ дѣятельности. Впрочемъ результаты этого способа леченія не вполнѣ оправдали ожиданія.

§ 211. Химическія дѣйствія электрическаго тока могутъ быть понятны только по предварительномъ изученіи химическихъ явленій. Здѣсь достаточно сказать, что электрическій токъ стремится разложить на составныя части всякое химическое соединеніе, чрезъ которое онъ направляется. Одно изъ важнѣйшихъ примѣненій этого свойства электрическаго тока мы видимъ въ *гальванопластикѣ*.

§ 212. Если длинную мѣдную проволоку, обвитую шелкомъ, намотать на валикъ и затѣмъ тотъ же обвить толстою мѣдною проволокою, чрезъ которую проходитъ сильный электрическій токъ; то концы первой проволоки покажутъ присутствіе въ ней электрическаго тока, который названъ *индуктированнымъ* или *наведеннымъ*. Способъ сообщенія этого тока, или *индукція*, напоминаетъ собою передачу электричества, о которой мы говорили въ § 196.

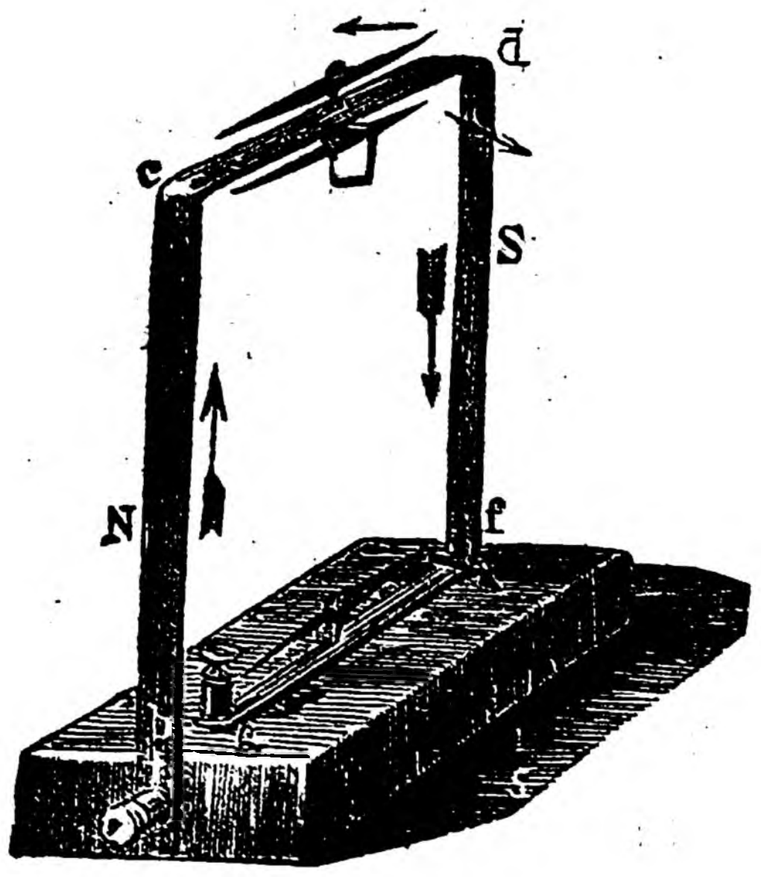
Отношеніе электрическаго тока къ магнетизму требуетъ болѣе подробнаго объясненія.

Электромагнетизмъ.

§ 213. Въ 1820 году, *Эрстедъ*, профессоръ физики въ Копенгагенѣ, замѣтилъ, что свободно висящая магнитная стрѣлка, каждый разъ, когда черезъ нее пропускаютъ электрическій токъ, уклоняется отъ своего сбыкновеннаго направленія. Этому открытію, между прочимъ, мы обязаны въ особенности изобрѣтеніемъ телеграфа.

§ 214. Для повторенія опыта Эрстеда достаточно простаго апарата, состоящаго изъ мѣдной четыреугольной рамки, чрезъ которую пропускаютъ электрическій токъ, и между устоями которой держится магнитная стрѣлка (рис. 180). Изъ этого простаго снаряда возникло устройство особаго *компаса* (Tangentenbussole), при которомъ степень уклоненія стрѣлки показываетъ силу тока, такъ какъ послѣдній соотвѣтствуетъ касательной или тангенсу угла наклоненія. Съ другой стороны замѣтили, что уклоненіе производится даже слабыми токами, когда они проходятъ по обвернутой вокругъ стрѣлки проволокѣ нѣсколько разъ, и это наблюденіе повело къ изобрѣтенію *мультипликатора*, обнаруживающаго чуть замѣтные слѣды электрическаго тока.

Рис. 180.



Уклоненіе магнитной стрѣлки, какъ видно на рисункѣ по направленіямъ стрѣлокъ, бываетъ различное, смотря потому, находится ли стрѣлка *подъ* электрическимъ токомъ, или *надъ* нимъ: Когда электрическій токъ проходитъ надъ магнитною стрѣлкою, и притомъ по направленію съ юга къ сѣверу, то

южный полюсъ (т. е. тотъ, который обращенъ къ сѣверу) отклоняется къ западу; а если же токъ пропускается съ сѣвера къ югу, то тотъ же полюсъ магнитной стрѣлки обращается къ востоку. Когда же электрическій токъ пропускается подъ магнитною стрѣлкою, то происходятъ тѣ же явленія, но только направленія отклоненій южнаго полюса бываютъ обратныя.

§ 215. Придумали весьма остроумный способъ производить *подвижные токи* посредствомъ изогнутой проволоки, острые концы которой пропущены въ наполненныя ртутью чашечки x и y (рис. 181 и 182). Изъ предыдущаго параграфа

Рис. 181.

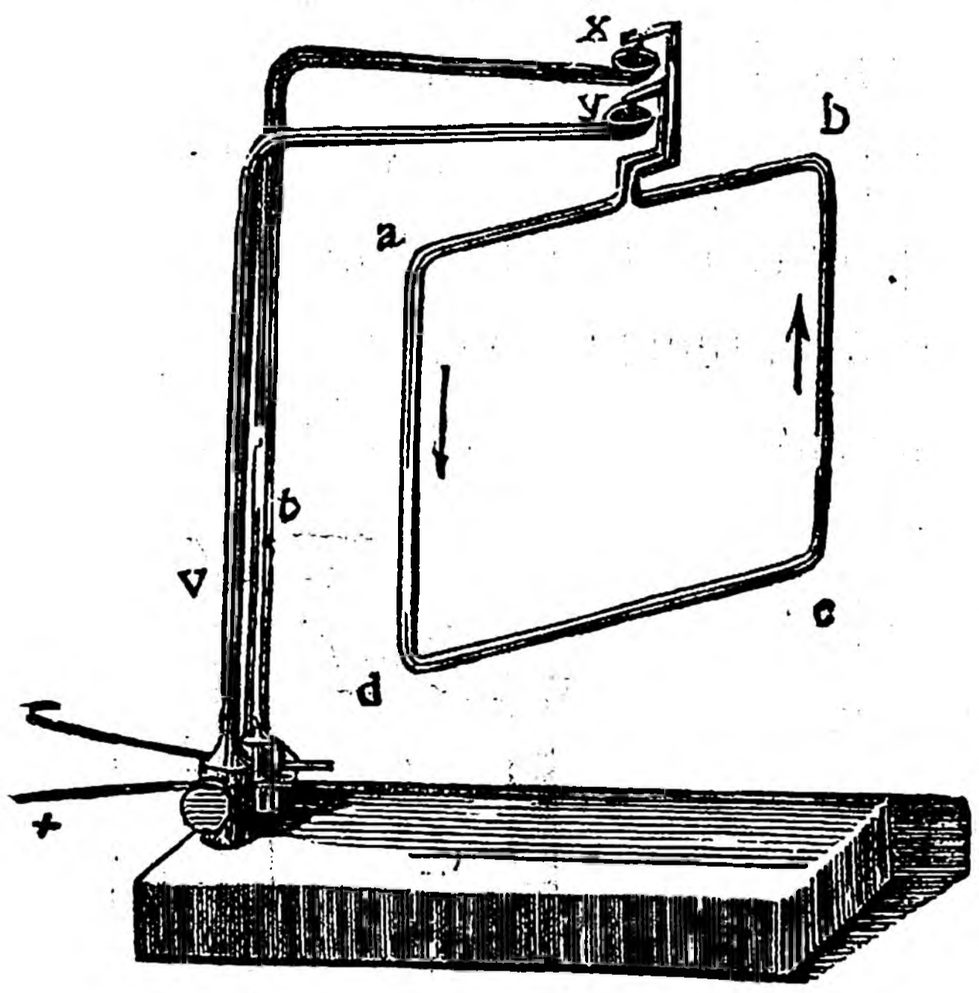
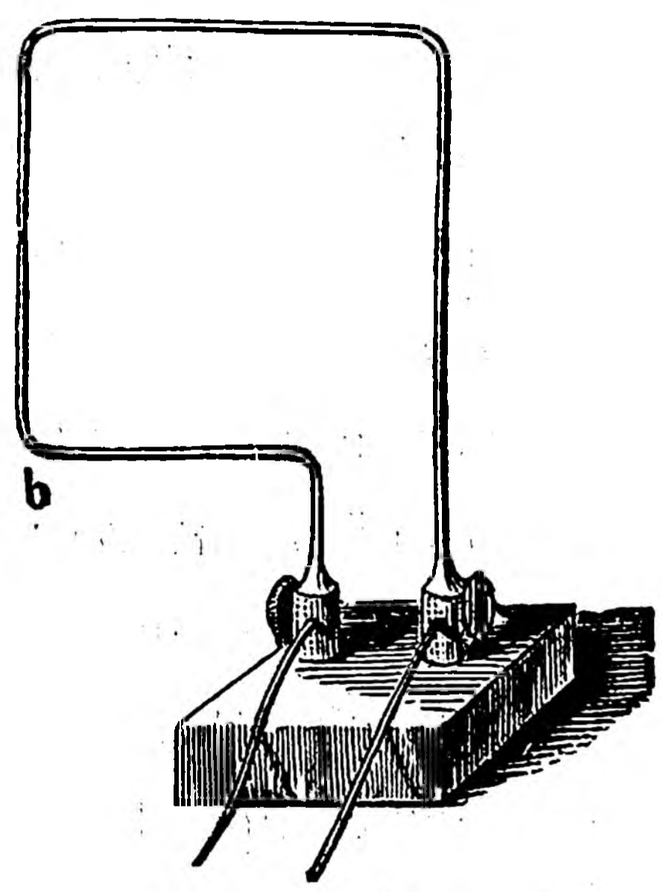


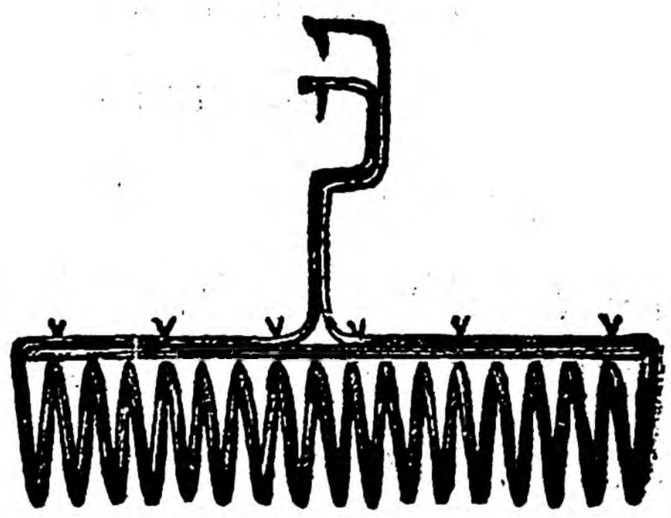
Рис. 182.



мы уже видѣли, что электрическій токъ оказываетъ вліяніе на положеніе подвижной магнитной стрѣлки, слѣдовательно ясно, что магнитъ также долженъ обусловливать направленіе подвижнаго тока. Оно дѣйствительно такъ и случается, и самая земля, какъ обширный магнитъ, обнаруживаетъ свое вліяніе такимъ образомъ, что поверхность простой проводящей токъ проволоки образуетъ *съ направленіемъ магнитнаго меридіана прямой уголъ*. Если же проволоку скрутять въ спираль (рис. 183) и затѣмъ повѣсить, то во время прохожденія электрическаго тока она приметъ направленіе магнитной стрѣлки.

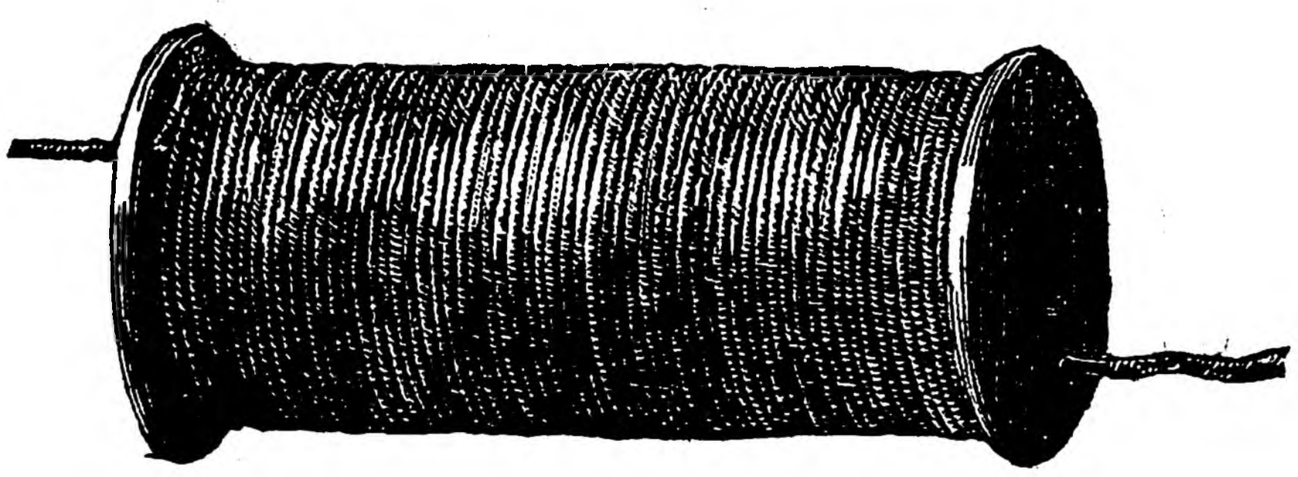
При сближеніи двухъ электрическихъ токовъ, какъ показано на рисункахъ 181 и 182, обнаруживается взаимное притяженіе, когда токи параллельны; въ противномъ случаѣ, они взаимно отталкиваются.

Рис. 183.



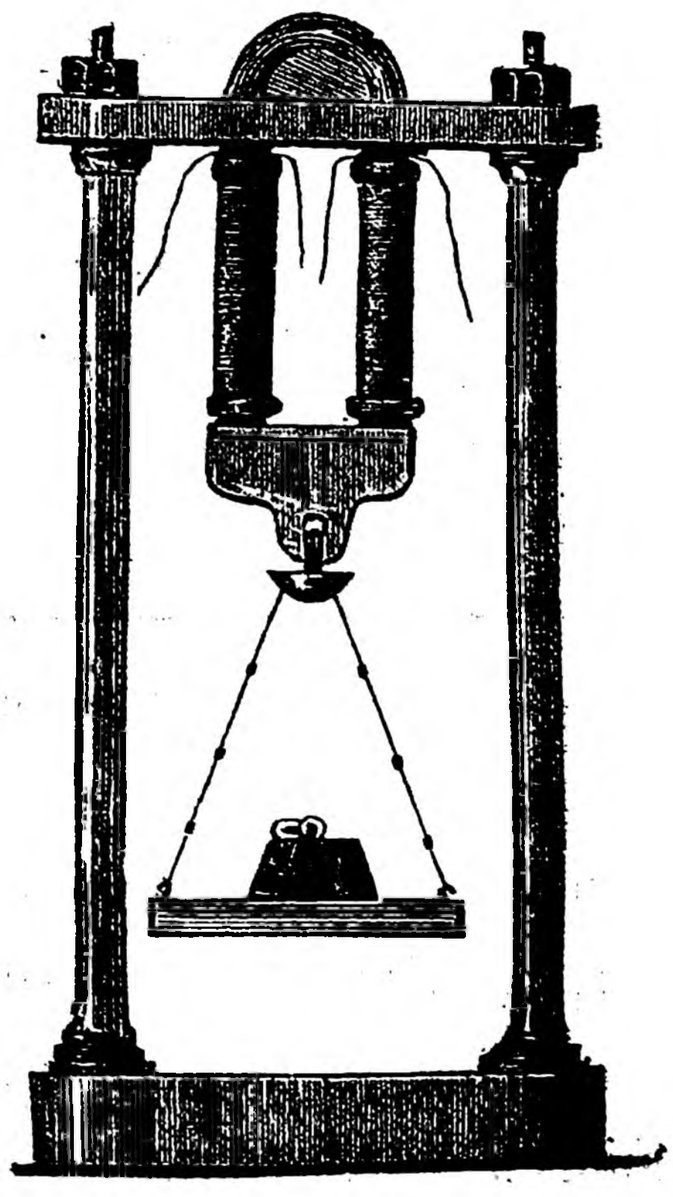
§ 216. Стальной или желѣзный цилиндръ, обвернутый мѣдною проволокою, пріобрѣтаетъ магнитныя свойства, если черезъ проволку пропускаютъ электрическій токъ. Всего лучше, если

Рис 184.



обмотанною шелкомъ проволокою дѣлаютъ отъ 800 до 1000 оборотовъ вокругъ деревянной спирали (рис. 184), а въ послѣднюю потомъ вдвигаютъ цилиндръ, которому желаютъ сообщить свойства магнита. Въ этомъ случаѣ сталь на долго удерживаетъ магнитныя свойства, между тѣмъ какъ желѣзо, вѣрное своей природѣ, объясненной нами въ § 197, сохраняетъ ихъ только до тѣхъ поръ, пока черезъ спираль проходитъ токъ. Какъ скоро токъ прерывается, тотчасъ же прекращается и притягательная сила желѣза. Такимъ образомъ представляется возможность устраивать весьма сильные электромагниты (рис. 185).

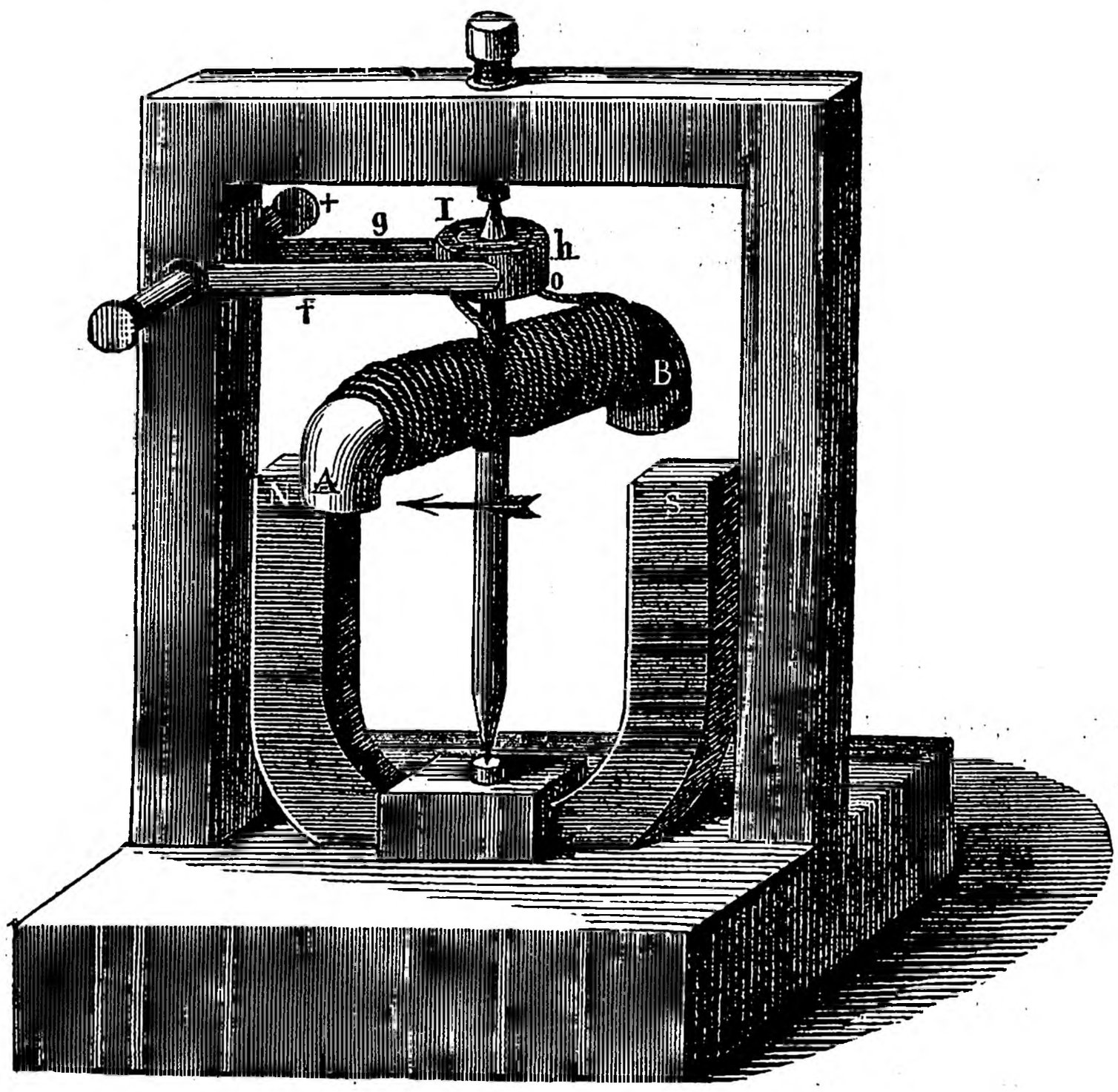
Рис 185.



Полюсы электромагнита принимаютъ обратное положеніе, т. е. сѣверный полюсъ обращается въ южный, и наоборотъ, въ то мгновеніе, когда электрическій токъ проводятъ черезъ спиральную проволоку по противоположному направленію. Для этого придуманъ особый снарядъ,—*гиротропъ*, при помощи котораго можно чрезвычайно быстро измѣнять направленіе тока, соединяя каждый конецъ спирали попеременно, то съ положительнымъ, то съ отрицательнымъ полюсомъ столба.

Если электромагнитъ AB (рис. 186), свободно вращающійся

Рис. 186.



около своей оси, поставимъ такъ, чтобы полюсы его приходились противъ оконечностей магнитной подковы NS; то противоположные полюсы обнаружатъ взаимное притяженіе. Когда же току сообщатъ обратное направленіе, т. е. когда измѣнятъ положеніе полюсовъ въ электромагнитѣ. то однородные полюсы обоихъ магнитовъ, ставъ одинъ противъ другаго, будутъ взаимно отталкиваться. Это даетъ возможность производить весьма

быстрые и сильные повороты, но всѣ попытки примѣнить эту силу къ движенію, до сихъ поръ остались безъуспѣшными.

§ 217. *Магнитная индукція* или *наведеніе магнита.* Если въ проволочную спираль (рис. 184) вдвинуть магнитную полосу и концы проволоки соединить съ мультипликаторомъ (§ 214), то послѣдній обнаружитъ передвиженіе тока въ проволокѣ. Индуктированные токи наибольшей силы представляются въ такъ называемыхъ *коловратныхъ электромагнитныхъ машинахъ.*

§ 218. *Электрическій телеграфъ.* Рядомъ съ изумительными услугами паровой машины слѣдуетъ поставить чудесное дѣйствіе электрическаго телеграфа, который открываетъ человѣку возможность быстро сноситься съ цѣлымъ міромъ, не сходя съ мѣста. Бладодаря нынѣшнему усовершенствованію телеграфовъ разрѣшилась задача, которая за нѣсколько десятковъ лѣтъ казалась невозможною. Изъ предыдущихъ параграфовъ можно видѣть, какой длинный рядъ послѣдовательныхъ открытій и усовершенствованій предшествовалъ примѣненію ихъ къ телеграфскому дѣлу.

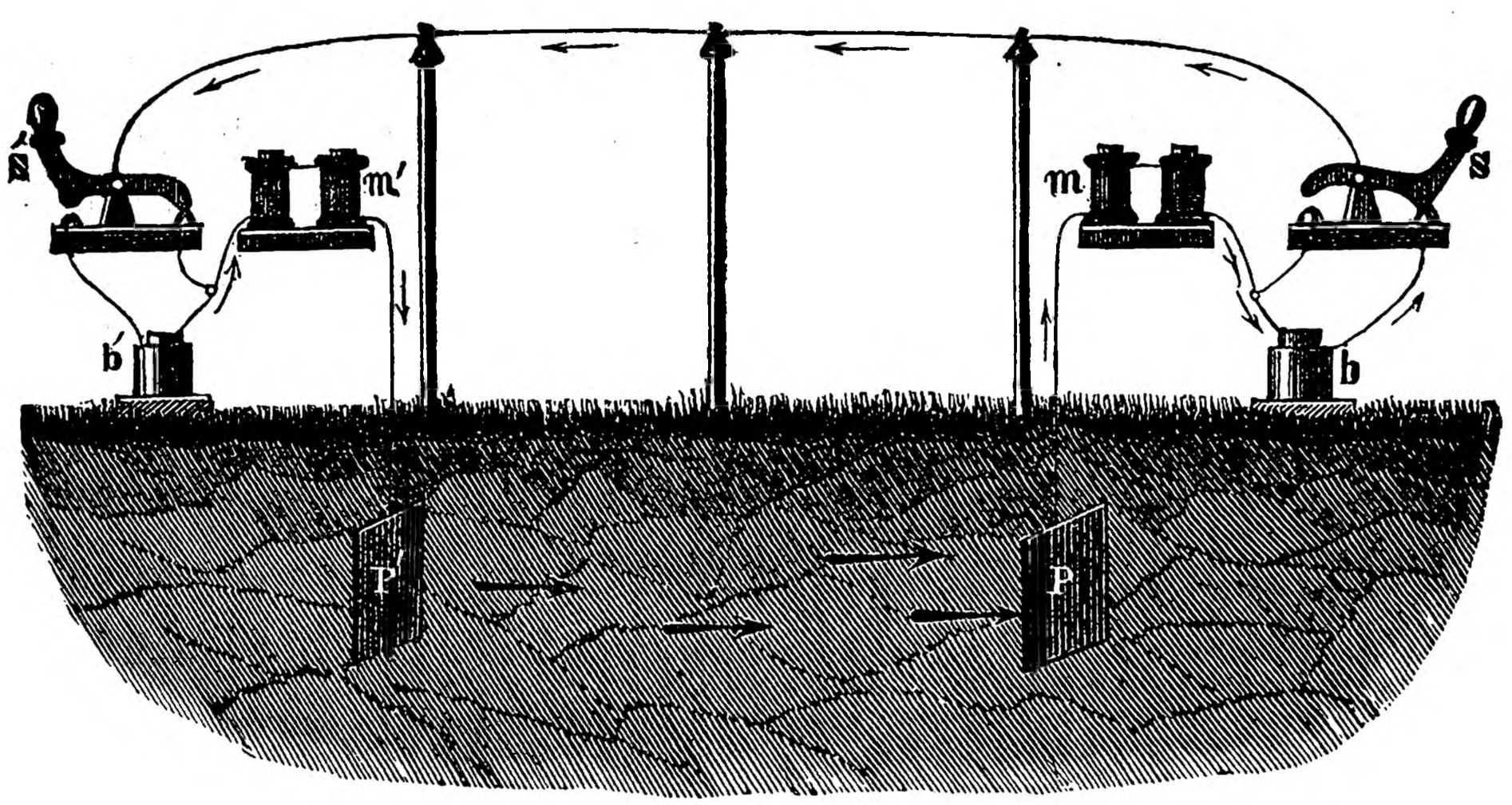
Устройство электромагнитнаго телеграфа въ сущности основана: 1, на быстротѣ электрическаго тока; 2, на электропроводной способности металловъ и земли, и 3, на вытекающей изъ этого возможности, посредствомъ спиральной проволоки, сообщать куску желѣза свойства магнита на какомъ угодно разстояніи и затѣмъ снова отнимать у него эти свойства, и такимъ образомъ, чрезъ посредство электромагнитнаго притяженія и отталкиванія, передавать условные знаки съ обыкновенною скоростью во всякое время и при всевозможныхъ атмосферныхъ условіяхъ.

Скорость электрическаго тока велика, и хотя по опредѣленію однихъ наблюдателей она простирается до 20000, а по другимъ до 60000 миль въ *секунду*, но несомнѣнно, что обыкновенныя разстоянія токъ прибѣгаетъ мгновенно, стало быть въ неизмѣримо короткое время. Во всякомъ случаѣ,

скорость электрическаго тока много зависитъ оттого, какими способами оно проводится, потому что даже металлы обладаютъ весьма различною степенью электрпроводимостью. Такъ напримѣръ платина оказываетъ электрическому току въ *одиннадцать*, а желѣзо въ *семь* разъ большее сопротивленіе, нежели мѣдь. Мѣдь и серебро обладаютъ наибольшею электропроводимостью; поэтому, если хотятъ, чтобы желѣзная проволока имѣла одинаковую степень электропроводимости съ мѣдною, то необходимо сдѣлать ее въ семь разъ толще мѣдной.

Жидкости и сырая почва проводятъ электрическій тотъ въ милліонъ разъ слабѣе мѣди. Путемъ соединенія концовъ двухъ проволокъ съ большими металлическими досками PP' (рис. 187),

Рис. 187.



установленными въ землѣ одна противъ другой, достигли того, что теперь и самою почвою пользуются, какъ проводникомъ электричества. Въ этомъ случаѣ, токъ проводится черезъ слой земли, находящійся между обѣими досками. Если поперечный разрѣзъ этихъ досокъ въ милліонъ разъ больше мѣдной проволоки, то онѣ, какъ слѣдуетъ изъ вышесказаннаго, обладаютъ такою же электропроводимостью какъ и проволока:

§ 219. Разрѣшеніе задачи, какимъ образомъ примѣнить элек-

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стр.
Кипяченіе, Испареніе . . .	165
Возгонка и перегонка . . .	—
О парахъ	170
О паровой машинѣ	173
Конденсаторъ.	175
Регуляторъ.	176
Скрытый или несвободный теплородъ	184
Удѣльный теплородъ. . . .	185
Дѣйствіе горючихъ матеріаловъ	186
О свѣтѣ	—
Вогнутое и выпуклое зеркало	194
Преломленіе свѣта	—
Зажигательная точка или фокусъ	198
Двояковогнутое стекло . . .	199
Зеркальный телескопъ . . .	204
Камера-обскура	—
О зрѣніи	205
Уголъ зрѣнія	210
Воздушныя картины, фата-моргана, миражъ . . .	214
Цвѣта или краски	216
Фраунгоферовы линіи . . .	217
Утренняя и вечерняя заря. .	218
Поляризація свѣта . . .	219
Магнетизмъ	220
Электричество.	223
Электрическія машины . . .	241
Гальванизмъ	243
Вольтовъ столбъ или гальваническая цѣпь	245
Электромагнетизмъ	251
Мультипликаторъ.	—
Электрическій телеграфъ . .	255

Рисунковъ отъ 118 *до* 187.

Дозволено Цензурою, С.-Петербургъ 26 ноября 1865 года.

ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА, ВЪ ГРАФСКОМЪ ПЕРЕУЛКѢ № 5.

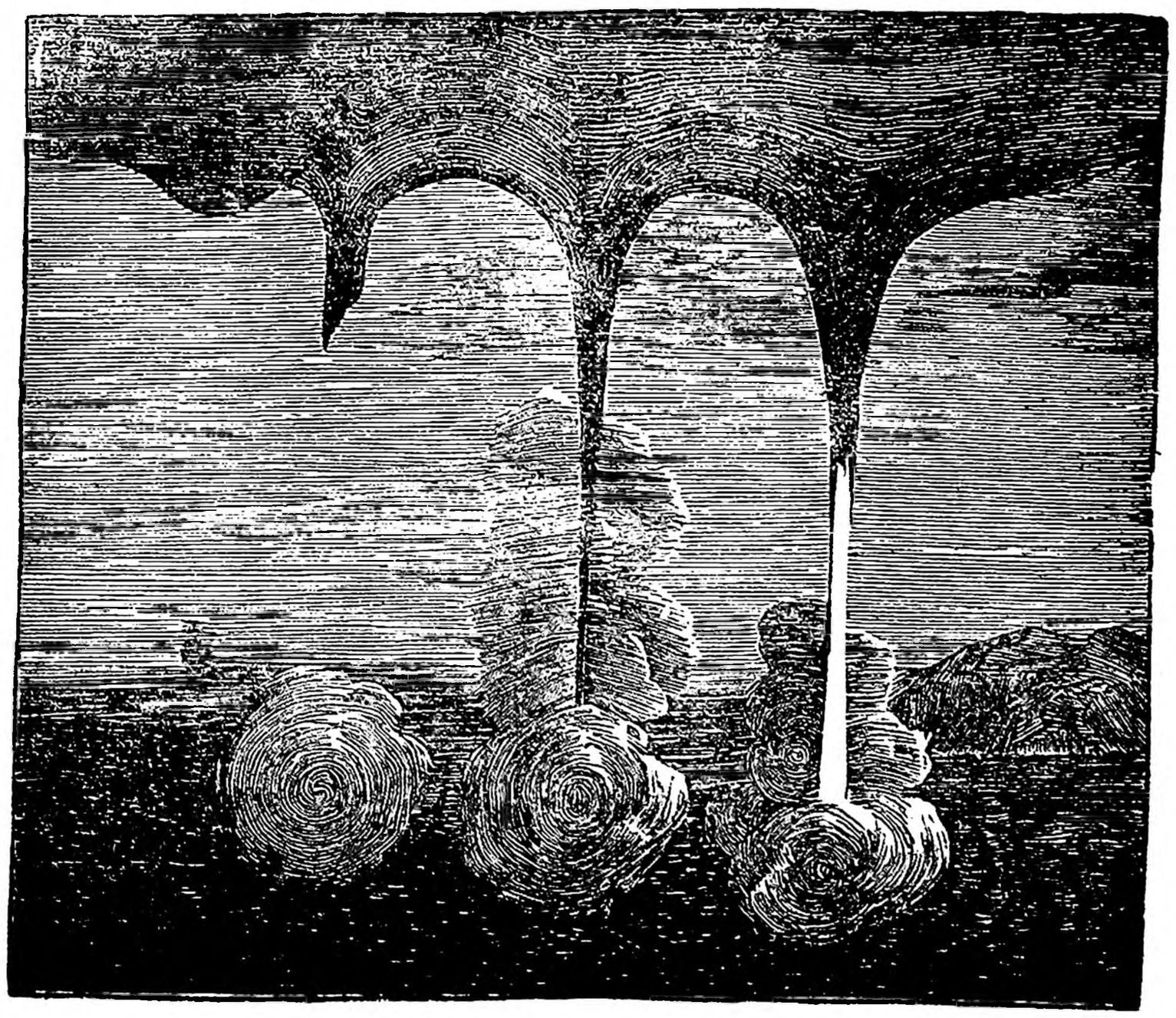
Издатель и Редакторъ М. Ханъ.

САМООБРАЗОВАНІЕ,

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ, УЧЕНО-ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЖУРНАЛЪ ДЛЯ ЛЮДЕЙ ВСЯКАГО ВОЗРАСТА,

ИЗДАВАЕМЫЙ М. ХАНОМЪ.

ГОДЪ ТРЕТІЙ.



КНИГА ПРИРОДЫ.

№ 12 за Декабрь 1865 г.

тромагнитное притяженіе къ начертанію различныхъ знаковъ, вывпало на долю механики. Къ числу простѣйшихъ примѣненій этого свойства принадлежитъ такъ называемый *пишущій телеграфъ Морза* (рис. 188).

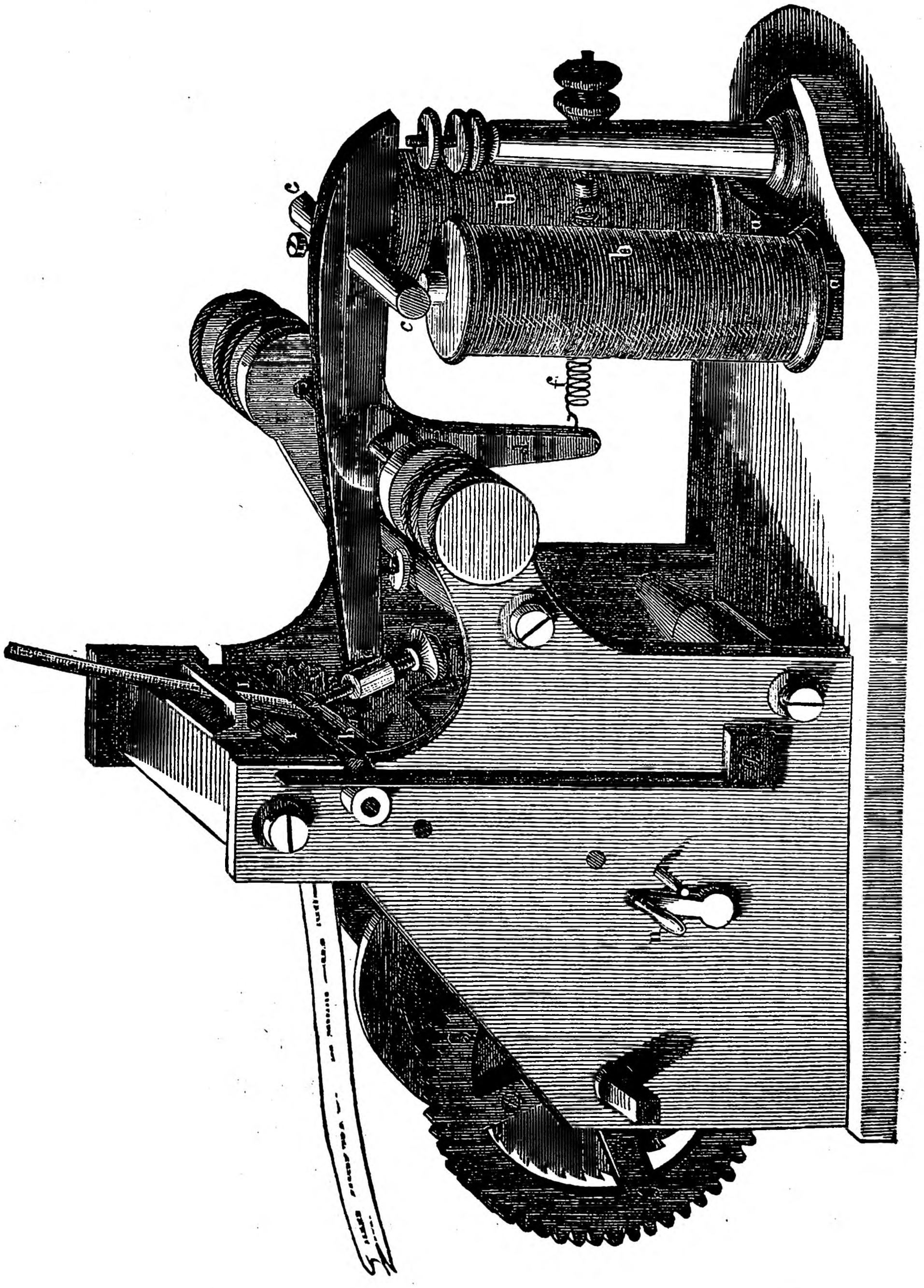


РИС. 188.

Когда электрическій токъ проходитъ черезъ спирали *bb*, то находящіеся въ нихъ желѣзные цилиндры пріобрѣтаютъ свойство магнита и притягиваютъ къ себѣ поперечный брусокъ *cc* пишущаго рычага *ddd*, который свободно вращается около своей оси. Къ другому концу этого рычага привинченъ заостренный карандашъ, который при каждомъ притяженіи другаго конца рычага чертитъ извѣстные знаки на полоску бумаги, двигающуюся при помощи часоваго механизма между валиками *i* и *b*. Съ прекращеніемъ электрическаго тока магнитное притяженіе тотчасъ же перестаетъ дѣйствовать, и пишущій снарядъ приводится пружиною *f* въ прежнее положеніе. Мгновенное дѣйствіе карандаша на бумагу производитъ точку, а болѣе продолжительное проводитъ черту, при помощи которыхъ можно составить рядъ знаковъ, соотвѣтствующихъ буквамъ азбуки, напримѣръ: *а*.. —, *м* — —, *е*., *р*.—., *с*..., *т* — и т. д.

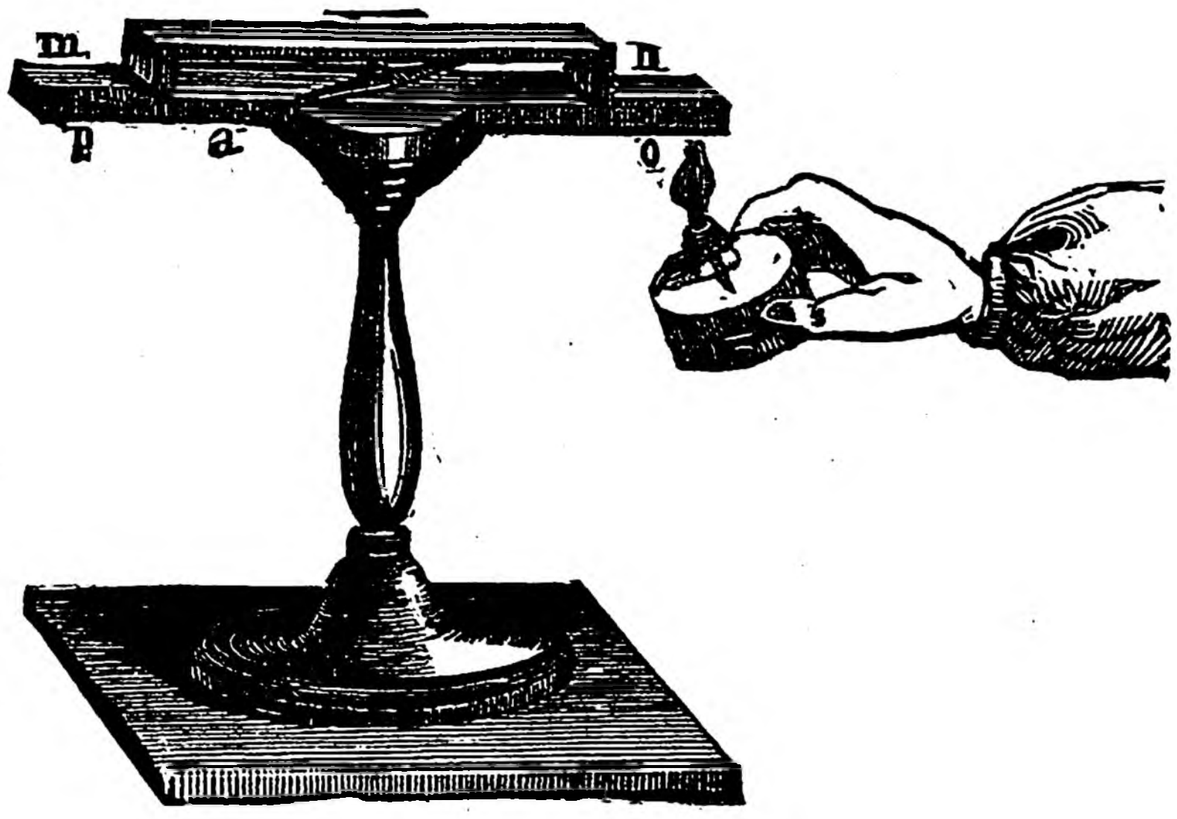
Рисунокъ 187 (стр. 256) представляетъ двѣ соединенныя телеграфныя станціи. Цилиндры *b* и *b'* изображаютъ электрическія батареи, *m* и *m'* электромагнитные снаряды, *s s'* такъ называемые *ключи*, при помощи которыхъ телеграфъ прерываетъ и возстановляетъ токъ, смотря по надобности. Если *оба* ключа находятся въ покоѣ (какъ напр. въ *s'*), то электропроводное сообщеніе между внутренними и внѣшними возбудителями батареи (ср. § 208) прерывается, и слѣдовательно прекращается движеніе тока. Если же ключъ нажимается книзу (какъ это видно въ *s*), то токъ останавливается въ направленіи стрѣлокъ отъ положительнаго полюса *b* черезъ ключъ и электропроводную проволоку къ ключу *s'*, а отъ него къ электромагнитному снаряду *m'*, потомъ къ желѣзной доскѣ *P'*, и возвращается черезъ землю къ электромагнитному снаряду открывшей дѣйствіе станціи, откуда приходитъ наконецъ къ отрицательному полюсу батареи *b*.

Въ связи съ электромагнитными снарядами *m* и *m'* находится пишущій снарядъ (рис. 188), приводимый въ соотвѣтственное дѣйствіе повтореннымъ нажиманіемъ ключа.

Гальваническій токъ оказываетъ, сверхъ того, важныя услуги въ научныхъ и техническихъ примѣненіяхъ, изъ которыхъ слѣдуетъ упомянуть объ *электрическихъ часахъ*, отличающихся отъ обыкновенныхъ постоянною правильностью хода, равно и объ опредѣленіи быстроты полета пушечныхъ ядеръ и ружейныхъ пуль.

§ 220. *Термо-электричество.* Замѣчено физиками, что нѣкоторыя тѣла, въ особенности минералъ турмалинъ, пріобрѣтаютъ электрическія свойства, если одинъ изъ концовъ ихъ подвергаютъ нагрѣванію. Электровозбудительная способность двухъ различныхъ, спаянныхъ вмѣстѣ металловъ значительно усиливается, если подвергаютъ ихъ нагрѣванію въ томъ мѣстѣ, гдѣ они спаяны. Рисунокъ 189 представляетъ полосу висмута

Рис. 189.



($o\,p$), къ которой припаяна проволочная скобка $m\,n$. Подъ скобкой помѣщаютъ магнитную стрѣлку, и снарядъ устанавливаютъ вдоль магнитнаго меридіана. Если послѣ этого нагрѣть полосу въ одномъ изъ тѣхъ мѣстъ, гдѣ она спаяна, напримѣръ около точки o, то магнитная стрѣлка уклонится въ сторону, изъ чего ясно слѣдуетъ, что въ этой термоэлектрической цѣпи происходитъ токъ.

Лучшими термоэлектрическими возбудителями считаются снаряды изъ сюрьмы и висмута, и соединеніе такого снаряда съ мультипликаторомъ дало возможность устроить аппаратъ, въ высшей степени чувствительный даже къ самымъ незначительнымъ перемѣнамъ въ температурѣ воздуха.

IX. МЕТЕОРОЛОГІЯ.

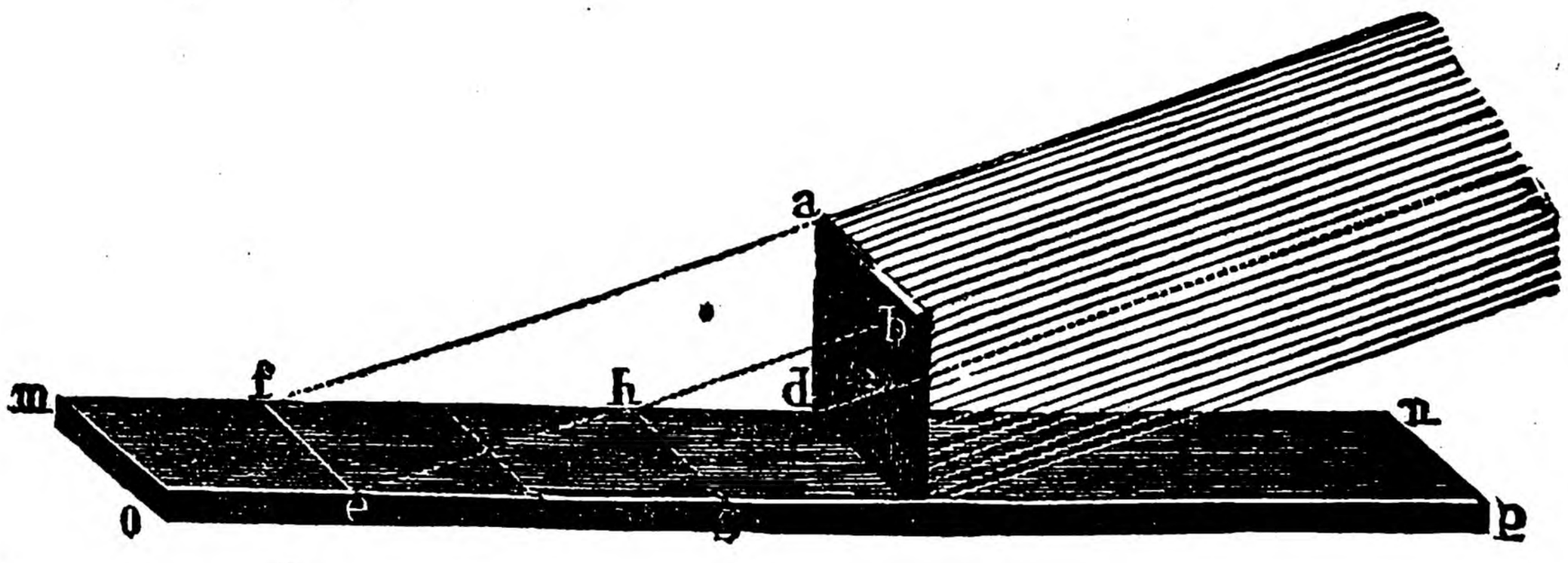
§ 221. Подъ названіемъ метеорологіи мы разумѣемъ разсмотрѣніе ряда явленій, имѣющихъ между собою то общее, что ихъ наблюдаютъ почти во всѣхъ странахъ земнаго шара, и которыя не зависятъ, подобно большей части физическихъ явленій, описанныхъ нами выше, отъ дѣйствія различныхъ снарядовъ. Сюда относятся проявленія свободно и въ обширныхъ размѣрахъ дѣйствующихъ естественныхъ силъ, которыя распространены по всему пространству земнаго шара, и результатомъ которыхъ бываютъ вѣтры, бури, и вообще атмосферическія перемѣны, называемыя *погодою*. Поэтому настоящій отдѣлъ можно было бы назвать *ученіемъ о погодѣ или буряхъ*, такъ какъ здѣсь разсматриваются преимущественно такія явленія, которыя соотвѣтствуютъ этимъ названіямъ.

Хотя это ученіе и объясняетъ намъ происхожденіе различныхъ перемѣнъ воздуха, однако изъ этого еще не слѣдуетъ, чтобы мы могли предугадывать и заранѣе съ точностью опредѣлять наступленіе и продолжительность всѣхъ атмосферическихъ явленій. Отъ насъ, правда, не ускользаетъ нѣкоторая правильность этихъ явленій, обусловливаемая особыми законами, но эти законы изслѣдованы далеко еще не совершенно удовлетворительно.

Мы разсмотримъ здѣсь: распредѣленіе теплоты на земной поверхности; давленіе воздуха и происхожденіе вѣтровъ; атмосферную влагу, и наконецъ оптическія и электрическія явленія, происходящія въ атмосферѣ.

§ 222. *Распредѣленіе теплоты на земной поверхности.* Солнце есть единственный источникъ теплоты, доступной нашимъ чувствамъ и измѣренію на земной поверхности; вмѣстѣ съ свѣтомъ, оно посылаетъ къ намъ тѣ невидимые лучи, которые распространяютъ жизнь и теплоту повсюду, куда проникаютъ. Поэтому температура мѣстности прежде всего зависитъ отъ того, какимъ образомъ она подвергается вліянію солнечныхъ лучей. Мы замѣчаемъ далѣе, что теплые лучи солнца распространяются въ параллельномъ направленіи, и что плоскость нагрѣвается ими тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше на нее падаетъ лучей. Пусть параллельныя линіи (рис. 190) предста-

Рис. 190.

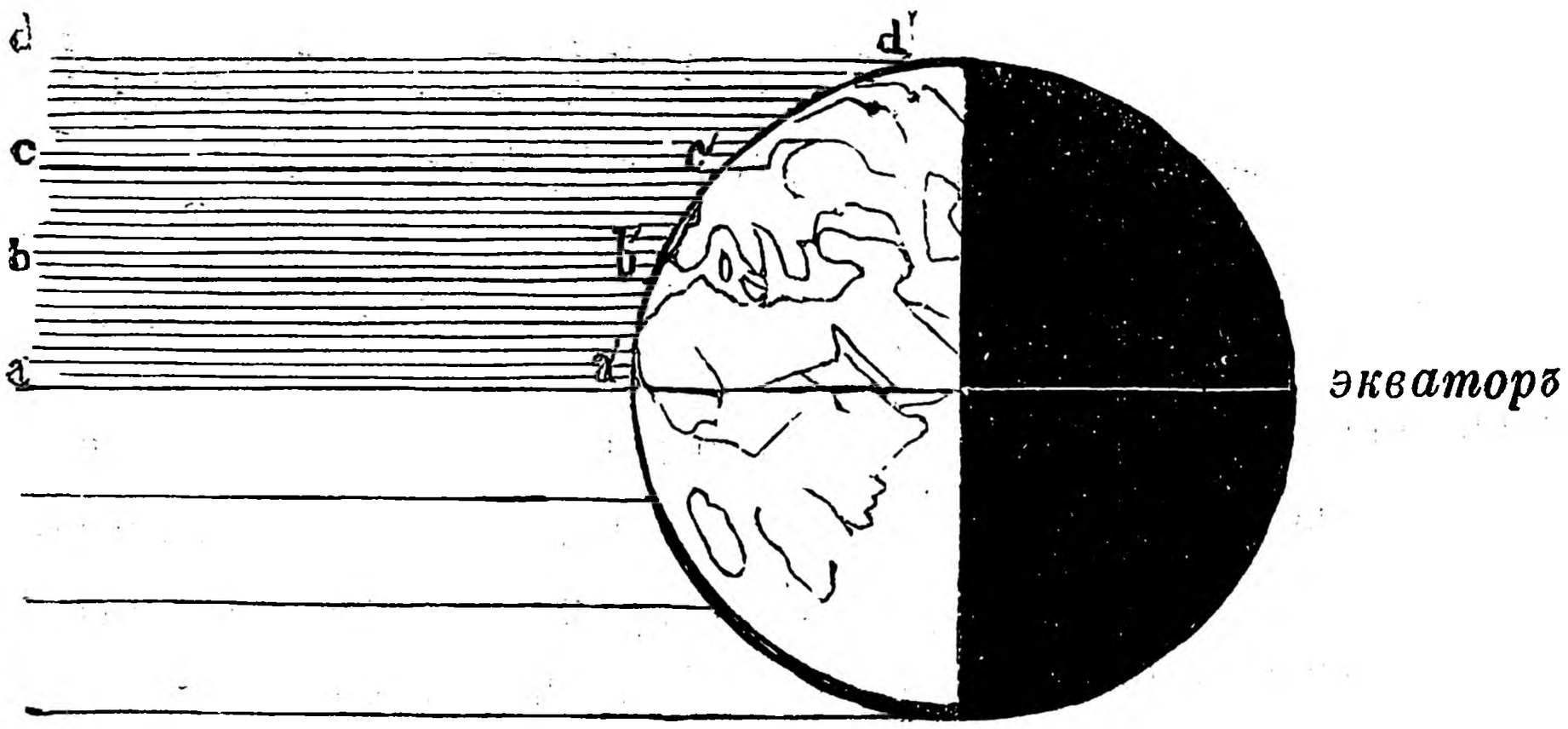


вляютъ призматическій пучекъ исходящихъ отъ солнца лучей теплоты, а четыреугольникъ *a b c d* поверѣхность нагрѣваемой ими плоскости, равную діаметру пучка лучей теплоты, которые падаютъ на нее подъ прямымъ угломъ, и слѣдовательно совершенно поглощаются ею. Такимъ образомъ степень нагрѣванія этой поверхности будетъ соотвѣтствовать количеству падающихъ на нее лучей теплорода. А если удалить четыреугольную доску *a b c d*, то лучи будутъ падать вкось на горизонтальную плоскость *m n o p*, распредѣляясь по по-

верхности *d c e f*, которая втрое больше первоначальной отвѣсной плоскости. Стало-быть, часть этой горизонтальной поверхности *c d g h*, равная плоскости *a b c d*, поглотитъ только третью часть лучей, падавшихъ на послѣднюю. Этотъ опытъ показываетъ, что данное количество солнечныхъ лучей производитъ наибольшую теплоту только тогда, когда они падаютъ отвѣсно на плоскость; что поверхность ихъ распредѣленія бываетъ тѣмъ значительнѣе, и дѣйствіе ихъ на нее, стало быть, тѣмъ слабѣе, чѣмъ меньше уголъ ихъ паденія, т. е. чѣмъ косвеннѣе они падаютъ. Этимъ объясняется, почему снѣгъ скорѣе таетъ на крышахъ, и почему виноградъ скорѣе созрѣваетъ на отлогостяхъ горъ; ясно, что въ этихъ случаяхъ солнечные лучи падаютъ если не отвѣсно, то во всякомъ случаѣ въ менѣе косвенномъ направленіи.

Такъ какъ земля представляетъ собою шаръ, то параллельные солнечные лучи естественно не могутъ падать подъ однимъ и тѣмъ же угломъ на всей ея поверхности, и этимъ объясняется неравномѣрное нагрѣваніе земли. Рисунокъ 191 представляетъ

Рис. 191.



собою нѣсколько пучковъ солнечныхъ лучей, *ab*, *bc*, *cd*, одинаковой силы, потому что въ нихъ одинаковое количество лучей; а между тѣмъ дѣйствіе ихъ на землю будетъ неодинаковое, такъ

какъ, достигая земли, они распредѣляются по весьма неодинаковымъ поверхностямъ. Очевидно, что область $a' b'$ меньше области $b' c'$, и еще меньше области $c' d'$. Чѣмъ ближе къ экватору, напримѣръ въ области $a' b'$, гдѣ солнечные лучи падаютъ отвѣсно или почти отвѣсно, тѣмъ сильнѣе производимое ими нагрѣваніе. По мѣрѣ приближенія къ полюсу, земля нагрѣвается гораздо слабѣе, потому что солнечные лучи, падающіе тамъ гораздо косвеннѣе, распредѣляются по весьма значительной плоскости. Вотъ почему мы различаемъ такъ называемый жаркій поясъ, умѣренный поясъ и холодный поясъ, разграниченіе которыхъ подробно объясняется въ астрономіи.

Мы узнаемъ изъ астрономіи также и то, что вслѣдствіе опредѣленнаго положенія, занимаемаго осью земнаго шара въ отношеніи къ описываемому имъ пути, равно вслѣдствіе ежегоднаго движенія земли вокругъ солнца, солнечные лучи въ разныя времена года падаютъ на однѣ и тѣже точки подъ весьма неравными углами. Далѣе, мы узнаемъ, что продолжительность дня и ночи измѣняется тѣмъ значительнѣе, чѣмъ болѣе данная мѣстность удалена отъ экватора. Если присовокупить къ тому различную способность къ нагрѣванію, зависящую отъ неодинаковаго устройства земной поверхности, вліяніе возвышенія мѣстности надъ уровнемъ моря, и наконецъ дѣйствія, происходящія отъ господствующихъ воздушныхъ и морскихъ теченій, то будетъ ясно, почему температура мѣстности находится въ зависимости не отъ одного географическаго положенія ея, которымъ она опредѣляется только отчасти и приблизительно. Точныя показанія температуры мѣстности опредѣляются только особыми наблюденіями.

§ 223. Прежде всего замѣтимъ, что солнечные лучи всего сильнѣе грѣютъ около полудня, потому что въ эту пору они падаютъ менѣе косвенно; потомъ, что въ умѣренномъ поясѣ различіе между лѣтомъ и зимою обусловливается, съ одной стороны, неравною продолжительностью дня, а съ другой стороны

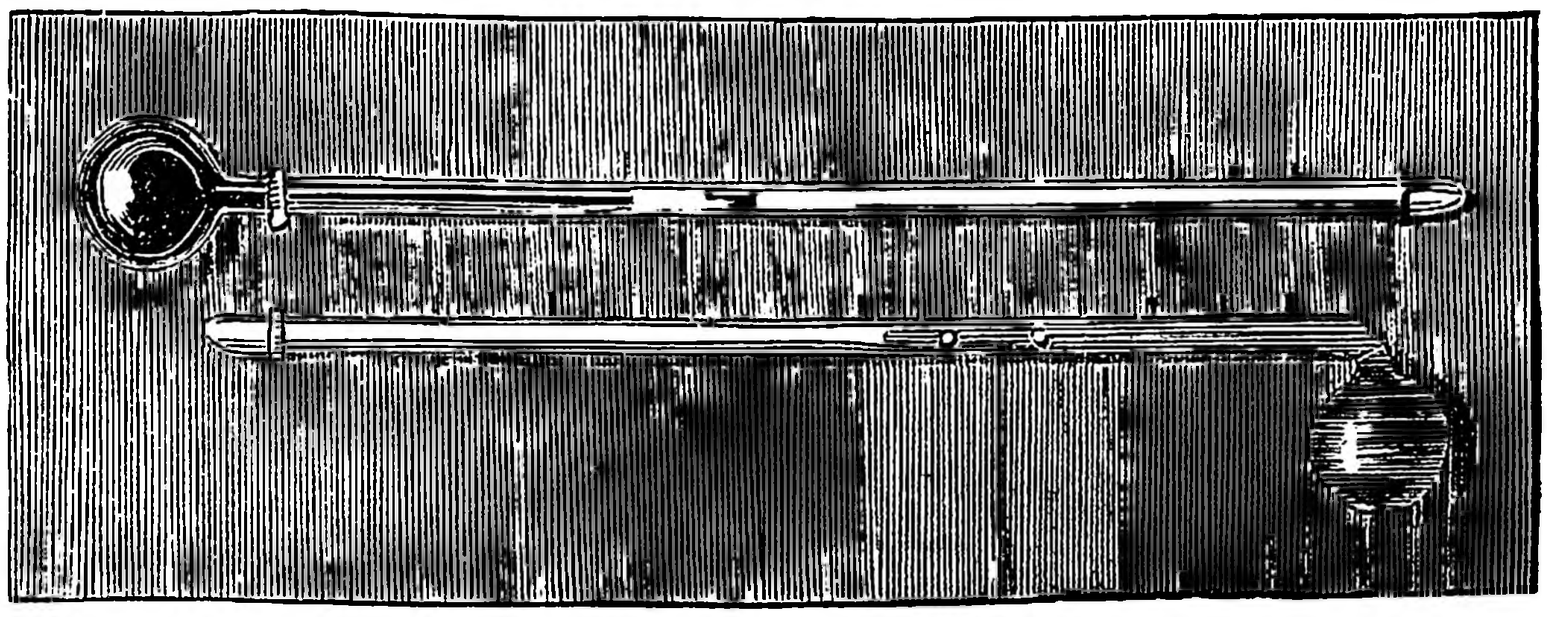
различнымъ паденіемъ солнечныхъ лучей. Лѣтомъ направленіе ихъ болѣе приближается къ отвѣсному; напротивъ того, зимою, когда земля находится на милліонъ миль ближе къ солнцу, нежели лѣтомъ, его лучи падаютъ на землю весьма косвенно. Такимъ образомъ, на одномъ и томъ же мѣстѣ происходятъ замѣтныя различія въ разные часы дня, и весьма значительныя въ разныя времена года. Эти различія обнаруживаются тѣмъ сильнѣе, чѣмъ болѣе мѣстность удалена отъ экватора. Такъ напримѣръ, разница температуры самаго холоднаго и самаго жаркаго мѣсяца въ Боготѣ, находящейся въ четырехъ градусахъ къ сѣверу отъ экватора, составляетъ только 2° по Цельзію; въ Мехико (19° сѣв. шир.) эта разница составляетъ уже 8° Ц.; въ Парижѣ (48° сѣв. шир.) 27° Ц.; въ Петербургѣ (59° сѣв. шир.) 32° Ц.

Это даетъ намъ возможность отыскать среднюю температуру любой мѣстности. Подъ среднею температурою дня разумѣютъ среднюю цифру самыхъ высокихъ и самыхъ низкихъ температуръ, наблюдаемыхъ въ теченіе 24 часовъ или сутокъ. Для этого слѣдуетъ изъ часа въ часъ, и еще даже черезъ меньшіе промежутки времени, слѣдить за состояніемъ ртути въ термометрѣ. Впрочемъ, опытъ показалъ, что средняя температура дня опредѣляется съ достаточною точностью выводомъ изъ наблюденій, произведенныхъ въ 7 часовъ утра, въ 2 часа пополудни и въ 9 часовъ вечера. Изъ средней суточной температуры выводятъ заключеніе о средней температурѣ въ теченіе мѣсяца; средняя температура года опредѣляется выводомъ изъ среднихъ температуръ мѣсяцевъ.

Чтобы съ точностью опредѣлить высшую и нисшую температуру въ теченіе извѣстнаго времени, напримѣръ въ теченіе сутокъ, слѣдовало бы постоянно наблюдать состояніе ртути въ термометрѣ въ продолженіе 24 часовъ сряду. Но это несовсѣмъ пріятная обязанность предоставлена особому инструменту, такъ называемому *термометрографу* (рис. 192), который со-

стоитъ изъ двухъ рядомъ и горизонтально расположенныхъ термометровъ. Верхній термометръ наполненъ ртутью, надъ поверхностью которой находится небольшой прутикъ стали. Столбъ ртути, удлиняясь, двигаетъ впередъ прутикъ, который остается на мѣстѣ, если ртуть понижается. Такимъ образомъ, ртутный термометръ, при помощи стальнаго прутика, показы-

Рис. 192.



ваетъ высшую температуру, до которой подымалась ртуть въ теченіе сутокъ. Нижній термометръ, съ изогнутою трубкою, наполненъ виннымъ спиртомъ, въ который опущена легкая стеклянная палочка съ шаровидными концами. По мѣрѣ сжиманія виннаго спирта въ термометрѣ отъ дѣйствія холода стеклянная палочка, вслѣдствіе силы сцѣпляемости, подвигается вмѣстѣ съ нимъ; еслиже спиртъ расширяется отъ дѣйствія теплоты, то онъ проходитъ надъ нею, и такимъ образомъ, положеніе этой полоски показываетъ самую нисшую температуру въ теченіе сутокъ. Чтобы оба находящіяся въ трубкахъ постороннія тѣла привести въ прежнее положеніе, инструментъ слегка встряхивается, держа его въ нѣсколько наклонномъ направленіи, и они снова устанавливаются надъ поверхностью жидкостей.

§ 224. Слѣдующая таблица представляетъ среднюю температуру разныхъ мѣстностей въ разныя времена года:

Названіе мѣстностей	Широта	Высота надъ уров. моря, выраж. метр.	Средняя температура по Цельзію. въ теченіе года	зимою	лѣтомъ
Островъ Мельвиль	74° сѣв.	—	— 18,7	— 33,5	2,8
Якутскъ. . .	62 »	117	— 9,7	— 38,9	17,2
Сенъ-Бернаръ .	45 »	4843	— 1,0	— 7,8	6,1
Петербургъ. .	59 »	—	3,5	— 8,4	15,7
Кенигсбергъ. .	54 »	—	6,2	— 3,3	15,9
Бернъ . . .	46 »	585	7,8	— 0,9	15,8
Берлинъ . .	52 »	39	8,6	— 0,8	17,3
Мюнхенъ . .	48 »	526	8,9	— 0,4	17,4
Генуа . . .	46 »	396	9,7	1,2	17,9
Франкфуртъ-на-Майнѣ. . .	50 »	117	9,8	1,2	18,3
Вѣна. . . .	48 »	156	10,1	0,2	20,3
Лондонъ. . .	51 »	—	10,4	4,2	17,1
Парижъ . . .	48 »	64	10,8	3,3	18,1
Бордо . . .	44 »	—	13,9	6,1	21,7
Римъ. . . .	41 »	53	15,4	8,1	22,9
Мысъ Доброй Надежды . .	33 южн.	—	19,1	14,8	23,4
Калькутта . .	22 сѣв.	—	25,5	19,9	28,5

Хотя большая часть показанныхъ здѣсь температуръ, по видимому, подтверждаетъ заключеніе, что чѣмъ ближе мѣстность къ экватору, тѣмъ выше ея средняя температура, однако мы встрѣчаемъ много исключеній. Это зависитъ отъ разныхъ причинъ; такъ напр. оказываетъ замѣтное вліяніе на пониженіе температуры возвышенность даннаго мѣста надъ уровнемъ моря, какъ это видно, когда сравниваютъ, напримѣръ, среднюю температуру тепла въ Парижѣ и Мюнхенѣ, которые находятся подъ одинаковыми градусами широты. Сверхъ того, на пониженіе

температуры имѣютъ вліяніе господствующія теченія холоднаго воздуха, равно изобиліе растительности, потому что деревья, какъ извѣстно, не только препятствуютъ солнечнымъ лучамъ нагрѣвать почву, но и обладаютъ свойствомъ выпускать изъ себя въ ночное время лучистый теплородъ, который содѣйствуетъ постоянному испаренію воды, вслѣдствіе чего значительное количество тепла связывается.

Значительное вліяніе на температуру производитъ присутствіе воды. Прежде всего надо замѣтить, что материкъ, особенно съ голою поверхностью, нагрѣвается солнечными лучами гораздо сильнѣе, нежели поверхность воды при одинаковыхъ условіяхъ. Большія массы воды, напримѣръ моря, окружая сравтельно узкія пространства земли, сообщаютъ послѣднимъ, и вообще береговымъ пространствамъ материковъ, *равномѣрный* климатъ въ разныя времена года, а именно прохладное лѣто и умѣренно-холодную зиму, между тѣмъ какъ въ мѣстахъ, лежащихъ внутри материка, лѣта бываютъ знойныя, а зимы суровыя. По этому отличаютъ материковый климатъ отъ береговаго или приморскаго. Это умѣряющее дѣйствіе воды объясняется, съ одной стороны, тѣмъ, что она поглощаетъ большую часть тепла при испареніи, а съ другой стороны тѣмъ, что въ ночное время она испускаетъ лучистый теплородъ въ гораздо меньшей степени, нежели земля. Послѣдствія этого вліянія на растительность весьма замѣтны и замѣчательны. Такъ напримѣръ, въ Якутскѣ (въ вост. Сибири), гдѣ средняя температура года равняется—9,7° Ц., а средняя зимняя температура доходитъ до—38,9° Ц., въ продолженіе короткаго, но жаркаго лѣта, при средней температурѣ въ 17,2° Ц., разводятъ рожь и пшеницу, между тѣмъ какъ на островѣ Исландіи, при значительно-высшей средней температурѣ года, и при незначительной зимней стужѣ, хлѣбъ не созрѣваетъ по причинѣ слишкомъ низкой лѣтней температуры. Точно также въ Ирландіи и на южномъ берегу Англіи преобладаетъ равномѣрный и такой умѣренный климатъ, что мирта,

камелія и фуксія зимуютъ тамъ подъ открытымъ небомъ. Но зато тамъ не можетъ быть разводима виноградная лоза, и даже вишни и другіе плоды не дозрѣваютъ именно потому, что лѣтняя температура не достаточно высока для этого.

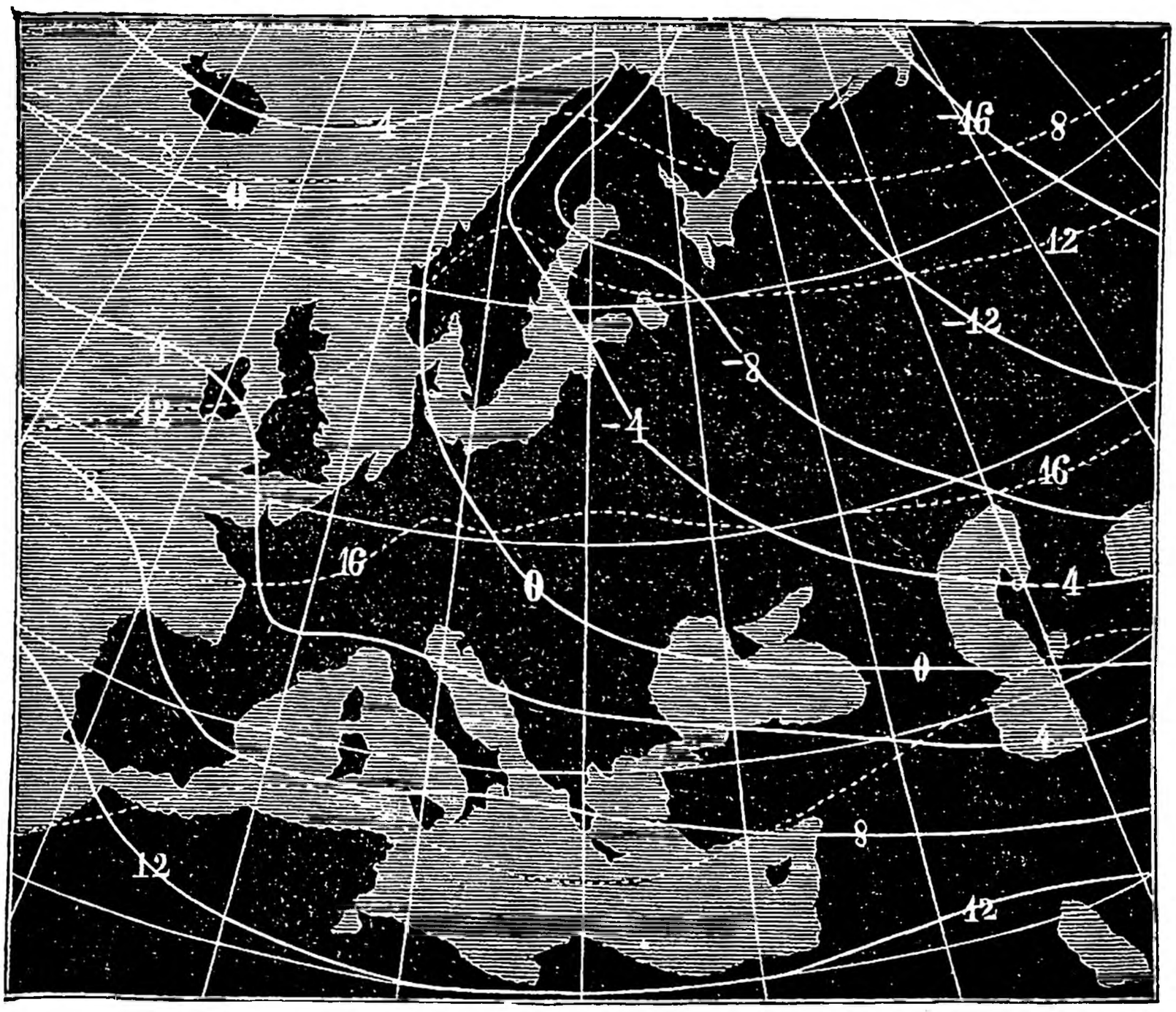


Рис. 193.

§ 225. Представивъ себѣ поверхность земнаго шара въ видѣ развернутой плоскости, какъ показано на картѣ (рис. 193),

и соединивъ линіями мѣста, обладающія одинаковою среднею температурою, мы получимъ такъ называемое *изотермы*, т. е. линіи, проходящія черезъ всѣ тѣ мѣста, въ которыхъ бываетъ одинаковая *средняя* годовая температура года. На этой картѣ видно, что изотермическія линіи идутъ совсѣмъ не параллельно градусамъ широты, какъ можно было полагать, а напротивъ того дѣлаютъ иногда весьма сильные изгибы. Но существеннымъ дополненіемъ къ представленной нами картинѣ распредѣленія теплоты на земной поверхности служитъ слѣдующая карта (рис. 194), на которой показаны линіи, проходящія черезъ мѣ-

Рис. 194.



ста, обладающія одинаковой среднѣй *зимней* температуры. Эти послѣднія линіи называются *изохименами*. Линіи, обозначенныя точками, соединяютъ тѣ мѣста, въ которыхъ средняя *лѣтняя* температура одинакова. Проходящія черезъ эти точки линіи называются *изотерами*. Сравнивъ между собою всѣ эти линіи, мы увидимъ, что мѣстности, сходныя относительно средней

годовой температуры весьма различаются среднею зимнею и лѣтнею температурою, и слѣдовательно имѣютъ далеко неодинаковый климатъ и неодинаковую растительность.

Наблюденія показали, что крайнія состоянія температуры, напримѣръ чрезвычайно суровыя зимы, никогда не распространяются за предѣлы цѣлыхъ полушарій; напротивъ того, температура распредѣляется такимъ образомъ, что можно предположить, что количества теплоты, ежегодно получаемой землею отъ солнца, всегда одинаковы.

§ 226. Мы говорили до сихъ поръ о температурѣ воздуха, которая весьма отличается отъ *температуры земли*, и уже упомянули, что эта послѣдняя существенно зависитъ отъ свойства земной поверхности. Дѣйствительно, густая растительность значительно уменьшаетъ температуру почвы, между тѣмъ какъ голая, песчаная или каменистая почва наиболѣе способна къ воспринятію теплыхъ солнечныхъ лучей, такъ что жаръ песчаного грунта въ пустыняхъ Африки доходитъ нерѣдко до 40° и даже до 48° Реомюра. Но такъ какъ земля представляетъ собою плохой проводникъ тепла, то послѣднее проникаетъ въ нѣдра ея лишь постепенно и на очень незначительную глубину. На глубинѣ двухъ футовъ отъ поверхности почвы термометръ уже не показываетъ ежедневныхъ измѣненій температуры, а только разницу въ температурѣ временъ года. Еще нѣсколько глубже становятся незамѣтны даже эти измѣненія, потому что тамъ постоянно господствуетъ одинаковая температура, почти равная средней годовой температурѣ мѣстности. Если же проникать въ нѣдра земли все глубже и глубже, то окажется, что земля обладаетъ собственною, независимою отъ солнца теплотою, которая постоянно увеличивается по мѣрѣ углубленія въ нѣдра земнаго шара, такъ что на глубинѣ 10000 футовъ отъ его поверхности мы встрѣтимся съ температурою кипѣнія воды, и наконецъ дойдемъ до температуры плавленія, — факты, которые будутъ подробно объяснены въ геологіи.

§ 227. Напротивъ того, поднимаясь на воздухъ съ помощію аэростата, или просто взбираясь на вершину высокой горы, мы замѣчаемъ постоянное *уменьшеніе температуры въ верхнихъ слояхъ воздуха*. Воздухъ, по причинѣ своей незначительной плотности, весьма мало нагрѣвается солнечными лучами, и получаетъ теплоту скорѣе вслѣдствіе отраженія этихъ лучей отъ поверхности земли или отъ лучистаго теплорода, испускаемаго почвою, подобно тому, какъ натопленная печь распространяетъ лучи теплоты въ комнатѣ. Основываясь на этомъ, можно было бы думать, что въ такомъ случаѣ нагрѣтый воздухъ подымается кверху, уступая свое мѣсто болѣе холоднымъ слоямъ атмосферы, точно также, какъ это бываетъ въ натопленной комнатѣ. Отчасти оно такъ и выходитъ. Но атмосферный воздухъ, нагрѣваясь, расширяется, причемъ часть теплорода связывается (ср. § 155), и слѣдовательно температура его понижается. Вотъ почему мы встрѣчаемъ на высокихъ горахъ область вѣчнаго снѣга, граница которой тѣмъ выше, чѣмъ выше температура мѣстности. На Альпахъ температура уменьшается на 1° Р. по мѣрѣ восхожденія вверхъ, на протяженіи каждыхъ 750 париж. футовъ, нижняя граница области вѣчнаго снѣга лежитъ на высотѣ 8350 париж. футовъ. На гималайскихъ горахъ снѣговая линія проходитъ на высотѣ 12200 фут. надъ уровнемъ моря; на вершинахъ Квито, въ разстояніи 15320 ф.

§ 228. *О давленіи воздуха и вѣтрахъ*. Въ § 103 мы ознакомились съ барометромъ, какъ съ инструментомъ, который служитъ для измѣренія давленія воздуха. Повышеніе и пониженіе ртутнаго столба въ барометрической трубкѣ показываетъ, что атмосферичное давленіе становится то сильнѣе, то слабѣе. Это непостоянство преимущественно обусловливается перемѣнами температуры, происходящими въ верхнихъ слояхъ воздуха. Дѣйствительно, въ тропическихъ странахъ измѣненія барометра не такъ чувствительны, какъ у насъ, потому что

температура тамъ ровнѣе и постояннѣе. Если на какомъ нибудь мѣстѣ воздухъ значительно нагрѣвается, то онъ расширяется, становится относительно легче, подымается надъ ближайшими, болѣе холодными слоями и распространяется надъ ними. Этимъ объясняется, почему давленіе воздуха въ томъ мѣстѣ бываетъ слабѣе, а слѣдовательно и уровень ртути въ барометрической трубкѣ ниже, нежели въ болѣе холодной средѣ, гдѣ на нее дѣйствуетъ болѣе плотная атмосфера.

§ 229. Но сосѣдство холодныхъ и теплыхъ воздушныхъ массъ всегда влечетъ за собою ихъ перемѣщеніе, вслѣдствіе чего происходитъ такое же движеніе, которое мы описали въ § 136, говоря о неплотно притворенной двери, но въ гораздо болѣе обширныхъ размѣрахъ. Это движеніе въ предѣлахъ атмосферы называется *вѣтромъ*. Вотъ почему мы находимъ весьма тѣсную связь между дѣйствіями термометра, барометра и *картушки*, — особаго физическаго инструмента, который извѣстенъ также подъ названіемъ *указателя вѣтровъ*.

Вѣтры, дующіе въ нашихъ странахъ съ юга и югозапада, приносятъ съ собою теплыя струи воздуха, и потому обыкновенно предвѣщаются сперва паденіемъ барометра, потомъ направленіемъ флюгера, и наконецъ повышеніемъ ртути въ термометрѣ. Если вѣтры дуютъ съ сѣвера и сѣверовостока, то барометръ поднимается и температура становится ниже. Въ зимнее время связь этихъ явленій опредѣляется отчетливѣе, нежели лѣтомъ, потому что въ лѣтнюю пору давленіе воздуха увеличивается вслѣдствіе усиленнаго содержанія въ немъ водяныхъ паровъ, образующихся подъ вліяніемъ зноя, что увеличиваетъ упругость воздуха, и такимъ образомъ производитъ повышеніе ртути въ барометрѣ.

Южные, юговосточные и западные вѣтры, проносящіеся надъ теплыми странами и черезъ моря умѣреннаго пояса, приносятъ намъ воздушные потоки, насыщенные водянами парами и влагою, которая, проникая въ болѣе холодную страну, падаетъ

на землю въ видѣ дождей; напротивъ того, сѣверные, сѣверо-восточные и восточные вѣтры, несущіеся надъ обширными холодными равнинами и снѣжными поверхностями, гонятъ къ намъ слои воздуха, отличающіеся свѣжестью и сухостью.

Наблюденія показали, что послѣдовательность вѣтровъ происходитъ подъ вліяніемъ болѣе или менѣе точно опредѣленныхъ законовъ, на основаніи которыхъ восточный вѣтеръ смѣняется юговосточнымъ, за которымъ слѣдуютъ южный и югозападный, западный и сѣверозападный, сѣверный и сѣверовосточный, и наконецъ опять восточный. Однакожъ иногда случается, что вѣтры не слѣдуютъ строго этому порядку, и послѣ западнаго напр. начинаетъ опять дуть югозападной или южный, но рѣдко они слѣдуютъ другъ за другомъ въ обратномъ порядкѣ, такъ чтобы напр. за восточнымъ вѣтромъ слѣдовалъ сѣверовосто́чный, сѣверный и т. д.

Замѣчательною правильностью своего теченія отличаются, такъ называемые *пассатные ветры*. Они происходятъ тогда, когда нагрѣтый около экватора воздухъ подымается, уступая свое мѣсто болѣе плотнымъ и холоднымъ слоямъ воздуха, приливающимъ къ экватору отъ полюсовъ. Вслѣдствіе обращенія земли, эти холодные слои воздуха принимаютъ, однако, направленіе, параллельное экватору, такъ что среднее изъ обоихъ направленій пассатныхъ вѣтровъ обращается на сѣверномъ полушаріи къ сѣверовостоку, а на южномъ полушаріи къ югостоку. Тамъ, гдѣ оба воздушныя теченія сходятся, они взаимно уничтожаютъ другъ друга, и образуютъ собою область безвѣтрія, которая отдѣляетъ *сѣверовосточный пассатный вѣтеръ отъ югостоочнаго*. Эти правильныя воздушныя теченія бываютъ замѣтны только въ разстояніи 50 миль отъ берега, въ открытомъ морѣ, и весьма полезны для судоходства. Сѣверный пассатъ, какъ извѣстно, привелъ безсмертнаго Колумба, въ 1492 году, къ открытію Америки, перенеся его отъ

канарскихъ острововъ черезъ атлантическій океанъ къ неизвѣстнымъ дотолѣ берегамъ новаго свѣта.

Напротивъ того, въ индѣйскомъ океанѣ господствуютъ правильно смѣняющіеся вѣтры, которые называются *муссонами*, и происходятъ отъ атмосферическихъ перемѣнъ, совершающихся надъ обширнымъ материкомъ Азіи. Съ апрѣля по октябрь тамъ постоянно дуютъ югозападные вѣтры и смѣняются на все остальное время года сѣверовосточными.

На приморскихъ мѣстностяхъ также замѣчается правильное чередованіе материковыхъ вѣтровъ съ морскими или береговыми. Съ восходомъ солнца вѣтеръ обыкновенно дуетъ съ моря, потому что материкъ скорѣе нагрѣвается солнцемъ, нежели вода, и подымающійся надъ сушею нагрѣтый воздухъ замѣщается притоками болѣе свѣжихъ слоевъ его съ моря. По захожденіи солнца теченіе воздуха принимаетъ обратное направленіе. Земля охлаждается скорѣе, и остывшіе слои воздуха текутъ къ морю, разстилаясь надъ его поверхностью. Такое же явленіе часто замѣчается на окраинахъ долинъ.

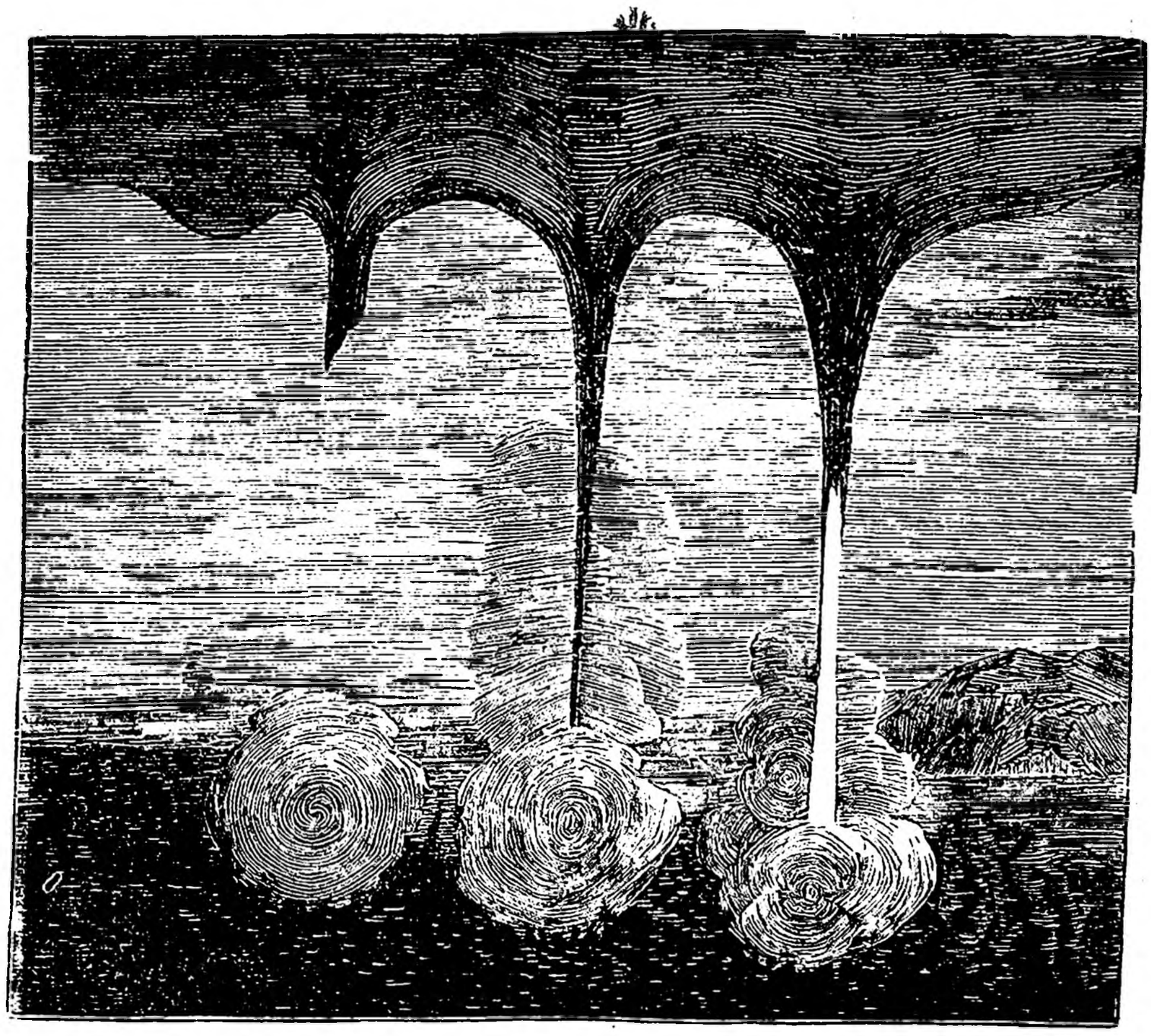
Бурями и *ураганами* называютъ вѣтры необыкновенно сильные и быстрые, пробѣгающіе иногда по 150 фут. въ секунду. Сила ихъ происходитъ преимущественно отъ того, что сосредоточенные въ атмосферѣ водяные пары внезапно сгущаются, вслѣдствіе чего смежные слои воздуха стремительно занимаютъ освобожденное пространство. Поэтому появленіе бурь всегда находится въ связи съ паденіемъ барометра, который предвѣщаетъ ихъ наступленіе.

Между поворотными кругами часто свирѣпствуютъ страшныя бури, извѣстныя подъ названіемъ *вихрей*, которые съ изумительною силою крутятся и рвутся во всѣ стороны, ломая и разбрасывая все встрѣчаемое ими на пути.

Крутящіеся вихри происходятъ при встрѣчѣ противоположныхъ воздушныхъ теченій, стремительно сталкивающихся и увлекающихъ на воздухъ вмѣстѣ съ пылью и землею всѣ

болѣе или менѣе подвижные предметы. Морскія явленія подобнаго рода, состоящія изъ громаднаго столба воды, какъ будто висящаго въ воздухѣ, извѣстны подъ особымъ названіемъ *смерчей* или *тифоновъ* (рис. 195).

Рис. 195.



§ 230. *Объ атмосферной влагѣ.* Содержаніе воды въ воздухѣ зависитъ отъ его температуры и отъ присутствія значительныхъ количествъ воды, необходимыхъ для образованія пара въ огромныхъ размѣрахъ. Опредѣленное количество воздуха, стоящаго надъ поверхностью морей въ жаркихъ странахъ, заключаетъ въ себѣ больше водяныхъ паровъ, нежели такое же количество его въ холодныхъ степяхъ сѣверной Азіи. Мы говоримъ, что воздухъ *насыщенъ* парами, когда его температура соотвѣтствуетъ водѣ, нагрѣтой до парообразнаго состоянія. Онъ называется *сырымъ* или *влажнымъ*, когда приближается къ такому состоянію, и *сухимъ*, когда количество содержащихся

въ немъ водяныхъ паровъ значительно меньше, нежели какъ это слѣдовало бы ожидать, судя по его температурѣ. Этимъ объясняется, почему иногда горячій лѣтній воздухъ, который мы обыкновенно считаемъ очень сухимъ, содержитъ въ себѣ, на самомъ дѣлѣ, болѣе влаги, нежели сырой воздухъ въ зимнюю пору.

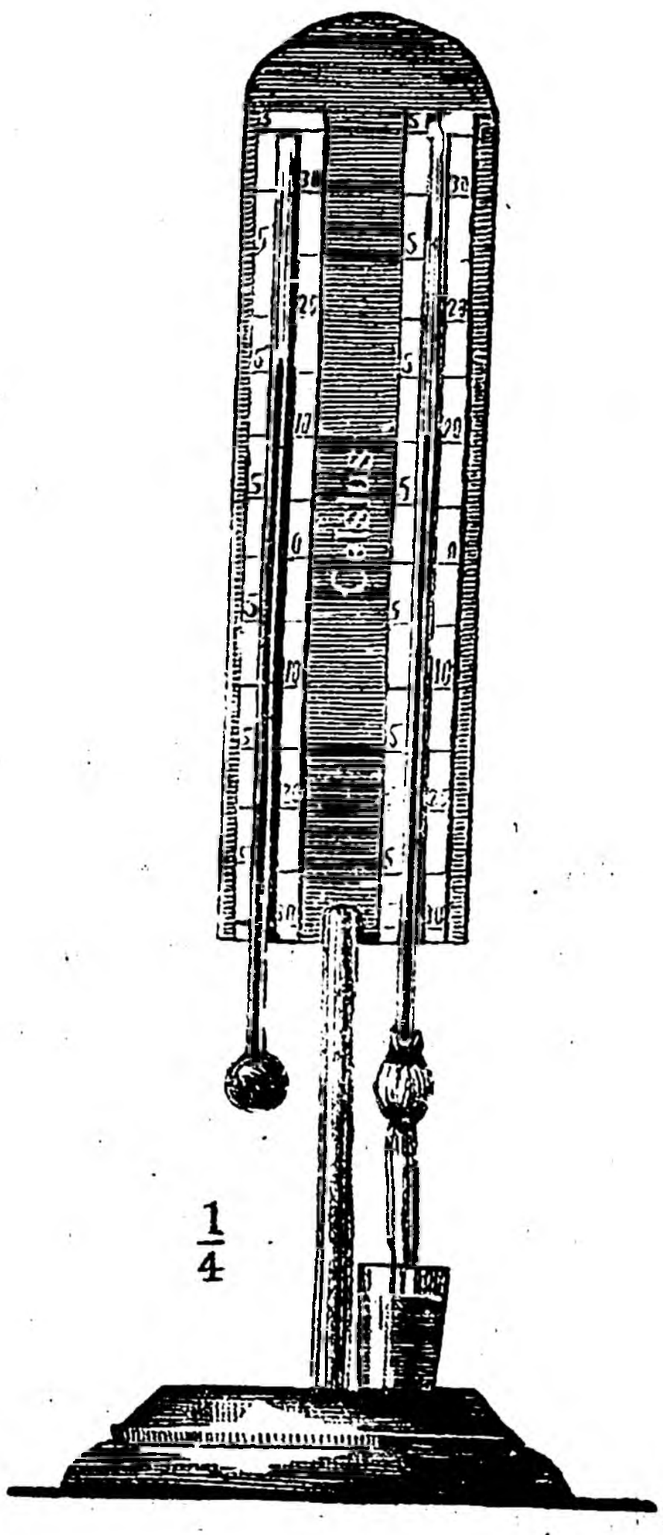
Когда воздухъ насыщенъ водяными парами, то онъ уже не можетъ принимать въ себя новыя количества паровъ, и потому приведенная въ соприкосновеніе съ нимъ вода не испаряется, и слѣдовательно количество ея не уменьшается. Но онъ пріобрѣтаетъ способность поглощать пары съ той минуты, когда температура его начинаетъ повышаться. Для опредѣленія количества водяныхъ паровъ, содержащихся въ воздухѣ, прибѣгаютъ къ разнымъ способамъ. Тамъ напримѣръ, есть тѣла, въ родѣ поваренной соли, которыя обладаютъ способностью извлекать пары изъ влажнаго воздуха; поглощая ихъ, эти тѣла въ свою очередь становятся влажными и даже расплываются, какъ напримѣръ поташъ. Хлористый кальцій и крѣпкая сѣрная кислота еще болѣе поглощаютъ водяные пары.

Нѣкоторыя тѣла, привлекая влагу, измѣняютъ свой видъ. Таковы тѣла скважистыя, и преимущественно тѣ, которыя состоятъ изъ волосныхъ трубочекъ, напр. растительныя вещества, волосы, шерсть, струны и т. д. Въ сыромъ воздухѣ вьющіеся волосы раскручиваются и выпрямляются, дерево, разбухаетъ, струнные инструменты разстраиваются. Снаряды, при помощи которыхъ опредѣляется влажность воздуха, называются *гигрометрами*. Волосяной гигрометръ устроенъ изъ человѣческаго волоса, который болѣе или менѣе напрягаясь подъ вліяніемъ температуры воздуха приводитъ въ движеніе стрѣлку, показывающую степень влажности послѣдняго. Для точнѣйшаго опредѣленія содержанія воды въ воздухѣ, извѣстное количество его помѣщается въ трубку, содержащую въ себѣ одно изъ упомянутыхъ выше веществъ, поглощающихъ

водяные пары съ наибольшею силою. Вещество это взвѣшивается до опыта и послѣ него. Разница въ вѣсѣ насыщеннаго влагой вещества покажетъ степень влажности воздуха.

Для опредѣленія сырости воздуха прибѣгаютъ также къ *психрометру* (рис. 196), состоящему изъ двухъ термометровъ. Шарикъ одного изъ нихъ обвертывается мокрою полотняною тряпкою. Если окружающій воздухъ совершенно насыщенъ парами, то уровень ртути въ обоихъ термометрахъ будетъ одинаковъ; если же количество содержащихся въ немъ паровъ менѣе значительно, то на шарикѣ, смоченномъ тряпкой, произойдетъ испареніе, вслѣдствіе чего ртуть охладится и уровень ея понизится противъ другаго термометра. Разница въ состояніи ртути, въ обоихъ термометрахъ, бываетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ суше атмосферный воздухъ, и слѣдовательно, чѣмъ сильнѣе испареніе.

Рис. 196.



§ 231. Если насыщенный водяными парами воздухъ охлаждается подъ вліяніемъ стужи или вѣтровъ, то количество содержащейся въ немъ влаги уменьшается, и часть охлажденныхъ паровъ сгущается въ видѣ *тумана*, когда это сгущеніе происходитъ около поверхности земли, или въ видѣ *облаковъ*, когда оно совершается въ верхнихъ слояхъ атмосферы. Такое сгущеніе замѣчается нами, въ малыхъ размѣрахъ, при каждомъ дыханіи, когда насыщенный влагою воздухъ, согрѣтый внутреннею температурою нашего тѣла, выдыхается изъ легкихъ,

въ видѣ паровъ, въ болѣе холодную среду окружающей насъ атмосферы.

Туманъ и облака состоятъ изъ множества чрезвычайно малыхъ водяныхъ пузырьковъ, которые хотя и тяжелѣе воздуха, но не тотчасъ опускаются на землю, а поддерживаются нѣкоторое время на извѣстной высотѣ, и переносятся съ мѣста на мѣсто теченіями воздуха. Особо получаютъ названіе *тучъ*, когда они скопляются въ значительныхъ и болѣе плотныхъ массахъ; они вообще извѣстны подъ разными наименованіями, которыя соотвѣтствуютъ количеству содержащейся въ нихъ влаги и степени температуры паровъ, изъ которыхъ они образуются. Замѣчено, что самыя легкія облака носятся иногда на высотѣ 20,000 футовъ отъ поверхности земли.

§ 232. Когда облака, не встрѣчая противодѣйствія со стороны вѣтровъ, опускаются въ болѣе низкіе слои атмосфернаго воздуха, насыщеннаго влагою, то водяные пузырьки, приходя въ соприкосновеніе съ новыми частичками воды, увеличиваются въ объемѣ, образуютъ капли и падаютъ на землю въ видѣ *дождя*.

Количество ежегодно падающихъ на землю дождей имѣетъ большое вліяніе на климатъ, плодородіе почвы и общее состояніе здоровья ея обитателей. Оно зависитъ отъ географическаго положенія мѣстности, большей или меньшей высоты ея надъ уровнемъ моря и отъ господствующей температуры воздуха. На большихъ материковыхъ пространствахъ оно бываетъ гораздо незначительнѣе. нежели на островахъ и на морскихъ прибрежьяхъ. Опредѣленіе количества ежегодно падающихъ дождей имѣетъ научную важность и производится при помощи особыхъ снарядовъ, которые называются *омброметрами* или *дождеизмѣрителями*. При помощи этого инструмента получается водяной столбъ, по высотѣ котораго можно судить о томъ, какое количество дождевой воды накопилось бы въ теченіе года надъ поверхностью земли, еслибы эта вода не поглощалась почвою и отчасти не испарялась въ воздухѣ. Коли-

чество падающихъ дождей въ разныхъ странахъ весьма неодинаково. Есть мѣстности, въ которыхъ совершенно не бываетъ дождей, напримѣръ на всемъ пространствѣ отъ внутренней Африки, со включеніемъ пустыни Сахары, до предѣловъ Азіи, почти равномъ материку Европы. Въ центрѣ азіатскаго материка также есть весьма обширная мѣстность, совершенно лишенная дождей. На восточномъ берегу американскаго материка, а именно въ Мехикѣ, встрѣчаются небольшія мѣстности, и довольно длинныя полосы земли въ Перу и Чили, гдѣ никогда не бываетъ дождей.

Въ слѣдующей таблицѣ указано количество дождей, падающихъ ежегодно въ разныхъ мѣстностяхъ; высота выражена въ парижскихъ дюймахъ:

Петербургъ . . .	17 д.	Дувръ . . .	44 д.
Стокгольмъ . . .	19 »	Генуа . . .	44 »
Парижъ	21 »	Рio-Джанейро	55 »
Регенсбургъ . . .	21 »	Бомбэй . .	73 »
Лондонъ	23 »	Бергенъ . .	83 »
Лиссабонъ . . .	25 »	Гаванна . .	85 »
Римъ	29 »	Санъ-Доминго	100 »

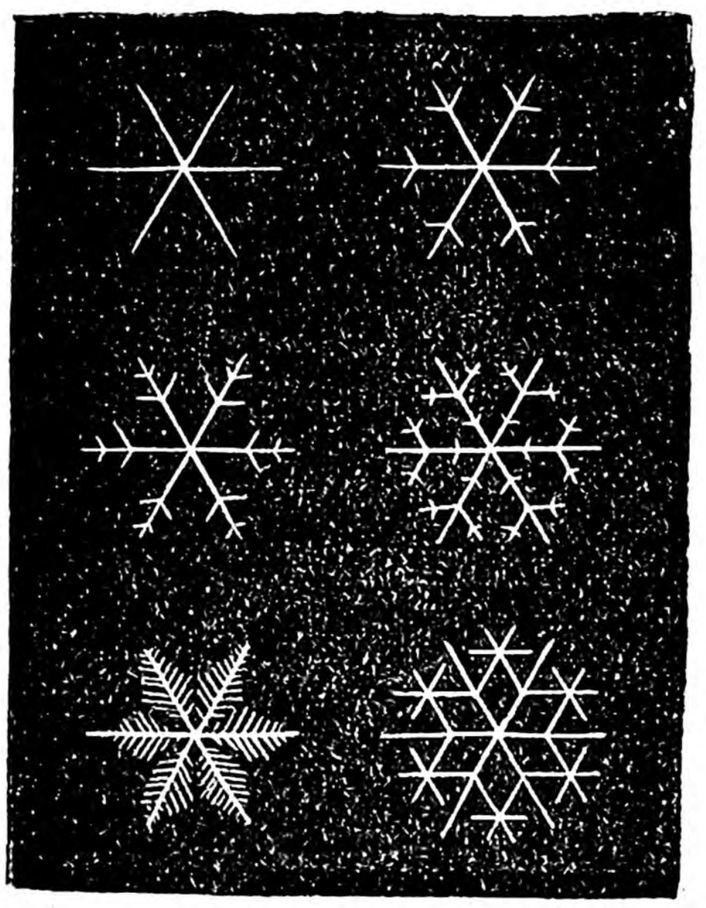
Изъ этого можно видѣть, какъ изумительно велико количество дождей, падающихъ въ странахъ тропическихъ, гдѣ непрерывные дожди въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ сряду замѣняютъ наши снѣжныя и суровыя зимы.

Въ Европѣ среднее ежегодное число дождливыхъ дней увеличивается по мѣрѣ приближенія къ сѣверу. Въ Германіи наибольшее количество дождей приходится на лѣтнюю пору, такъ что изъ 80 дождливыхъ дней въ году 42 полагаются на лѣтніе мѣсяцы, остальные 38 на зимніе. Лѣтніе дожди вообще гораздо обильнѣе, нежели зимніе, и по массѣ воды почти вдвое превосходятъ послѣдніе.

Водяные пары, изъ которыхъ состоятъ облака, охлаждаясь

подъ вліяніемъ стужи, замерзаютъ въ воздухѣ и падаютъ на землю въ видѣ *снѣга*. Замерзая, они принимаютъ форму чрезвычайно тонкихъ иголъ, которыя размѣщаются правильными и красивыми фигурами, имѣющими въ основаніи, шестиконечную звѣздочку (рис. 197). Эти снѣжинки, опускаясь въ болѣе влажные слои воздуха, слипаются съ другими, такими-же звѣздочками, и, утрачивая первоначальную правильную форму, падаютъ на землю въ видѣ неправильныхъ хлопьевъ.

Рис. 197.



Что касается до *града*, то трудно объяснить, отчего иной разъ среди лѣта, послѣ сильныхъ жаровъ, вдругъ изъ темныхъ тучъ низвергается на землю большое количество воды, замороженной въ видѣ мелкихъ зеренъ. Физики полагаютъ, что такія тучи содержатъ въ себѣ водяные пары, охладѣвшіе до точки замерзанія. Изморозь, образующаяся въ видѣ чрезвычайно мелкихъ снѣжинокъ въ верхнихъ слояхъ атмосферы, опускаясь въ воздухъ, насыщенный охлажденными до нуля градусовъ парами, охватывается ими на лету со всѣхъ сторонъ и, продолжая падать, увеличивается въ объемѣ, принимаетъ форму града, нерѣдко достигающаго величины куринаго яйца, по полуфунту вѣсомъ, и стремительно низвергается на землю, причиняя страшныя опустошенія. Такъ, въ 1788 году, сильный градъ опустошилъ всю Францію отъ Пиренеевъ до Голландіи, уничтоживъ въ теченіе какихъ нибудь шести часовъ времени, посѣвы въ 1039 общинахъ и причинивъ убытка на 30 милліоновъ франковъ.

Къ числу видоизмѣненій охлажденныхъ въ атмосферѣ водяныхъ паровъ принадлежатъ *роса* и *иней*. Земная поверхность по захожденіи солнца, испускаетъ изъ себя лучистый тепло-

родъ (заимствованный ею въ теченіе дня отъ солнечныхъ лучей), который поднимается кверху въ видѣ паровъ. Эти пары охладѣваютъ въ воздухѣ и опускаются на землю въ видѣ водяныхъ капель, которыя называются *росою*. Растенія, въ особенности травы, обладая наибольшею способностью испускать лучистый теплородъ, преимущественно покрываются росою, какъ мы видимъ это изъ ежедневнаго опыта лѣтомъ, на зарѣ, передъ восходомъ солнца. При облачномъ небѣ росы не замѣчается, потому что облака препятствуютъ испусканію лучей теплорода изъ поверхности земли. Замѣчено также, что роса садится въ сравнительно очень незначительномъ количествѣ подъ шатрами, навѣсами и столами, оставленными на ночь на открытомъ воздухѣ.

Если предметы, на которые садится роса, охладѣваютъ до температуры, стоящей ниже точки замерзанія, то она обращается въ ледъ, представляющійся въ видѣ мельчайшихъ крупинокъ, которыя называются *инеемъ*.

§ 233. *Свѣтовыя явленія въ области атмосферы.* Пріятная для глаза лазурь неба зависитъ отъ воздушной оболочки, окружающей земной шаръ со всѣхъ сторонъ. Атомы воздуха не только распространяютъ свѣтъ, отражая и разбрасывая его по всѣмъ направленіямъ, но и сообщаютъ небесному своду лазуревый цвѣтъ, потому что они отражаютъ преимущественно голубые лучи. Еслибы земной шаръ не былъ окруженъ слоемъ воздуха, или еслибы этотъ воздухъ былъ совершенно прозраченъ, то весь сводъ небесный казался бы чернымъ. Дѣйствительно, съ вершины высочайшихъ горъ цвѣтъ неба представляется темноголубымъ, потому что менѣе толстый слой атмосферы открываетъ для взора безпредѣльныя міровыя пространства, одѣтыя непроницаемою мглою. Точно также и на равнинѣ слой воздуха, находящійся прямо надъ нашей головой, кажется намъ болѣе темнаго цвѣта, нежели на горизонтѣ, потому что въ послѣднемъ случаѣ взоръ тонетъ въ болѣе

толстомъ слоѣ атмосферы. Вотъ почему отдаленные отъ насъ предметы, въ особенности горы, представляются намъ съ синеватымъ оттѣнкомъ, и не только въ натурѣ, но даже на картинахъ, представляющихъ видъ неба, отдаленность опредѣляется постепеннымъ переходомъ отъ темноголубаго цвѣта къ болѣе свѣтлому.

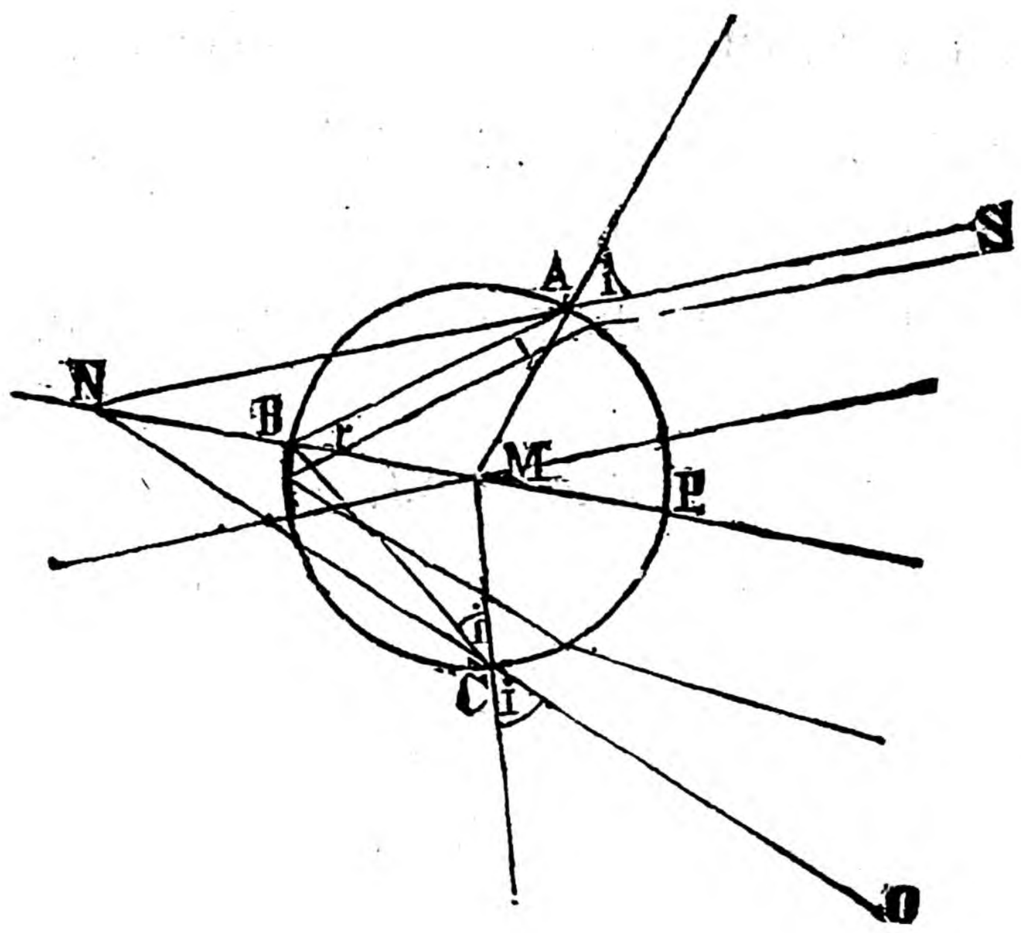
Если въ воздухѣ носятся сгущенные водяные пары, которые отбрасываютъ бѣлые лучи свѣта, то синеватый цвѣтъ неба кажется блѣднѣе и весь небосклонъ какъ будто подергивается матовымъ дымкомъ. Эти же водяные пары, при различной степени плотности, сообщаютъ небу, утромъ и вечеромъ, тѣ яркіе желтые и розовые оттѣнки, которые называются *утреннею* и *вечернею зарею*, и представляютъ собою восхитительную игру цвѣтовъ. Утренняя заря служитъ, между прочимъ, предвѣстницей дождливой погоды, между тѣмъ какъ вечерняя предвѣщаетъ наступленіе яснаго дня.

§ 234. Изъ всѣхъ свѣтовыхъ явленій, совершающихся въ воздухѣ, особеннаго вниманія заслуживаетъ *радуга*, какъ по своему библейскому символическому значенію, такъ и по красотѣ сопровождающей его игры цвѣтовъ. Всѣмъ извѣстно, что радуга обусловливается отраженіемъ солнечныхъ лучей въ дождевыхъ капляхъ, которыя преломляютъ и разлагаютъ свѣтъ, подобно стеклянной призмѣ, о которой мы говорили въ § 181. Происхожденіе радуги довольно наглядно объясняется слѣдующимъ простымъ явленіемъ. Кому случалось наблюдать за каплями дождя, повисшими на стебелькѣ травы или на древесномъ листѣ, при солнечномъ свѣтѣ, тотъ вѣроятно не безъ удивленія замѣчалъ, что эта капля свѣтитъ иногда яркимъ краснымъ цвѣтомъ. Если мы при этомъ станемъ постепенно измѣнять точку зрѣнія, то замѣтимъ, что красный цвѣтъ дождевой капли послѣдовательно будетъ переходить въ желтый, зеленый, синій и фіолетовый, и что порою таже капля представится даже совершенно безцвѣтною. Изъ этого слѣдуетъ, что лучи свѣта, падающіе на

дождевую каплю, преломляются ею и отражаются, причемъ разлагаются на цвѣтные лучи, которые видимы для глаза, когда онъ встрѣчается съ ними на пути ихъ распространенія. Такимъ образомъ можно представить себѣ, что отъ семи различныхъ дождевыхъ капель одновременно исходятъ лучи всѣхъ семи призматическихъ цвѣтовъ, которые сосредоточиваются на сѣтчатой оболочкѣ глаза. Это явленіе замѣчается, между прочимъ, также въ брызгахъ отъ водометовъ и водопадовъ.

Прежде всего разсмотримъ положеніе водяной капли (рис. 198)

Рис. 198.

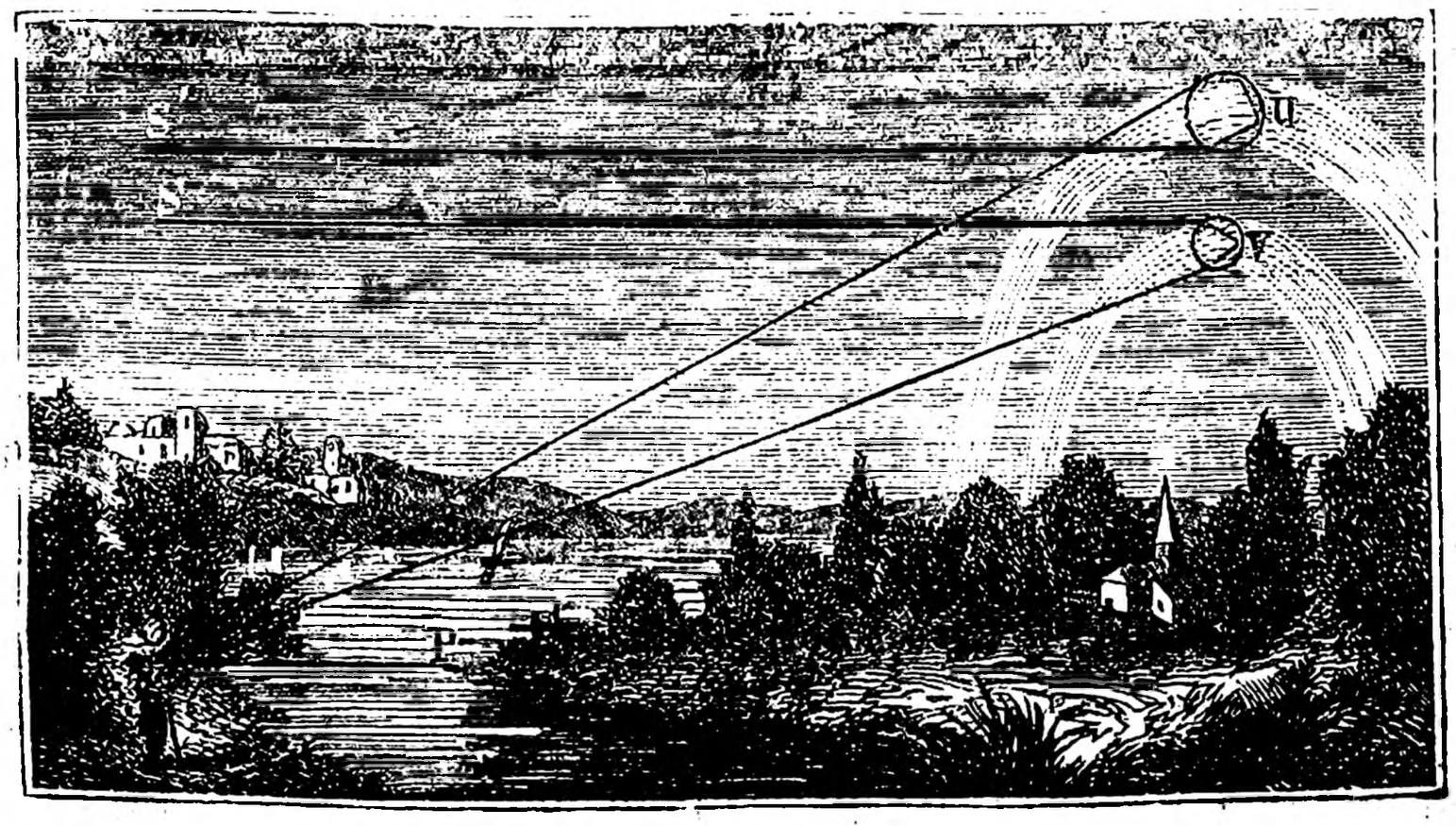


въ отношеніи къ падающимъ на нее параллельнымъ солнечнымъ лучамъ. Эти лучи, едва коснувшись поверхности дождевой капли, преломляются, падаютъ при этомъ на ея заднюю стѣнку и затѣмъ отчасти проходятъ черезъ нее. Часть лучей, отражаемая заднею стѣнкою, снова падаетъ на переднюю поверхность водяной капли съ внутренней стороны, и при этомъ еще разъ преломляется. Это легко понять, если внимательно слѣдить, напримѣръ, за паденіемъ и отраженіемъ луча свѣта $SABCO$. Слѣдя за направленіемъ другаго, параллельнаго ему луча (ниже SA), мы увидимъ, что этотъ послѣдній, испытавъ преломленіе, отразится уже не въ параллельномъ первому лучу направленіи (CO). Во-

обще, отражаемые водяною каплею лучи, послѣ преломленія, сильно расходятся, и свѣтовое впечатлѣніе, производимое ими на глазъ наблюдателя, чрезвычайно ослабляется. Впрочемъ, точныя наблюденія показали, что многіе изъ отражаемыхъ лучей идутъ по прежнему въ параллельномъ направленіи, а именно въ томъ случаѣ, когда уголъ SNO, образуемый падающимъ свѣтовымъ лучемъ SA и отраженнымъ лучемъ CO, составляетъ около $42°30'$. Если, въ такомъ случаѣ, глазъ смотритъ по направленію исходящаго луча OC, то свѣтовое впечатлѣніе, производимое на него падающимъ лучемъ SA, будетъ довольно сильно, и этотъ лучъ будетъ краснаго цвѣта.

Теперь будетъ понятно, если мы скажемъ, что радуга появляется на небѣ тогда, когда лучи свѣта, $S'S$, параллельно исходящіе отъ солнца, находящагося позади наблюдателя (рис. 199), падаютъ на поверхность дождевыхъ капель, представ-

Рис. 199.



ляющихся въ видѣ сплошной отвѣсной водяной стѣны. Если уголъ SVO, составляетъ $42°30'$, то дождевая капля, находящаяся въ точкѣ V, представляется наблюдателю красною, слѣдовательно и всѣ прочіе лучи свѣта, падающіе на сплошной рядъ дождевыхъ капель подъ тѣмъ же угломъ, параллельно

лучу S, должны казаться красными, на всемъ протяженіи дуги, описываемой радугою. Вотъ почему глазъ видитъ красную дугу на небосклонѣ, кажущаяся толщина которой равняется 32 минутамъ:

Такимъ же точно образомъ глазъ получаетъ впечатлѣніе фіолетовыхъ лучей свѣта, падающихъ подъ угломъ $40°30'$. Между этими обоими крайними цвѣтами размѣщаются остальные цвѣта радуги.

Рисунокъ 199 представляетъ изображеніе радуги во время восхода солнца, когда его лучи $S'S$ падаютъ параллельно земной поверхности. Ось, мысленно проведенная отъ глаза наблюдателя O по направленію линіи OP, должна пройти какъ разъ черезъ центръ дуги, описываемой радугою на горизонтѣ, надъ которымъ видна только одна верхняя часть ея, представляющаяся въ видѣ половины круга. По мѣрѣ восхожденія солнца этотъ центръ постепенно опускается ниже горизонта, вслѣдствіе чего дуга видимо уменьшается и наконецъ совершенно исчезаетъ, когда солнце становится надъ горизонтомъ подъ угломъ $42°30'$. Вотъ почему лѣтомъ, между 10 часами утра и 4 часами пополудни, никогда не видно радуги. Этимъ же объясняется, почему мы видимъ радугу разныхъ размѣровъ, въ разное время дня, и почему съ вершины горъ и корабельныхъ мачтъ, на морѣ, радуга представляется въ извѣстные часы дня полнымъ кругомъ, а не болѣе или менѣе обширною дугою.

Если радуга ярко отражается на небѣ, то надъ нею обыкновенно замѣчается другая дуга, болѣе блѣднаго цвѣта, съ обратнымъ противъ главной дуги расположеніемъ цвѣтныхъ полосъ. Это явленіе происходитъ отъ двукратнаго преломленія и отраженія солнечныхъ лучей, и понятно, почему вторичное отраженіе блѣднѣе перваго (рис. 199, *и*).

§ 235. Появленіе свѣтящихся, иногда цвѣтныхъ, круговъ вокругъ солнца и луны также объясняется преломленіемъ лучей

свѣта въ атмосферѣ. Нѣчто подобное этимъ явленіямъ замѣчается вокругъ пламени свѣчи, горящей въ комнатѣ, наполненной водяными испареніями. Появленіе такихъ колецъ вокругъ солнца и луны обыкновенно предвѣщаетъ дождь, потому что эти кольца замѣчаются въ воздухѣ именно тогда, когда онъ насыщенъ значительнымъ количествомъ водяныхъ паровъ. На свойствѣ же преломленія свѣта въ атмосферѣ основано одновременное появленіе нѣсколькихъ солнечныхъ или лунныхъ дисковъ на небѣ.

§ 236. Изъ прочихъ свѣтоносныхъ явленій въ воздухѣ, относящихся собственно къ астрономіи, каковы *падающія звѣзды*, *огненные шары*, *метеорные* или *воздушные камни*, мы здѣсь упомянемъ еще только о *блудящихъ огняхъ*, преимущественно замѣчаемыхъ въ болотистыхъ мѣстностяхъ, а также на пастбищныхъ поляхъ и кладбищахъ. Наука до сихъ поръ не опредѣлила съ точностью свойство и происхожденіе этихъ чрезвычайно рѣдкихъ и загадочныхъ явленій, а потому они почти недоступны для строгаго научнаго изслѣдованія; появленіе ихъ вообще очень сомнительно.

§ 237. Но самыя величественныя свѣтовыя явленія, замѣчаемыя въ атмосферѣ, происходятъ въ видѣ такъ называемыхъ *грозъ*, подъ вліяніемъ атмосфернаго электричества. Ослѣпительное сверканіе молніи, сопровождаемое оглушительными перекатами грома, есть не что иное, какъ разряженіе скопившагося въ воздухѣ атмосфернаго электричества, происходящее въ изумительно грозныхъ размѣрахъ, и молніеносная стрѣла, разсѣкающая воздухъ въ разныхъ направленіяхъ, представляетъ, въ сущности, туже электрическую искру, сопровождаемую трескомъ, которую мы замѣчаемъ при разряженіи обыкновенной электрической машины, или электрофора, съ тою лишь разницею, что въ первомъ случаѣ она простирается иногда на нѣсколько миль и дѣйствуетъ разрушительно.

До сихъ поръ не опредѣлено еще съ точностью, какимъ об-

разомъ скопляется въ облакахъ свободное электричество; но присутствіе его въ воздухѣ положительно доказано уже въ 1752 году американцемъ *Франклиномъ*, при помощи обыкновеннаго бумажнаго змѣя, пущеннаго подъ облака на бичевкѣ, перевитой тонкою металлическою проволокою. Благодаря этому открытію, замѣтили, что атмосфера часто находится въ электрическомъ состояніи, даже когда ничто, по видимому, не предвѣщаетъ грозы, и что электрическіе токи распространены повсемѣстно, вслѣдствіе чего происходятъ многія, до сихъ поръ еще не разгаданныя явленія.

Если, напримѣръ, къ земной поверхности приближается туча, заряженная положительнымъ электричествомъ, то отрицательное электричество земли стремится перейти къ ней, и этотъ переходъ продолжается до тѣхъ поръ, пока оба электрячества взаимно не уравновѣсятся. Такимъ образомъ, большая часть наэлектризованныхъ тучъ проходитъ надъ землею, совершенно незамѣтно потому что онѣ не сопровождаются никакими очевидными явленіями.

Когда заряженная электричествомъ туча проходитъ въ небольшомъ разстояніи отъ земли, надъ возвышенными предметами, чрезъ которые земное электричество съ особенною силою устремляется въ воздухъ, каковы напримѣръ башни, горы, деревья и т. п., то оба электричества, земное и воздушное, соединяются, и тогда происходитъ сверканіе молніи, сопровождаемое громовыми ударами.

Разряженіе атмосфернаго электричества сопровождается ударомъ, точно также, какъ разряженіе обыкновенныхъ электрическихъ снарядовъ. Вся разница заключается только въ размѣрахъ и силѣ явленія, дѣйствіе же остается, въ сущности, одинаково въ обоихъ случаяхъ. Положимъ, что громовая туча, заряженная, напримѣръ, положительнымъ электричествомъ, приближается къ земной поверхности и связываетъ соотвѣтственное количество отрицательнаго электричества земли. Какъ скоро

эта туча освобождается отъ положительнаго электричества при столкновеніи съ другою тучею; въ которую оно переходитъ мгновенно, въ сопровожденіи молніи, между связаннымъ отрицательнымъ электричествомъ разряженной тучи и положительнымъ электричествомъ земли происходитъ быстрое соединеніе, сопровождаемое противоударомъ, который бываетъ однако менѣе чувствителенъ и не производитъ воспламененія, какъ непосредственный ударъ, сопровождающій разряженіе атмосфернаго электричества среди громовыхъ тучъ въ воздухѣ. Вотъ почему на трупахъ людей и животныхъ, пораженныхъ такимъ ударомъ, почти не замѣтно никакъ наружныхъ поврежденій.

§ 238. Для предотвращенія разрушительныхъ дѣйствій атмосфернаго электричества устраиваютъ *громоотводы*, которые даютъ возможность ослаблять силу разряженія громовыхъ тучъ. Эти громоотводы непрерывно проводятъ въ воздухъ противоположное электричество, и такимъ образомъ возстанавливаютъ равномѣрное распредѣленіе электрическихъ токовъ. Разряженное электричество, освобождаясь изъ громовыхъ тучъ, ударяетъ въ остроконечную вершину громоотвода и спускается въ землю, не касаясь зданій и предметовъ, находящихся вблизи громоотвода. Хорошо устроенный громоотводъ совершенно предохраняетъ отъ грозы окружность, имѣющую почти три сажени въ полупоперечникѣ.

Всякому извѣстно, что ударъ грома раздается не въ одно время съ сверканіемъ молніи, но обыкновенно нѣсколько мгновеній спустя. Это происходитъ оттого, что звукъ распространяется съ меньшею скоростью, нежели свѣтъ. Только въ тѣхъ случаяхъ, когда гроза разражается надъ нашей головой, или въ очень близкомъ разстояніи, молнія и громъ обнаруживаются одновременно. Чѣмъ больше промежутокъ между блескомъ молніи и громовымъ ударомъ, тѣмъ отдаленнѣе гроза. Надо замѣтить, что громъ бываетъ слышенъ, сравнительно,

на очень небольшомъ разстояніи, и наблюденія показали, что наибольшій промежутокъ времени между молніей и громомъ не превышаетъ 72 секундъ, что соотвѣтствуетъ разстоянію около четырехъ географическихъ миль (27 — 28 верстъ), между тѣмъ какъ грохотъ пушечныхъ выстрѣловъ бываетъ слышенъ иногда на разстояніи 20 миль въ окружности. Раскаты грома объясняются тѣмъ, что звукъ, сопровождающій молнію, достигаетъ до нашего слуха не вдругъ, не мгновенно, а постепенно, по мѣрѣ прохожденія молніи. На большомъ разстояніи гроза не слышна и замѣчается только по блеску молніи.

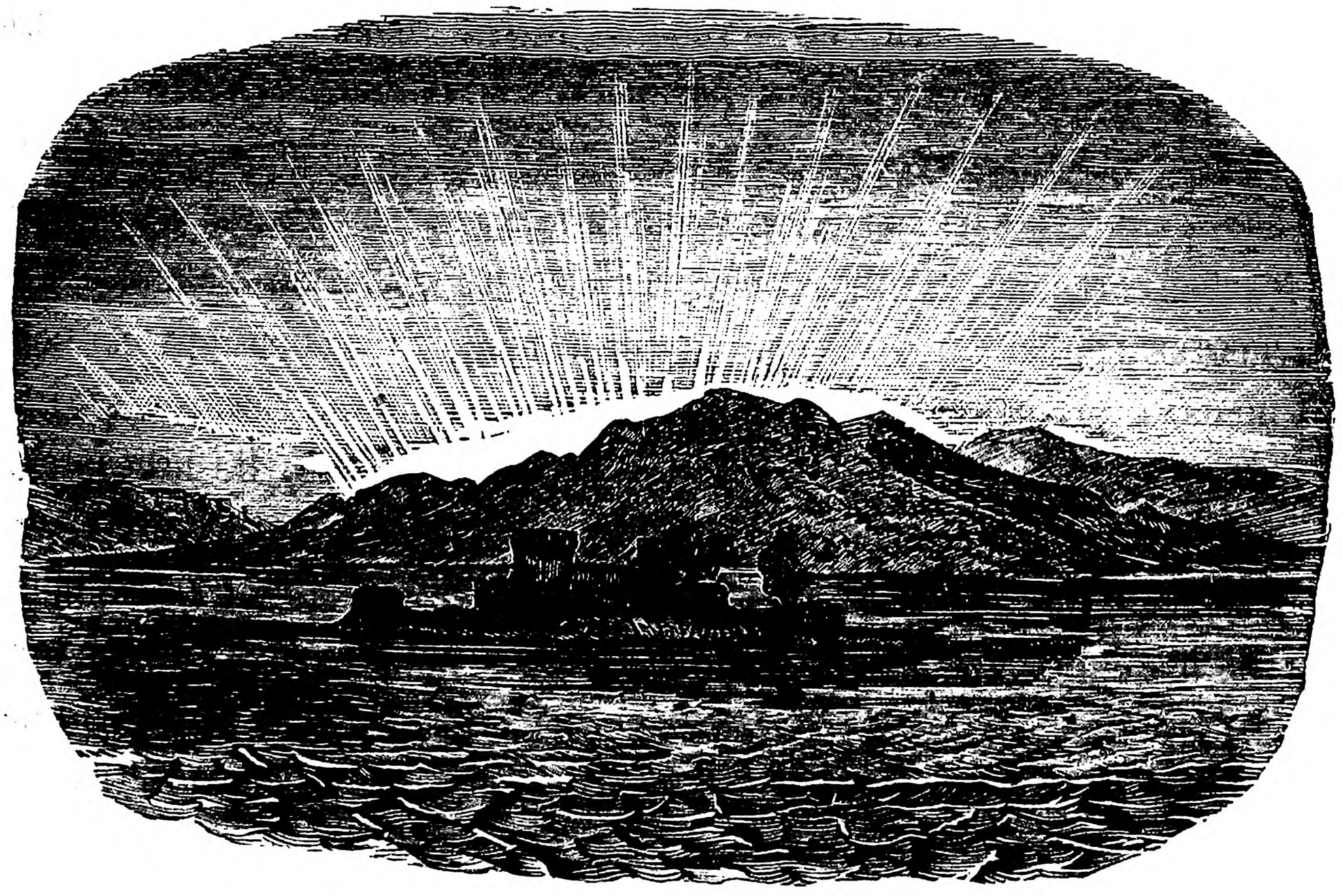
Сюда относится также явленіе, извѣстное подъ названіемъ *зарницы*, которая замѣчается на горизонтѣ въ лѣтнюю пору, обыкновенно въ сумерки. Оно не сопровождается звукомъ, и есть тоже разряженіе воздушнаго электричества, но въ малыхъ размѣрахъ и на далекомъ разстояніи.

Дѣйствіе молніи чрезвычайно разрушительно. Она преодолѣваетъ всѣ препятствія, которыя встрѣчаются ею по пути, плавитъ металлы, разбиваетъ камни и дерево, воспламеняетъ горючія вещества мгновенно и неожиданно, поражаетъ смертію людей и животныхъ, не оставляя почти никакихъ признаковъ наружнаго поврежденія, и распространяетъ при этомъ удушливый сѣрный запахъ, замѣчаемый также при разряженіи сильно заряженныхъ электрическихъ машинъ, хотя разумѣется въ весьма слабой степени. Слѣды разрушительнаго дѣйствія молніи замѣчаются нерѣдко и въ неорганической природѣ, напримѣръ на вершинахъ высокихъ скалъ, поверхность которыхъ кажется въ нѣкоторыхъ мѣстахъ подернута стеклянною поливою. На песчаныхъ равнинахъ нижней Германіи встрѣчаются въ почвѣ круглыя отверстія отъ 10 до 20 футовъ въ длину и отъ 1 до 2 дюймовъ въ ширину, пробитыя молніею. Внутреннія стѣнки этихъ отверстій покрыты растопленнымъ стекломъ, а окраины представляютъ неровную поверхность взрытыхъ и сплавленныхъ песчинокъ.

Такъ какъ электричество преимущественно скопляется на окраинахъ и оконечностяхъ предметовъ, то благоразуміе заставляетъ всякаго удаляться во время грозы отъ высокихъ стѣнъ, башень, деревьевъ и тому подобнаго. Особенно опасны одиноко-стоящія деревья или даже группы деревъ среди поля, потому что они наиболѣе привлекаютъ къ себѣ атмосферное электричество.

§ 239. Одно изъ великолѣпнѣйшихъ свѣтовыхъ явленій, совершающихся въ атмосферѣ, извѣстно подъ названіемъ *сѣвернаго сіянія*, которое до сихъ поръ еще не объяснено удовлетворительно наукою. Есть кажется поводъ полагать, что оно находится въ связи съ земнымъ магнетизмомъ, потому что во-первыхъ магнитная стрѣлка приходитъ въ особенное колебаніе именно въ то время, когда сѣверное сіяніе горитъ самымъ яркимъ свѣтомъ, а во-вторыхъ она принимаетъ направленіе, соотвѣтствующее сѣверному магнитному полюсу. Сѣверное сіяніе замѣчается также и по направленію южнаго полюса, но его наблюдали до сихъ поръ преимущественно на сѣверѣ, и потому оно сохранило за собой это названіе.

Рис. 200.



Сѣверное сіяніе въ полномъ блескѣ своей красоты представляется лучезарнымъ вѣнцомъ, появляющимся въ видѣ полукруга надъ горизонтомъ, такъ что кажется будто концы его прикасаются къ землѣ (рис. 200). Игра цвѣтовъ, сопровождающая это удивительное явленіе, разнообразна до безконечности, и свѣтъ довольно силенъ для того, чтобы освѣщать ночи полярныхъ странъ, продолжающіяся нѣсколько недѣль сряду. Отблески сѣвернаго сіянія бываютъ видимы въ извѣстную пору года и у насъ, но они, какъ и нашъ рисунокъ, не даютъ даже приблизительнаго понятія о прелести этого чудеснаго явленія, составляющаго принадлежность отдаленнаго сѣвера.

АСТРОНОМІЯ.

И рече Богъ да будутъ свѣтила на тверди небесной, освѣщати землю, и разлучати между днемъ, и между нощію: и да будутъ въ знаменія, и во времена, и во дни, и въ лѣта.

Кн. Бытія, I, 14.

ВВЕДЕНІЕ.

§ 1. Астрономія есть наука о небесныхъ тѣлахъ и ихъ движеніяхъ. По отношенію къ своему предмету она составляетъ собственно часть физики; но по значенію и объему явленій, ею разсматриваемыхъ, она должна представлять самостоятельную отрасль человѣческихъ знаній. Здѣсь особеннаго вниманія заслуживаютъ явленія движенія, въ основаніи которыхъ лежатъ тѣже законы, съ которыми мы познакомили читателя въ физикѣ, говоря о равновѣсіи и движеніи тѣлъ. Собственно же ученіе о движеніи относится къ механикѣ, а потому астрономія довольно удачно названа *небесной механикой.*

§ 2. Область, въ которой происходятъ астрономическія явленія, есть то безпредѣльное міровое пространство, которое мы обыкновенно называемъ *небомъ*, и которое наполнено несмѣтнымъ множествомъ небесныхъ тѣлъ, называемыхъ звѣздами.

Это необъятное пространство, о которомъ человѣческій умъ не можетъ составить себѣ никакаго точнаго представленія, эти огромныя разстоянія и громадные размѣры небесныхъ тѣлъ, движущихся съ невообразимою скоростью, все это сообщаетъ астрономическимъ явленіямъ, а слѣдовательно и самой астрономіи, что-то особенно возвышенное, чего мы не замѣчаемъ ни въ одной изъ прочихъ отраслей естественныхъ наукъ. «При видѣ безграничнаго пространства и недосягаемыхъ высотъ, при видѣ обширнаго воднаго океана, лежащаго у насъ въ ногахъ, и еще болѣе обширнаго воздушнаго океана, находящагося надъ нашими головами, душа человѣческая покидаетъ узкую сферу дѣйствительности и такимъ образомъ освобождается отъ тяжкаго ига физической жизни.» Въ этихъ словахъ Шиллера вполнѣ выраженъ возвышенный характеръ астрономическихъ явленій. Но изъ этого отнюдь не слѣдуетъ, чтобы астрономія была, какъ думаютъ многіе, первою и самою важною изъ всѣхъ естественныхъ наукъ. Для ученаго, посвятившаго себя изученію природы во всѣхъ ея проявленіяхъ, отдѣльныя отрасли естественныхъ наукъ составляютъ одну неразрывную цѣпь, изъ которой нельзя вынуть ни одного звена безъ того, чтобы не прервать связь, существующую между всѣми ея частями. Невѣрное представленіе о жизни, напримѣръ, самаго незамѣтнаго для глаза растенія столь-же недостойно ума, стремящагося къ познанію истины, какъ и устарѣлыя и сбивчивыя понятія о движеніи небесныхъ тѣлъ.

§ 3. Главнымъ пособіемъ для астрономическихъ изслѣдованій служитъ математика, потому что важнѣйшіе вопросы, разрѣшеніе которыхъ составляетъ предметъ астрономіи, относятся къ опредѣленію пространства, времени и чиселъ. Какъ велико то или другое небесное тѣло, какъ далеко оно находится отъ насъ или отъ другихъ небесныхъ тѣлъ, какъ долго совершаетъ оно свой путь, и какъ часто появляется вновь на одномъ и томъ

же мѣстѣ, вотъ вопросы, съ которыми мы обращаемся къ астрономіи.

На всѣ эти и другіе вопросы, возникающіе въ астрономіи, можетъ отвѣчать только математика, и въ особенности та часть ея, которая исключительно занимается измѣреніями, и нѣтъ никакого сомнѣнія, что математическія науки обязаны своимъ высокимъ развитіемъ, преимущественно разрѣшенію астрономическихъ вопросовъ.

Связь между математикой и астрономіей такъ велика, что безъ надлежащихъ математическихъ познаній нѣтъ никакой возможности прослѣдить тотъ путь, какимъ астрономы дошли до раскрытія важнѣйшихъ истинъ. А между тѣмъ, всѣ эти открытія, всѣ истины и законы, сдѣланные и установленные продолжительнымъ и тяжкимъ трудомъ, послѣ безчисленныхъ и неимовѣрныхъ усилій, кажутся такъ просты, что ихъ можно сдѣлать наглядными даже для людей, не обладающихъ познаніями въ высшей математикѣ.

Кромѣ того для объясненія нѣкоторыхъ астрономическихъ явленій нерѣдко приходится прибѣгать къ сравненіямъ. Трудно, напримѣръ, вообразить себѣ величину земнаго шара; еще труднѣе понять, какимъ образомъ солнце, этотъ небольшой по видимому шаръ, красующійся на небѣ, можетъ быть въ милліонъ разъ больше земли. Но если предположимъ, что земля величиною съ пшеничное зерно, а солнце равно порядочному кегельному шару, то будемъ имѣть по крайней мѣрѣ приблизительное понятіе объ отношеніи размѣровъ того и другаго небеснаго тѣла. Можетъ-ли кто нибудь составить себѣ точное понятіе о безпредѣльномъ міровомъ пространствѣ, наполненномъ несмѣтнымъ множествомъ свѣтилъ, которыя размѣрами своими въ несчетное число разъ превосходятъ даже наше солнце? Однако это же безпредѣльное пространство, непостижимое для нашего ума, нѣкоторымъ образомъ можетъ быть уподоблено обширной комнатѣ, наполненной безчисленнымъ множествомъ

пылинокъ, находящихся въ безпрестанномъ движеніи, что дѣйствительно и замѣчается нами каждый разъ, когда отдѣльный солнечный лучъ случайно проникаетъ въ комнату.

§ 4. Начало науки астрономіи современно исторіи первобытнаго человѣчества. Тоже самое небо, которымъ мы теперь любуемся, уже за нѣсколько тысячъ лѣтъ тому назадъ плѣняло взоры человѣка и возбуждало умъ его къ пытливости. Можно даже сказать, что дикій сынъ пустыни и кочующій обитатель дѣвственныхъ лѣсовъ и обширныхъ степей обращаетъ на небо и происходящія на немъ явленія больше вниманія, чѣмъ городскіе жители, величающіе себя людьми грамотными и образованными. И это нисколько неудивительно, потому что для жителя лѣсовъ или пустынь, звѣздное небо служитъ и часами, и путеводителемъ, оно замѣняетъ ему компасъ, барометръ, календарь, словомъ всѣ пособія, придуманныя наукою для человѣка образованнаго, между тѣмъ какъ городскіе жители, пользующіеся научными выводами и открытіями, которыя были сдѣланы нашими предшественниками, только изрѣдка возводятъ глаза свои изъ узкихъ улицъ на небо, въ которомъ они почти вовсе не нуждаются. Поэтому нельзя не отдать справедливости тѣмъ древнимъ народамъ, которые будучи мало знакомы съ наукою и искуствами, и занимаясь преимущественно скотоводствомъ и земледѣліемъ, своими безъискуственными наблюденіями надъ звѣзднымъ небомъ положили основаніе новой наукѣ— астрономіи.

§ 5. Наука астрономія очевидно имѣетъ передъ прочими отраслями естествознанія то важное преимущество, что до извѣстной степени ею можно заниматься почти безъ всякихъ искуственныхъ и дорогихъ научныхъ пособій. Едва блестящее дневное свѣтило успѣетъ спрятаться за горизонтъ, какъ изъ темной синевы небеснаго свода начинаютъ выступать яркія звѣзды, и притомъ сначала самыя большія, потомъ все меньшія и меньшія, пока наконецъ весь темный

сводъ не покроется миріадами блестящихъ точекъ. Это звѣздное небо представляетъ обширное открытое поле для наблюденій, потому что при внимательномъ разсматриваніи на немъ можно открыть множество важныхъ явленій, безъ всякихъ научныхъ пособій. Для изслѣдованія всѣхъ прочихъ причинъ физическихъ явленій уже съ самаго начала требуется множества искуственныхъ и дорогихъ снарядовъ, и химія напр. прибѣгаетъ къ помощи разныхъ веществъ и аппаратовъ; — астрономическія же явленія открываются большею частію простымъ зрѣніемъ: стоитъ только поднять глаза къ небу, и наблюдатель будетъ находиться въ области безпрерывнаго ряда явленій.

Но не смотря на то, что очень многія астрономическія явленія и относящіеся къ нимъ истины и законы доступны всякому, обладающему хорошимъ зрѣніемъ, гораздо большая часть ихъ остается тайною для простаго глаза, невооруженнаго оптическимъ инструментомъ, равно и для ума, не просвѣщеннаго наукою. Поэтому точныя наблюденія надъ небесными явленіями, конечно, требуютъ содѣйствія физическихъ снарядовъ; а такъ какъ пріобрѣтеніе этихъ инструментовъ и постановка ихъ на мѣстѣ бываютъ сопряжены съ весьма значительными издержками, то собственно научныя астрономическія наблюденія доступны только для немногихъ.

По этой же причинѣ астрономическія познанія древнихъ народовъ не могли быть полны, а постоянно отличались весьма важными несовершенствами. Съ тѣхъ поръ какъ область міроваго пространства вошла во владѣніе науки, она начала замѣтно раздвигаться, но самые обширные размѣры она приняла только съ того времени, когда изобрѣтеніе телескопа дало человѣку возможность проникнуть въ такіе тайники звѣзднаго міра, которые рѣшительно недоступны для невооруженнаго глаза, а по мѣрѣ того какъ совершенствовались оптическіе инструменты, наблюденія становились все точнѣе и успѣшнѣе.

§ 6. Видимое вліяніе, оказываемое солнцемъ на поверхность нашей земли, для которой это свѣтило служитъ источникомъ тепла и свѣта, равно и замѣчательныя перемѣны въ наружномъ видѣ луны и времени ея появленія на небѣ, уже съ давнихъ временъ должны были сосредоточить вниманіе наблюдателей на этихъ двухъ свѣтилахъ, и сообщить имъ необыкновенную важность въ глазахъ всѣхъ народовъ древности, чему доказательствомъ можетъ служить уже то, что на земномъ шарѣ и по настоящее время еще есть племена и народы, которые боготворятъ оба эти свѣтила. А когда человѣкъ замѣтилъ, что на нашу планету имѣютъ вліяніе луна и солнце, то ему, конечно, очень легко могло показаться, что и всѣ прочія небесныя тѣла, даже самыя маленькія звѣзды должны имѣть какое нибудь отношеніе къ землѣ и ея обитателямъ. Вотъ почему, въ то время, когда господствовали самыя ложныя представленія о звѣздахъ и находящихся въ связи съ ними астрономическихъ явленіяхъ, имъ придавали какое-то особенное значеніе и полагали будто-бы онѣ находятся въ тѣсной связи съ судьбами человѣчества. Ограниченный и неразвитый умъ народовъ, которому каждое великое событіе, всякая необыкновенная личность казались чудомъ, искалъ разрѣшенія возникавшихъ вопросовъ, сомнѣній и недоумѣній въ расположеніи звѣздъ, и такимъ образомъ содѣйствовалъ развитію особенной науки, долгое время носившей названіе *астрологіи*. Это была странная смѣсь самыхъ произвольныхъ воззрѣній, нелѣпыхъ предразсудковъ и заблужденій, совершенно недостойныхъ науки, вслѣдствіе чего послѣдняя впала въ пренебреженіе и даже подверглась жестокимъ преслѣдованіямъ. Она упала, и едва не погибла, съ трудомъ прокладывая себѣ путь въ теченіе столѣтій, скрываясь по монастырямъ, въ которыхъ она находила убѣжище въ смутную эпоху, предшествовавшую возрожденію, когда человѣческій умъ, сбросивъ съ себя оковы вѣковыхъ заблужденій, озарилъ ее свѣтомъ точныхъ наблюденій и свободныхъ изслѣдованій, и пришелъ къ тому не-

преклонному убѣжденію, что наша земля отнюдь не есть средоточіе вселенной, а только едва замѣтная точка въ общей системѣ мірозданія; что несмѣтныя блестки, мерцающія на небѣ, составляютъ такіе же самостоятельные міры, какъ и наша земля, можетъ быть даже еще гораздо лучшіе, и что слѣдовательно, никакъ не могутъ и не должны быть низводимы на степень жалкихъ таинственныхъ знаковъ, которыми будто-бы обозначаются судьбы человѣчества.

§ 7. Для удовлетворительнаго пониманія важнѣйшихъ астрономическихъ явленій необходимо предварительно познакомиться съ тѣми вспомогательными орудіями и средствами, при содѣйствіи которыхъ наука получаетъ возможность достигать точныхъ результатовъ и выражать ихъ удобопонятнымъ языкомъ. Эти вспомогательныя орудія заимствованы преимущественно изъ геометріи, и хотя мы имѣемъ право предполагать, что они болѣе или менѣе извѣстны уже всѣмъ и каждому, однако считаемъ не лишнимъ сдѣлать краткій обзоръ этихъ пособій, тѣмъ болѣе, что безъ этого читателю трудно будетъ понять дальнѣйшія объясненія. Ознакомясь съ основными астрономическими понятіями и всѣми техническими выраженіями, можно приступить къ разсмотрѣнію самыхъ явленій, видимыхъ съ мѣста наблюденія въ разную пору дня и года на небѣ. Только такимъ способомъ представляется возможность прійти къ правильному уразумѣнію расположенія, движенія и взаимныхъ отношеній небесныхъ тѣлъ, и слѣдовательно отрѣшиться отъ заблужденій, господствовавшихъ въ продолженіи многихъ вѣковъ. Такимъ образомъ, астрономія въ томъ видѣ, какъ мы хотимъ изложить ее читателямъ, само собою распадается на слѣдующіе три отдѣла:

I. Вспомогательныя орудія, необходимыя для астрономическихъ наблюденій.

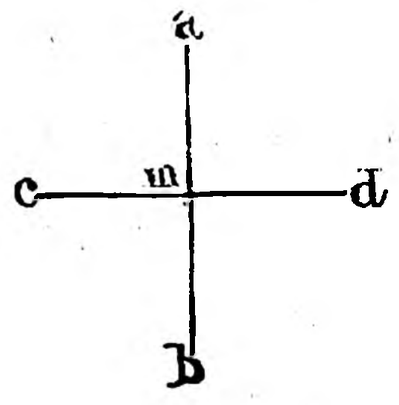
II. Общія астрономическія явленія.

III. Особенныя астрономическія явленія.

I. *Вспомогательныя орудія, необходимыя для астрономическихъ наблюденій.*

§ 8. *Уголъ.* Если на плоскости, хоть напр. на листѣ бумаги, начертимъ двѣ линіи ab и cd такъ, чтобы онѣ взаимно пересѣкались въ точкѣ m (рис. 1), то эта плоскость раздѣлится на четыре части.

Рис. 1.

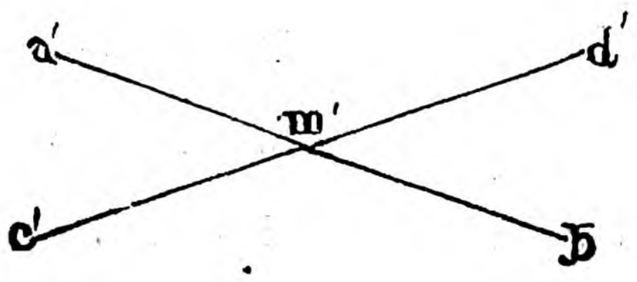


Каждая изъ этихъ четырехъ частей называется *угломъ*; линіи, которыя образуютъ уголъ, называются *сторонами* или *бедрами*, а точка, въ которой обѣ онѣ пересѣкаются, *вершиною* угла. Такимъ образомъ линіи am и cm будутъ составлять бедра угла amc.

Если мы разрѣжемъ этотъ листъ бумаги вдоль линій ab и cd и наложимъ полученные четыре угла одинъ на другой, то увидимъ, что всѣ они имѣютъ одинаковую величину, т. е. что ихъ стороны или бедра совпадаютъ другъ съ другомъ; тогда эти четыре угла будутъ называться *прямыми*. Въ такомъ случаѣ говорятъ, что линіи ab и cd пересѣкаются подъ прямымъ угломъ или что онѣ перпендикулярны одна къ другой.

Рис. 2.

На слѣдующемъ чертежѣ (рис. 2) мы съ перваго взгляда замѣчаемъ, что линіи $a'b'$ и $c'd'$ пересѣкаются не подъ прямымъ угломъ, и что онѣ дѣлятъ плоскость, хотя также на четыре части, но только весьма неравныя. Разрѣжемъ плоскость вдоль обѣихъ линій, возьмемъ верхній уголъ $a'm'd'$ и сравнимъ его съ прямымъ угломъ, вырѣзаннымъ изъ первой фигуры, и тогда окажется, что уголъ $a'm'd'$ больше, а уголъ $a'm'c$ меньше прямаго угла.



Когда какой нибудь уголъ меньше прямаго угла, то онъ на-

зывается *острымъ*, а когда больше, то *тупымъ*. Стало быть второй чертежъ представляетъ въ точкѣ пересѣченія обѣихъ линій два тупые и два острые угла ($a'm'b'$ и $c'm'b'$, и $a'm'c'$ и $d'm'b'$), соединенныхъ вершинами. Не трудно понять послѣ этого, что около одной точки на данной плоскости не можетъ быть больше *четырехъ прямыхъ* угловъ или больше *трехъ тупыхъ* угловъ, *острыхъ* же угловъ можетъ быть *очень много*; что сумма двухъ или нѣсколькихъ угловъ, лежащихъ по одну сторону прямой линіи, напримѣръ тупаго угла $a'm'd'$ и остраго угла $d'm'b'$, на плоскости $a'b'$, всегда равна двумъ прямымъ угламъ, и что каждые два угла, противолежащіе на рис. 2 своими вершинами, равны между собой.

Длина сторонъ или бедеръ нисколько не измѣняетъ отношеній между углами. И въ самомъ дѣлѣ если бы линіи ab и dc (рис. 1) или $a'b'$ и $c'd'$ (рис. 2) были продолжены до безконечности, то углы, образуемые ими въ точкахъ пересѣченія m и m', все таки сохранили бы свою первоначальную величину, т. е. оказались бы ни больше, ни меньше.

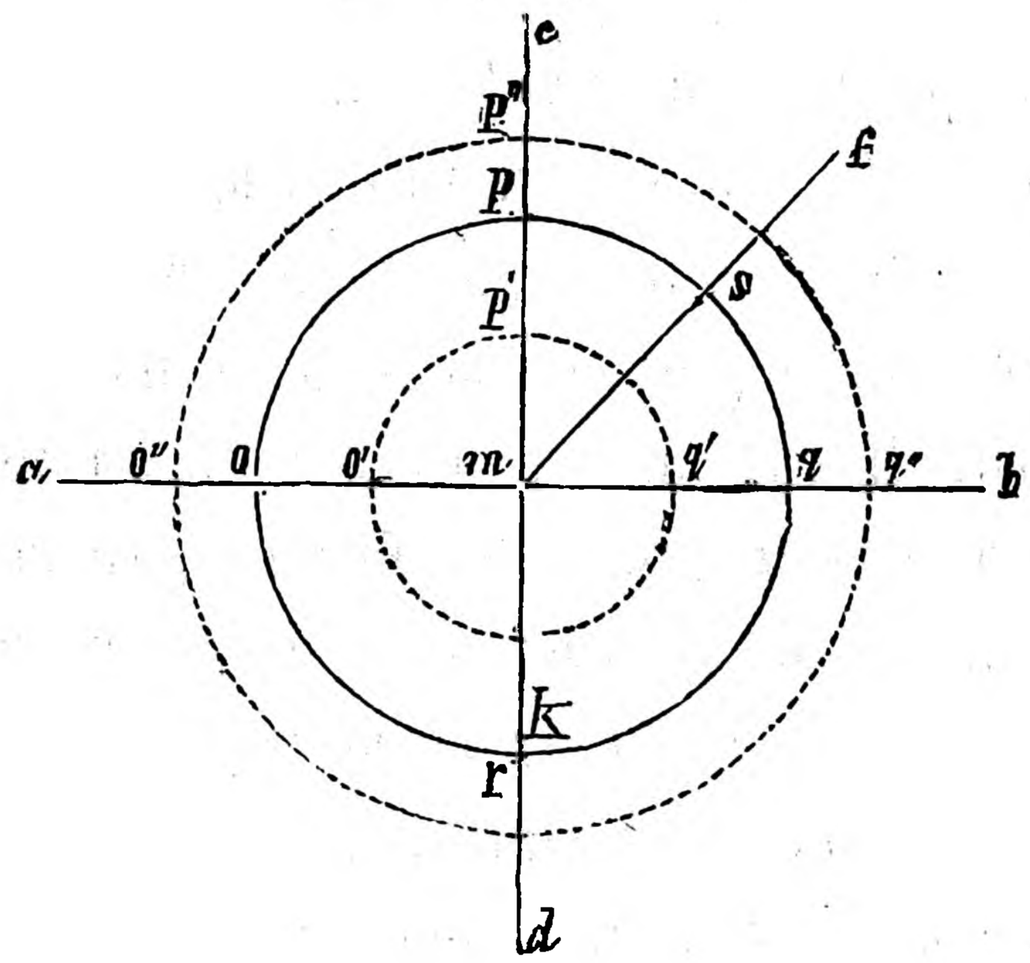
§ 9. Такимъ образомъ величиною угла всегда опредѣляется взаимное наклоненіе двухъ линій или сторонъ, образующихъ его. Вмѣстѣ съ тѣмъ, зная величину угла, образуемаго линіею, проведенною отъ извѣстнаго пункта къ какой бы то ни было точкѣ на плоскости, мы можемъ опредѣлить отчасти положеніе этого пункта относительно плоскости. Эта возможность опредѣлять положеніе точки на плоскости сообщаетъ углу такую важность, что его по всей справедливости слѣдуетъ назвать ключемъ къ уразумѣнію величайшихъ математическихъ и астрономическихъ истинъ. И дѣйствительно, большая часть астрономическихъ наблюденій основана на соображеніи отношеній, существующихъ между углами, и на опредѣленіи величины даннаго угла.

Спрашивается теперь: какимъ образомъ опредѣлить величину

угла? Вопросъ этотъ очень важенъ, потому что на разрѣшеніи его основываются всѣ дальнѣйшіе выводы.

Онъ разрѣшается очень просто, при помощи круга (рис. 3). Возьмемъ двѣ прямыя линіи *ab* и *cd*, пересѣкающіяся подъ прямымъ угломъ, и изъ точки ихъ пересѣченія *m* опишемъ, при помощи циркуля, кругъ (*opqro*). Мы видимъ теперь, что всѣ четыре прямые угла замкнуты, каждый особою дугою, и

Рис. 3.



что каждая дуга равна четверти окружности круга. Величина круга не составляетъ въ этомъ случаѣ никакой разницы, и возьмемъ ли мы меньшій кругъ $o'p'q'r'o'$, или большій кругъ $o''p''q''r''o''$, ихъ дуги $o'p'$ и $o''p''$ будутъ составлять все туже четверть окружности, какъ и дуга *op*. Предполагая, что линія *mf*, проведенная изъ центра круга къ его окружности, пересѣкаетъ дугу *s* въ серединѣ и стало быть дѣлитъ ее на двѣ равныя части или пополамъ, мы поймемъ, что острый уголъ *cmf* будетъ равенъ половинѣ прямаго угла *cmb*, потому что дуга *ps* равна осьмой части круга, и что тупой уголъ *amf* будетъ равенъ полуторамъ прямымъ угламъ, потому что его дуга *os* равна тремъ осьмымъ всей окружности.

Слѣдовательно величину угла можно опредѣлить съ точностью,

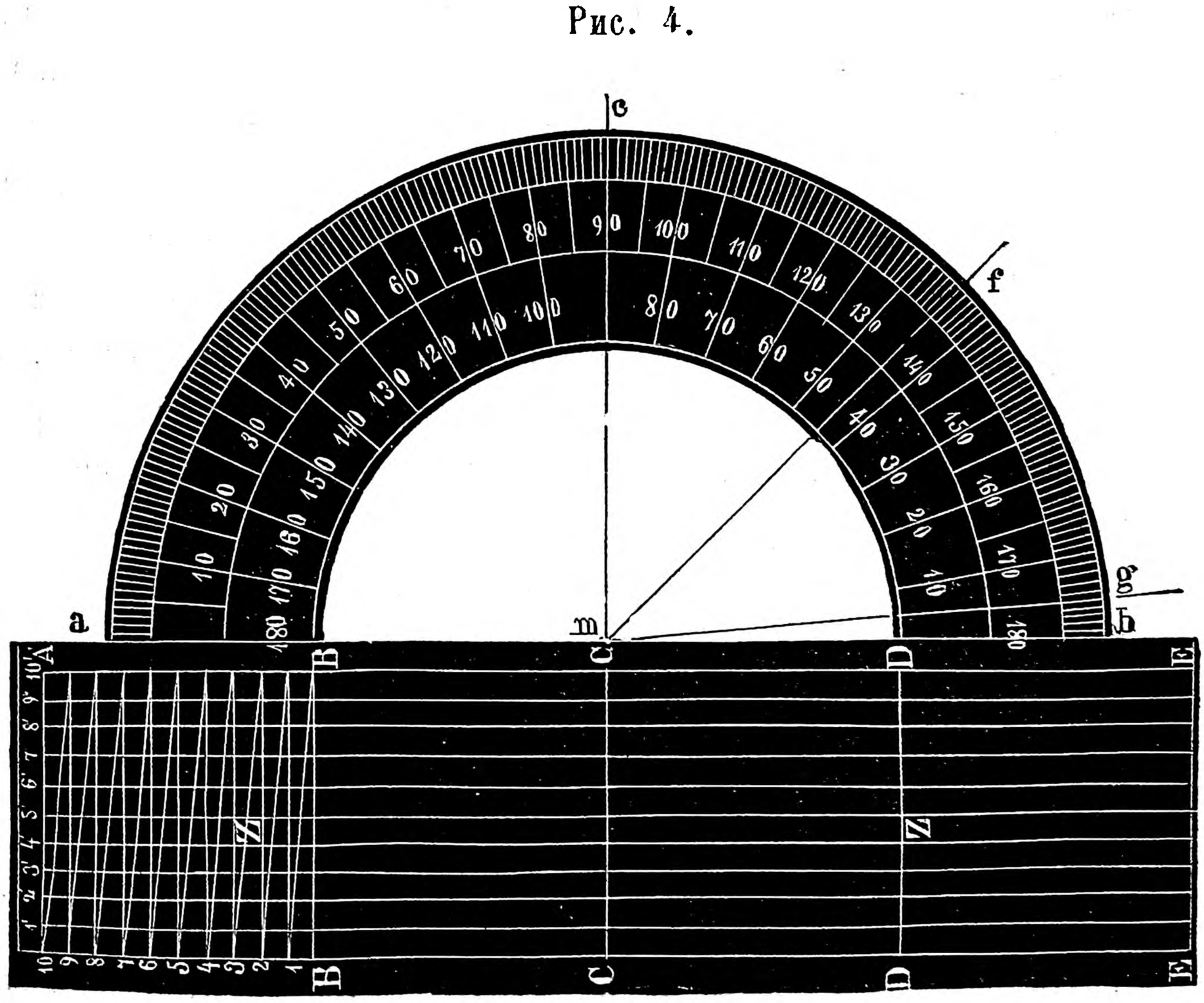
если мы узнаемъ, какую часть окружности круга составляетъ дуга этого угла. А это узнается слѣдующимъ образомъ:

Окружность круга дѣлится на 360 равныхъ частей, называемыхъ *градусами*. Каждый градусъ въ свою очередь дѣлится на 60 частей, которыя называются *минутами*, а каждая минута на 60 *секундъ*.

Такимъ образомъ, говоря объ углѣ въ 90 градусовъ, т. е. объ углѣ, дуга котораго равна четверти окружности, мы понимаемъ, что дѣло идетъ о прямомъ углѣ; и что уголъ, дуга котораго заключаетъ въ себѣ менѣе 90 градусовъ, будетъ острый, а уголъ, дуга котораго заключаетъ въ себѣ болѣе 90 градусовъ, долженъ быть тупой.

Измѣреніе угловъ производится при помощи простаго металлическаго снаряда, называемаго *угломѣромъ* или *транспортиромъ*. Снарядъ этотъ (рис. 4) состоитъ изъ полукруглой

Рис. 4.



пластинки, раздѣленной на 180 градусовъ и опирающейся концами на прямую линейку, раздѣленную вдоль и поперегъ нарѣзными полосками. Положимъ, что требуется измѣрить напр. углы *amc*, *amf*, *fmb* и *gmb*; для этого стоитъ только наложить линейку на измѣряемый уголъ такъ, чтобы центръ полукруга совпадалъ съ вершиною угла, а діаметръ или поперечникъ съ одной изъ его сторонъ. Такимъ образомъ окажется, что уголъ *amc* = 90 градусамъ, и стало быть прямой; уголъ *amf* = 135 град., стало быть тупой; уголъ *fmb* = 45 град. или половинѣ прямаго, стало быть острый, и *gmb* уголъ очевидно чрезвычайно острый, потому что онъ равенъ всего 5 градусамъ.

Если полукруглая линейка довольно велика, то каждый градусъ ея легко можетъ быть подраздѣленъ на минуты, а минуты на секунды, что необходимо для болѣе точныхъ измѣреній. Для каждаго изъ этихъ подраздѣленій есть особые знаки. Такъ напримѣръ градусы обозначаются нулемъ, минуты черточкою вверху (′), а секунды двумя чертачками (″): Слѣдовательно, когда мы чнтаемъ, что уголъ $=90^{\circ}\ 35'\ 16''$, то это значитъ, что онъ равенъ 90 град. 35 мин. и 16 сек.

§ 10. При помощи угломѣра можно измѣрять только такіе углы, которые обозначены на какой нибудь плоскости видимыми для глаза линіями. Для измѣренія же угловъ, образуемыхъ линіями, мысленно проведенными въ пространствѣ, нужны особые инструменты.

Пусть напримѣръ требуется опредѣлить уголъ, образуемый двумя воображаемыми линіями, мысленно проведенными отъ двухъ отдаленныхъ колоколенъ или башенъ *A* и *B* (рис. 5) къ точкѣ *C*, въ которой стоитъ наблюдатель. Для этого прибѣгаютъ къ особенному *угломѣру*, простому инструменту, изображенному на рис. 6. Онъ состоитъ изъ плоскаго металлическаго кольца, или такъ называемаго *лимбуса*, окружность котораго раздѣлена на градусы; въ центрѣ кольца,

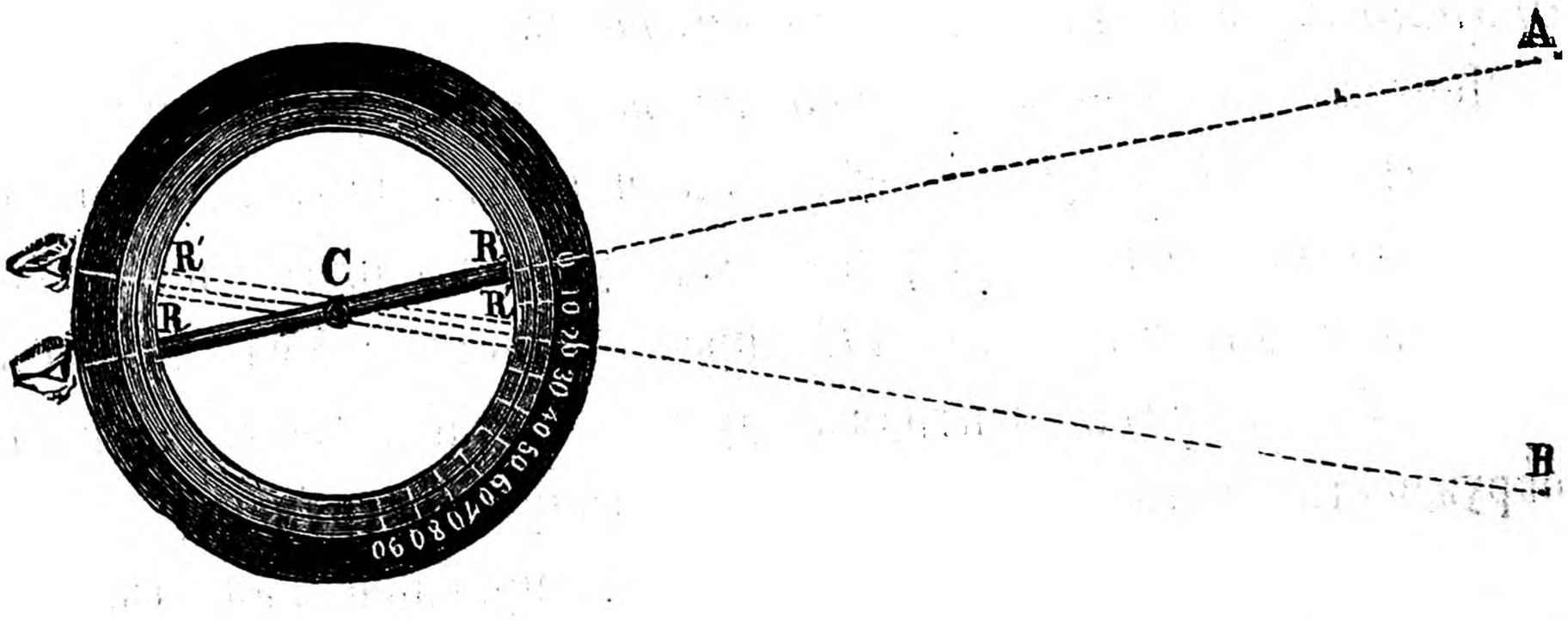
C, укрѣпленъ гвоздикъ, около котораго свободно вращается подвижная стрѣлка *RR'*, называемая линейкой. Инструментъ этотъ ставится на небольшой столикъ въ горизонтальномъ положеніи, и притомъ всегда такимъ образомъ, чтобы центръ кольца приходился въ точкѣ пересѣченія линій, исходящихъ отъ

Рис. 5.



вершинъ башенъ *A* и *B*. Стрѣлку при этомъ ставятъ на черточку, обозначающую 0 градусовъ, а инструментъ приводятъ въ такое положеніе, чтобы точка *A* казалась глазу наблюдателя лежащею на линіи, которая составляетъ продолженіе стрѣл-

Рис. 6.



ки. Затѣмъ послѣднюю передвигаютъ по лимбусу до тѣхъ поръ, пока точка *B* не покажется на одной съ нею линіи, что мо-

жетъ быть только въ такомъ случаѣ, если стрѣлка приметъ положеніе $R'R'$. При этомъ она описываетъ по окраинѣ кольца дугу, которая въ настоящемъ случаѣ равняется 20 градусамъ; слѣдовательно и уголъ, образуемый обѣими линіями, будетъ равенъ 20°.

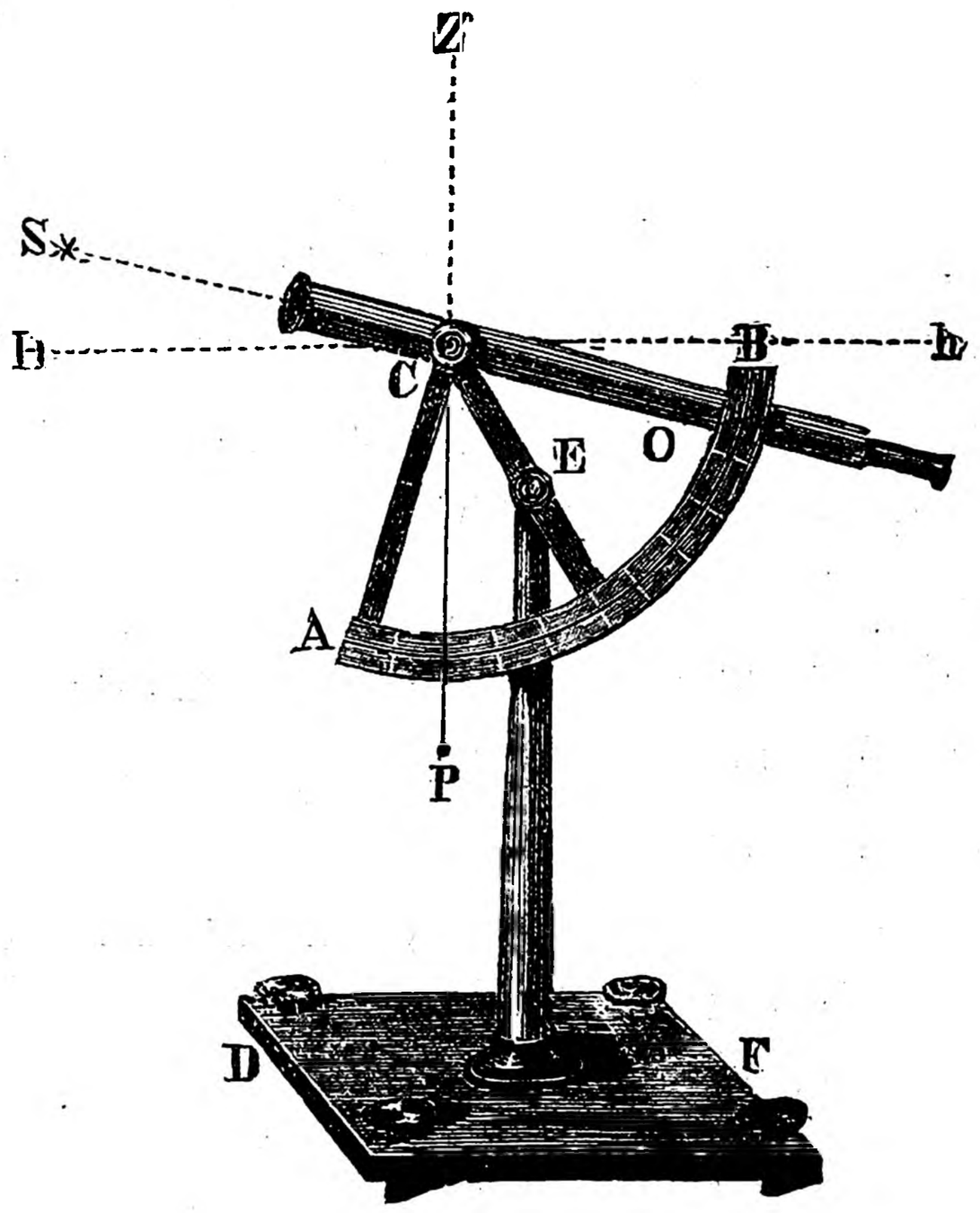
Таково основное устройство всѣхъ инструментовъ, которые съ нѣкоторыми, болѣе или менѣе значительными измѣненіями употребляются астрономами для измѣренія угловъ. Само собою разумѣется, что установка инструмента должна соотвѣтствовать тому положенію, въ какомъ искомый уголъ находится въ отношеніи къ земной поверхности или данной плоскости, т. е. что его слѣдуетъ устанавливать или параллельно земной поверхности, или перпендикулярно къ ней, смотря потому, горизонтально, или отвѣсно положеніе искомаго угла относительно поверхности земли. Онъ устанавливается отвѣсно, напримѣръ, въ такомъ случаѣ, когда требуется опредѣлить величину угла, образуемаго земною поверхностію и линіею, мысленно проведенною отъ вершины какой нибудь башни или горы до точки пересѣченія ея съ первою.

Во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ искомый уголъ не превышаетъ 90 или 60 градусовъ, полный кругъ гораздо удобнѣе замѣнять, дугообразною линейкою въ четверть или въ одну шестую часть круга. Въ первомъ случаѣ такой инструментъ называется *квадрантомъ*, а во-второмъ *секстантомъ*.

Чертежъ 7 изображаетъ *квадрантъ*, т. е. раздѣленную на градусы дугообразную линейку въ четверть круга, свободно вращающуюся около стержня E, утвержденнаго на непо-движной подставкѣ. Дуга AB представляетъ собою лимбусъ, точка C служитъ центромъ дуги, составляющей четверть окружности круга. Если придать этому инструменту такое положеніе, чтобы трубка телескопа, привинченная къ его верхней сторонѣ, совпадала съ линіею Hh, а другая сторона CA соотвѣтствовала направленію отвѣса P, и потомъ напра-

вить телескопъ на точку, наблюдаемую на горизонтѣ, напримѣръ на звѣзду S, то линія отвѣса, остающаяся неизмѣнно въ вертикальномъ положеніи, покажетъ на лимбусѣ число градусовъ дуги или величину угла, образуемаго линіею, мысленно проведенною отъ звѣзды къ глазу наблюдателя, и его горизонтомъ. Слѣдуетъ впрочемъ замѣтить, что при наблюденіяхъ, требующихъ величайшей точности измѣренія, всегда лучше употреблять цѣлые круги, чѣмъ части его.

Рис. 7.

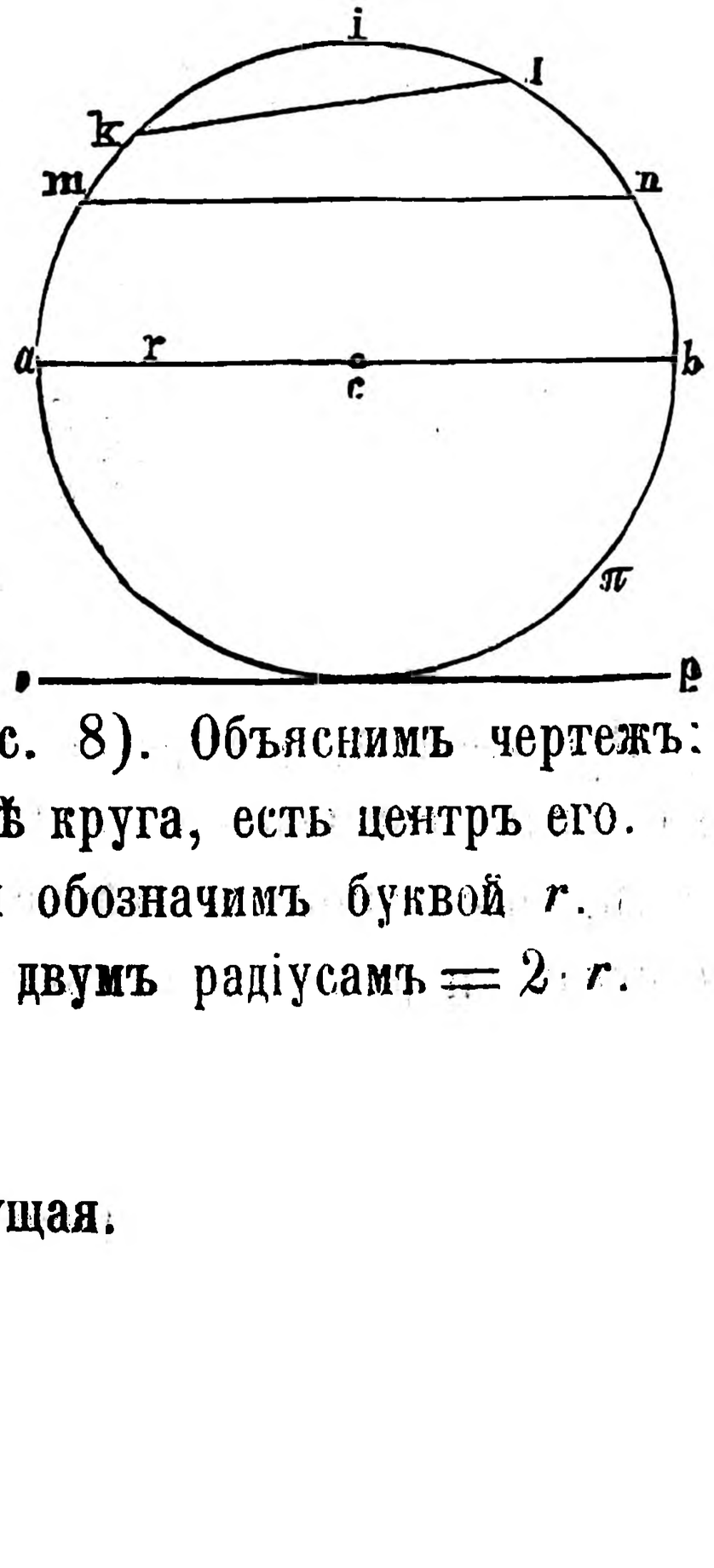


Иструменты, употребляемые для измѣренія угловъ, доведены до такого совершенства, что посредствомъ ихъ можно опредѣлять даже самые малѣйшіе углы, какъ напр. углы въ одну секунду, и даже въ полъ секунды; а уголъ, величиною въ одну секунду, составляетъ $^1/_{324000}$ часть прямаго угла. Чтобы наглядно представить такой крошечный уголъ, надобно замѣтить, что если двѣ линіи, проведенныя отъ верхней и нижней стороны обыкновеннаго человѣческаго волоса, пересѣкаются между

собою въ разстояніи трехъ футовъ отъ волоса, то при этомъ образуется уголъ почти въ одну секунду.

§ 11. *Кругъ*. Возьмите доску, вколотите посрединѣ ея гвоздь, привяжите къ нему снурокъ, на другомъ концѣ его укрѣпите карандашъ или кусокъ мѣлу, и натянувъ снурокъ, обведите карандашъ вокругъ гвоздя, продолжая держать снурокъ въ натянутомъ положеніи. Такимъ образомъ получится кривая линія, не имѣющая ни начала, ни конца. Эта линія называется *кругомъ*. Понятно, что каждая точка, лежащая на его окружности, должна находиться въ одинакомъ разстояніи отъ гвоздя или срединной точки, которая называется *центромъ* круга. Прямая линія, проведенная отъ центра круга къ любой точкѣ его окружности, называется *радіусомъ* круга или *полупоперечникомъ*; а изъ этого само собою вытекаетъ, что всѣ радіусы даннаго круга имѣютъ одинаковую длину, т. е. равны между собою. Если продолжить радіусъ до противоположной стороны окружности, то образующаяся такимъ образомъ линія будетъ называться *діаметромъ* или *поперечникомъ* круга. Эта линія, стало быть, вдвое длиннѣе радіуса и раздѣляетъ кругъ на двѣ равныя половины. Само собою разумѣется, что и діаметры даннаго круга, всегда одинаковы или равны между собою (рис. 8). Объяснимъ чертежъ:

Рис. 8.



Точка *c*, находящаяся въ срединѣ круга, есть центръ его.

Линія *ac* = радіусъ, который обозначимъ буквой *r*.

Линія *ab* = діаметръ, равный двумъ радіусамъ = 2 *r*.

Кривая *kil* = дуга.

Линія *kl* = хорда дуги.

Линія *mn* = секансъ или сѣкущая.

Линія *op* = касательная.

Вся кривая линія или окружность круга, которую мы обозначаемъ буквою π, равна 3,14, если $2\,r = 1$.

Кривая линія *kil*, гдѣ бы она не находилась на окружности круга, называется *дугою*, а прямая линія, соединяющая крайнія точки дуги (*kl*), *хордою* дуги. Линія, пересѣкающая окружность круга въ двухъ точкахъ, называется *сѣкущею*, а линія, проходящая внѣ круга и только въ одной точкѣ прикасающаяся къ его окружности, напримѣръ *op*, называется касательною. Круговая линія или окружность круга, обыкновенно обозначается греческою буквою π (*пи*), длина ея всегда въ 3,14 раза больше діаметра круга. Такимъ образомъ если діаметръ какого-нибудь круга имѣетъ въ длину 4 дюйма, то окружность этого круга должна быть равна $4 \times 3{,}14$, что составляетъ 12,56 дюймовъ.

Для опредѣленія площади круга надо помножить радіусъ круга сперва на самаго себя, а потомъ на 3,14.

§ 12. *Шаръ*. Особеннаго вниманія съ нашей стороны заслуживаетъ извѣстный всѣмъ *шаръ*, тѣло съ кривою поверхностію, всѣ точки которой находятся въ одинаковомъ разстояніи отъ середины или центра. Линія, проведенная отъ любой точки поверхности шара къ его центру, называется *радіусомъ* или *полупоперечникомъ*, а продолженіе ея черезъ центръ или середину круга до противоположной точки поверхности называется *діаметромъ* или *поперечникомъ* шара. И здѣсь, какъ въ кругѣ, всѣ радіусы, точно также какъ и всѣ діаметры, равны между собою.

Если представимъ себѣ, что шаръ разсѣченъ плоскостью, проходящею чрезъ его середину или центръ, то разрѣзы его будутъ представлять наибольшіе круги, полупоперечники или радіусы которыхъ будутъ равны полупоперечнику шара. —Для того, чтобы измѣрить поверхность шара, т. е. выразить числами *квадратное* содержаніе этой поверхности, надобно опредѣлить сперва площадь его наибольшаго круга и затѣмъ по-

множить ее на *четыре*. Поверхности двухъ различныхъ шаровъ относятся между собою, какъ квадраты ихъ діаметровъ. Чтобы опредѣлить объемъ или *кубическое* содержаніе шара, надо помножить *одну треть* его радіуса на поверхность шара. Объемы двухъ шаровъ разной величины относятся между собою, какъ кубы ихъ діаметровъ.

Все, что мы сказали выше о кругѣ и шарѣ, можно пояснить слѣдующими примѣрами: Пусть поперечникъ того и другаго будетъ равенъ 12 дюймамъ.

Діаметръ $= 12''$

Радіусъ $= r = 6''$

Окружность $= 12 \times \pi = 3,14 = 37,68''$

Площадь круга $= r \times r \times \pi = 6 \times 6 \times 3,14 = 113$ квадр. дюймамъ.

Поверхность шара $= 4 \times (r \times r \times \pi) = 4 \times 113 = 452$ квадр. дюймамъ.

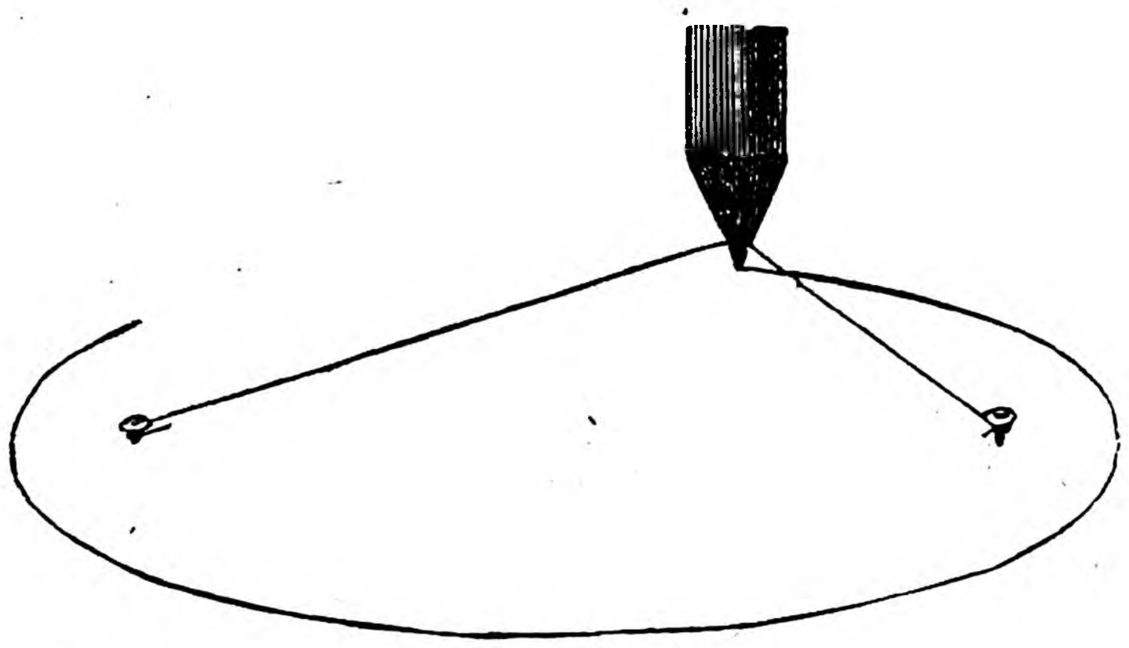
Кубич. содерж. шара $= (^1/_3 \times r) \times 4 (r \times r \times \pi) = 2 \times 452 = 904$ куб. д.

Если діаметръ одного шара имѣетъ 6 дюймовъ, а діаметръ другаго шара 12 дюймовъ, то поверхности ихъ, на основаніи вышеприведеннаго правила, будутъ находиться въ слѣдующихъ отношеніяхъ: 6×6 и 12×12, или 36 : 144, а кубическое содержаніе представится въ такомъ видѣ: $6 \times 6 \times 6 = 216 : 12 \times 12 \times 12 = 1728$.

§ 13. *Эллипсисъ*. Фигура, называемая эллипсисомъ, подобно кругу, представляетъ собою непрерывную кривую линію. Она похожа на сильно приплюснутый кругъ и получается слѣдующимъ образомъ: На плоскости (рис. 9) утверждаютъ два гвоздика, но такъ, чтобы они находились въ нѣкоторомъ разстояніи одинъ отъ другаго; затѣмъ берутъ нитку, длина которой нѣсколько превышаетъ разстояніе между гвоздиками, и концы ея привязываютъ къ послѣднимъ. Наконецъ натягиваютъ нитку карандашемъ или заостреннымъ мѣломъ, и начинаютъ

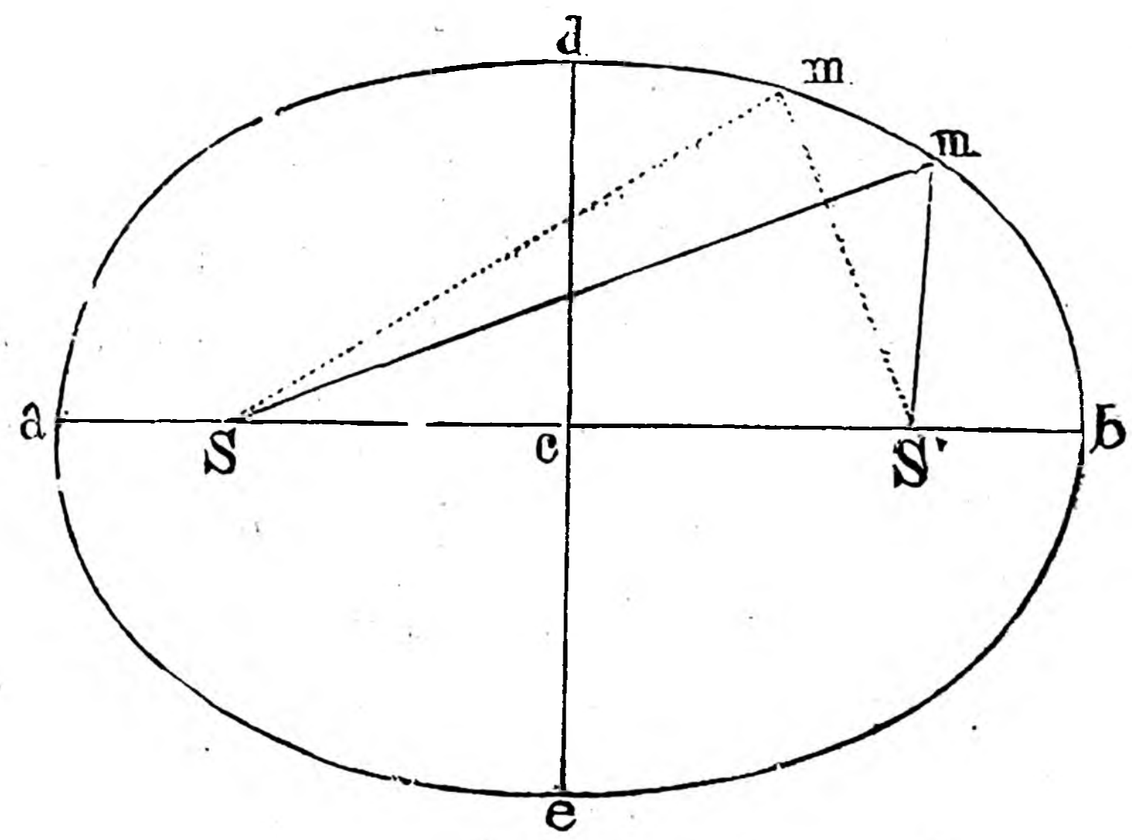
водить по плоскости, не ослабляя нитки. Такимъ образомъ начертится одна половина кривой линіи; а если потомъ перенесемъ карандашъ на другую сторону нитки, то получится вторая половина правильной продолговато-круглой фигуры, извѣстной подъ названіемъ *эллипсиса*.

Рис. 9.



Такой эллипсисъ представленъ на рис. 10. Мы видимъ здѣсь продольную линію ab, которая проходитъ черезъ середину эллипсиса c и дѣлитъ его на двѣ равныя части. Эта линія называется

Рис. 10.



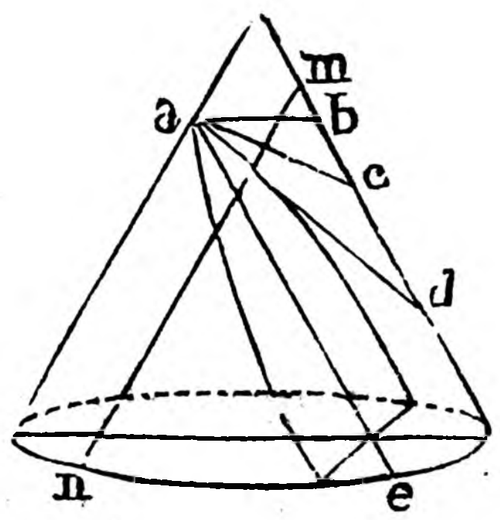
большою осью эллипсиса. Поперегъ ея, также черезъ центръ, проходитъ другая линія de, называемая *малою осью*. Наконецъ обѣ точки SS' называются *фокусами* эллипсиса. Каждыя двѣ линіи, проведенныя отъ обоихъ фокусовъ къ любой точкѣ окружности эллипсиса, какъ напр. Sm и $S'm$ или Sm' и $S'm'$,

равняющіяся натянутой ниткѣ во время прохожденія карандаша черезъ точки m и m', вмѣстѣ взятыя, всегда равны бо́льшой оси эллипсиса. Каждая пара такихъ линій, которыхъ можно себѣ представить очень много, называется *руководящими лучами* или *радіусами векторами*. Разстояніе между эллиптическимъ фокусомъ и центромъ называется *разноцентренностью* или *эксцентриситетомъ* эллипсиса, и чѣмъ незначительнѣе эта разноцентренность, тѣмъ ближе подходитъ эллипсисъ къ формѣ круга. Чтобы опредѣлить плоскость эллипсиса, надо помножить сперва половину большой оси на половину малой, т. е. ac на dc, а полученное произведеніе помножить на число 3,14.

Эллипсисъ заслуживаетъ особеннаго вниманія потому, что большая часть небесныхъ тѣлъ, въ томъ числѣ и наша земля, при движеніи своемъ описываетъ эллипсисъ.

§ 14. *Парабола*. Эта кривая линія имѣетъ совершенно другія свойства. Происхожденіе ея всего легче объяснить средствомъ конуса, который, какъ извѣстно, имѣетъ круглое основаніе и кверху постепенно съуживается. Представимъ себѣ, что конусъ разсѣченъ поперечными плоскостями параллельно его основанію (какъ линіи ab на рис. 11); тогда всѣ разрѣзы его будутъ представлять совершенно круглыя плоскости; но если сѣченія будутъ имѣть косвенное направленіе, какъ напримѣръ ac и ad, то изъ нихъ образуются эллипсисы; если, наконецъ, разсѣкать конусъ параллельно одной изъ его сторонъ, какъ напримѣръ вдоль линій ae и mn, то каждая изъ получаемыхъ чрезъ то плоскостей будетъ ограничена *параболой*, т. е. такою кривою линіею, концы которой никогда не могутъ сойтись между собою, хотя бы ихъ продолжали до безконечности.

Рис. 11.



Надобно замѣтить, что нѣкоторыя небесныя тѣла, называемыя кометами, на своемъ пути вокругъ солнца описываютъ эллиптическую линію, разноцентренность которой обыкновенно

столь велика, что эта линія кажется параболическою, т. е. такою, концы которой никогда не сходятся; а между тѣмъ положительно извѣстно, что кометы, наблюдаемыя во время прохожденія своего вокругъ солнца на ближайшемъ разстояніи, черезъ извѣстные промежутки времени, черезъ десятки и сотни лѣтъ, снова появляются на томъ же мѣстѣ, на которомъ были наблюдаемы прежде, и слѣдовательно описываютъ эллиптическую линію, а не параболу.

§ 15. *Межевая наука или искуство измѣренія.* Подъ словомъ «измѣреніе» понимается сравненіе какой нибудь величины, какой нибудь линіи, поверхности, плоскости или пространства съ данною однородною и опредѣленною мѣрою. Посредствомъ измѣренія мы узнаемъ, сколько разъ извѣстная мѣра повторяется въ данной величинѣ. Изъ этого видно, что весьма важно знать тѣ единицы мѣры, посредствомъ которыхъ производится измѣреніе; но такъ какъ единицы мѣръ въ разныя времена и въ разныхъ странахъ чрезвычайно различны, то мы укажемъ здѣсь только на главнѣйшія, наиболѣе употребляемыя при астрономическихъ измѣреніяхъ и чаще другихъ встрѣчающіяся въ ученыхъ сочиненіяхъ.

§ 16. *Таблица мѣръ.* Въ § 7 Физики (Книга Природы, ч. II, стр. 10—12) мы уже представили сравнительную таблицу нѣкоторыхъ наиболѣе употребительныхъ мѣръ, и приняли за общую единицу *метръ*, составляющій одну десятимилліонную часть четверти земнаго меридіана, т. е. линіи, проходящей по окружности земнаго шара черезъ оба полюса.

Представимъ же себѣ, что наибольшій кругъ, описываемый линіею, проходящею поперегъ земнаго шара на равномъ разстояніи отъ обоихъ полюсовъ, и называющійся *экваторомъ*, раздѣленъ на 360 равныхъ частей или *градусовъ*, и возьмемъ *одну пятнадцатую часть* градуса. Эта пятнадцатая часть градуса имѣетъ опредѣленную и неизмѣнную длину и принята

за единицу мѣры для большихъ разстояній подъ названіемъ *географической* или *нѣмецкой мили*.

Этою мѣрою, принятою всѣмъ образованнымъ міромъ, мы будемъ руководствоваться во всѣхъ дальнѣйшихъ астрономическихъ измѣреніяхъ, и для большей наглядности приведемъ здѣсь сравнительный перечень отношеній, существующихъ между ею и другими, наиболѣе употребительными въ разныхъ странахъ единицами погонной мѣры.

Одна географическая или нѣмецкая миля равна:

= 3806,7 тоазамъ. 1 тоазъ =6 париж. футамъ.
= 7407 метрамъ.
= 8096 ярдамъ. 1 ярдъ =3 англ. футамъ.
=22840 париж. футамъ.
=23639,6 прусск. футамъ.
=29676 гессенск. футамъ.
=0,742 франц. милямъ.
=0,978 австр. милямъ.
=0,985 прусск. милямъ.
=1,333 морскимъ часамъ.
=4,611 англ. милямъ.
=6,956 русск. верстамъ.

Далѣе:

1 франц. миля	=	1	миріаметру	=10000	метр.
1 австрійск. миля. . .	=24000	австр. фут.	=	7586	»
1 прусск. миля	=24000	прусск. фут.	=	7533	»
1 нѣм. или геогр. миля	=	1/15	градуса	=	7407	»
1 путевой морской часъ	=	1/20	градуса	=	5556	»
1 старая франц. миля (лье)	=	1/25	градуса	=	4444	»
1 морская миля. . . .	=	1/60	градуса	=	1851	»
1 англійск. миля . . .	=	1760	ярдамъ	=	1609	»
1 русская верста . . .	=	3500	русск. фут.	=	1067	»
1 древняя стадія . . .	=	1/40	геогр. мили	=	185	»

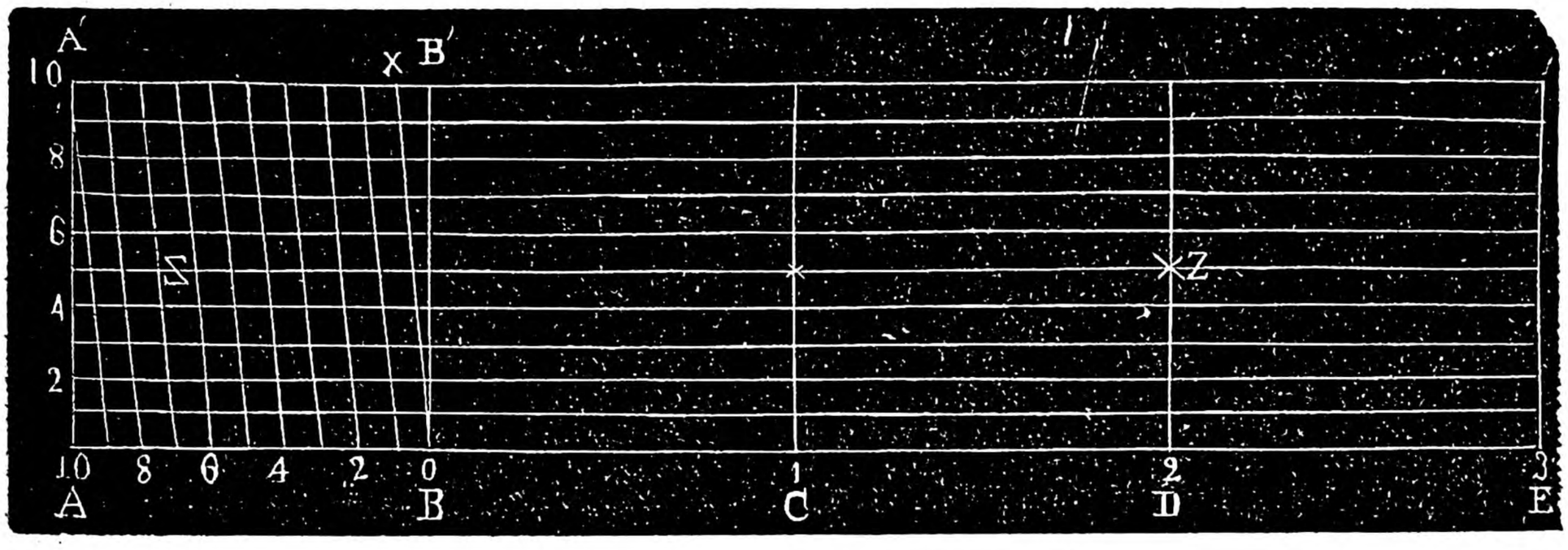
§ 17. *Разстояніе. Сокращенный масштабъ.* Если мы представимъ себѣ въ пространствѣ какую нибудь опредѣленную точку, то всякая другая точка того же пространства будетъ находиться въ болѣе или менѣе значительномъ отдаленіи отъ нея. Прямая линія, проведенная между двумя данными точками въ пространствѣ или на плоскости, мысленно или *графически*, т. е. наглядно, есть *кратчайшее* разстояніе между этими точками, и называется просто *разстояніемъ*.

Какъ пространство, такъ и разстояніе не имѣетъ предѣла, а потому во многихъ случаяхъ ни то, ни другое не можетъ быть выражено никакою опредѣленною мѣрою или числомъ. Разстоянія бываютъ *измѣримыя* и *неизмѣримыя*. Къ первымъ относятся такія, которыя могутъ быть опредѣлены непосредственнымъ сравненіемъ ихъ съ извѣстною единицею мѣры или посредствомъ вычисленія. Такъ напр. разстоянія между небесными тѣлами мы опредѣляемъ посредствомъ извѣстныхъ уже разстояній звѣздъ или земныхъ радіусовъ; большія разстоянія на земной поверхности посредствомъ миль, верстъ, саженъ и т. д., а меньшія посредствомъ футовъ, дюймовъ, линій и т. д.

Для большаго поясненія понятія о неизмѣримости скажемъ, что неизмѣримымъ называется такое разстояніе, котораго мы не въ состояніи опредѣлить ни нашими чувствами, ни самыми совершенными инструментами, придуманными наукой для усиленія природныхъ чувствъ. Такъ, напримѣръ, мы называемъ *неизмѣримо-малымъ* разстояніе между атомами какого нибудь тѣла или матеріи, и *неизмѣримо-великимъ* разстояніе, отдѣляющее насъ отъ неподвижныхъ звѣздъ и туманныхъ пятенъ на небѣ.—Для опредѣленія неимовѣрно большихъ разстояній, т. е. такихъ, которыя не только недоступны для нашего глаза, но даже ставятъ въ тупикъ людей съ самымъ вѣрнымъ глазомѣромъ, обыкновенно прибѣгаютъ къ помощи *сокращеннаго масштаба* (рис. 12), посредствомъ котораго представ-

ляется возможность обозначать эти разстоянія на бумагѣ, и такимъ образомъ дѣлать сравнительныя вычисленія и выводы, важные въ научномъ отношеніи.

Рис. 12.



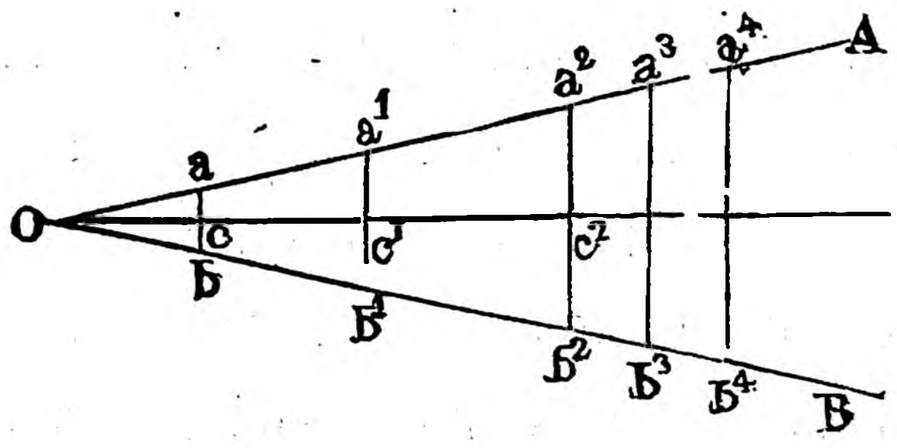
Масштабъ этотъ, устройство котораго основано на геометрическихъ законахъ, представляетъ линейку, обыкновенно металлическую, съ различными подраздѣленіями, соотвѣтствующими извѣстнымъ величинамъ. Такъ, изображенныя на рисункѣ 12 линіи AB, BC, CD и DE представляютъ собою извѣстныя разстоянія, напр. мили. Линія AB раздѣлена на десять равныхъ частей, изъ которыхъ каждая равняется слѣдовательно одной десятой части мили; точно также раздѣлена и линія $A'B'$. Діагональ Bx, въ свою очередь, обозначаетъ на линіяхъ, параллельныхъ AB (которыхъ десять), десятыя доли одной десятой мили, стало быть сотыя части мили, и притомъ такъ, что первая линія снизу обозначаетъ $^1/_{10}$, вторая $^2/_{10}$, третья $^3/_{10}$ и т. д. (какъ это видно изъ треугольника BxB') и что слѣдовательно съ помощію циркуля легко можно измѣрить какую угодно длину, и обозначить ее на масштабѣ въ цѣлыхъ миляхъ, десятыхъ и сотыхъ доляхъ мили. Если бы намъ требовалось перенести на бумагу, напримѣръ, разстояніе въ $2^3/_4$ мили $=2{,}75$ мили, то мы поставили бы одну ножку циркуля въ точку Z (на пятой чертѣ снизу и на третьей поперечной линіи, считая слѣва), а другую въ точку пересѣченія 7-ой косой линіи съ 5-ою параллельною чертою снизу, и тогда раз-

стояніе между обѣими ножками циркуля соотвѣтствовало бы 2 полнымъ милямъ, 7 десятымъ и 5 сотымъ, или $2^3/_4$ мили, т. е. той самой длинѣ, которую намъ нужно было нанести на планъ.

§ 18. *Опредѣленіе разстоянія.* Настоящее измѣреніе, т. е. непосредственное наложеніе извѣстной мѣры длины или такъ называемой *межевой цѣпи* можно производить только при небольшихъ разстояніяхъ, когда требуется опредѣлить напримѣръ длину поля или ширину улицы; въ астрономіи же такой способъ измѣренія рѣшительно не примѣнимъ. Поэтому здѣсь не можетъ быть рѣчи о томъ, какъ *измѣряются* разстоянія, а должно быть объяснено, какимъ образомъ они *вычисляются*. Но для того, чтобы читатель могъ понять насъ, намъ необходимо познакомить его съ нѣкоторыми основными положеніями о подобіи треугольниковъ, а также съ нѣкоторыми тригонометрическими законами.

Рисунокъ 13 изображаетъ острый уголъ AOB, обѣ стороны котораго, точно также какъ и горизонтальная линія, раздѣ-

Рис. 13.



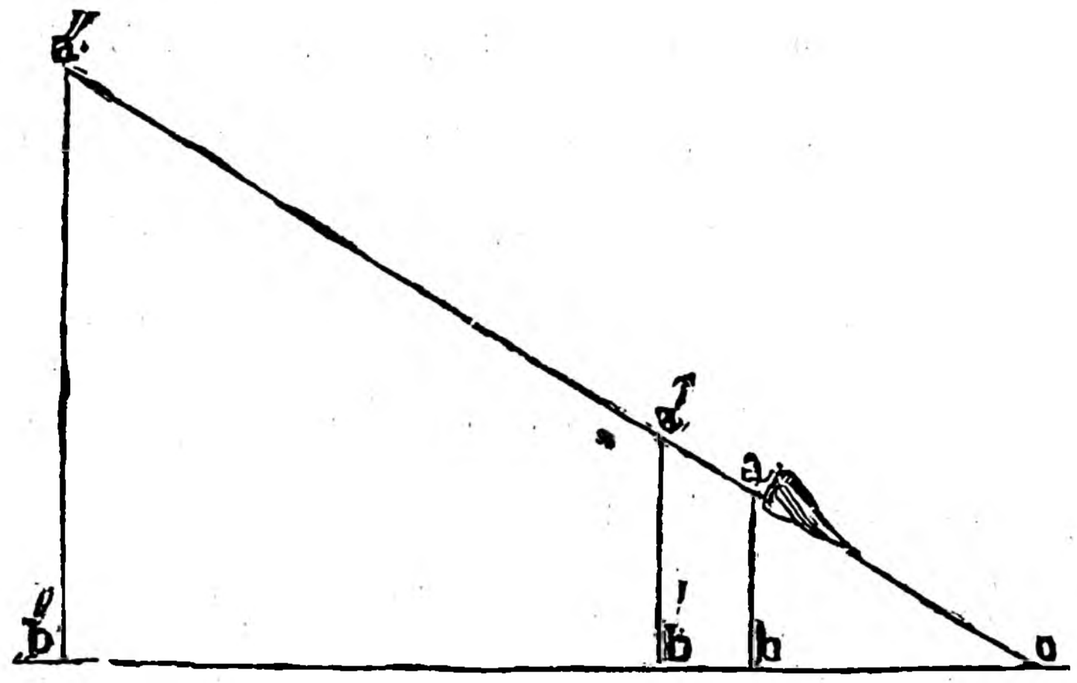
ляющая этотъ уголъ пополамъ, пересѣкаются рядомъ параллельныхъ между собою линій ab, a^1b^1, a^2b^2 и т. д. Мы видимъ, что длина этихъ линій увеличивается по мѣрѣ удаленія ихъ отъ вершины угла O, и притомъ доказано, что линія a^1b^1 во столько разъ длиннѣе ab, во сколько разъ линія oc^1 длиннѣе oc, или во сколько разъ линія oa^1 длиннѣе oa и во сколько разъ линія ob^1 длиннѣе ob. Тоже самое относится и ко всѣмъ про-

чимъ параллельнымъ линіямъ, которыя могутъ быть проведены отъ одной стороны даннаго угла къ другой. Такъ напр. a^4b^4 во столько разъ больше a^3b^3, во сколько разъ oa^4 больше oa^3 и т. д.

На основаніи правила, выводимаго изъ этихъ отношеній, можно вычислить величину любаго разстоянія, какъ вертикальнаго, такъ и горизонтальнаго.

Пусть $a''b''$ будетъ башня, высоту которой требуется опредѣлить (рис. 14). Прежде всего съ точностію измѣряютъ длину

Рис. 14.



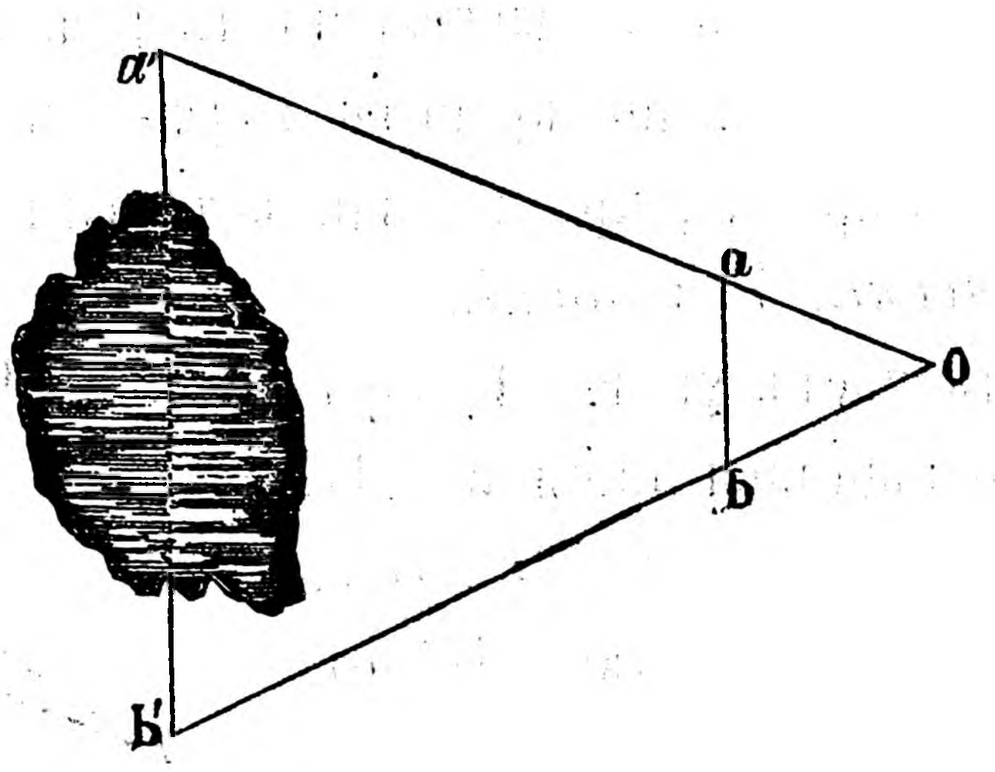
горизонтальной линіи $b''o$, составляющей продолженіе основанія башни; потомъ, въ извѣстномъ пунктѣ, вколачиваютъ въ землю колъ ab, чрезъ верхній конецъ котораго направляютъ глазъ къ верхушкѣ башни a'', и наконецъ въ нѣкоторомъ разстояніи отъ него вбиваютъ другой колъ $a'b'$, такимъ образомъ, чтобы вершина его казалась глазу на одной прямой линіи съ a''. Если затѣмъ мысленно продолжить эту линію такъ, чтобы она пересѣкласъ съ горизонтальною плоскостью въ точкѣ o, и перенести полученную такимъ образомъ фигуру на бумагу, то получится фигура, совершенно похожая на верхнюю половину чертежа, представленнаго выше на рисункѣ 13. Согласно сказанному выше, линія $a''b''$ будетъ во столько же разъ больше линіи $a'b'$, во сколько линія $b''o$ больше линіи $b'o$. Если, напримѣръ, линія $a'b$ равна 15 футамъ, а $b'o$ 30 футамъ,

то линія $a''b''$ должна быть вдвое короче измѣренной горизонтальной линіи $b''o$, и если послѣдняя имѣетъ въ длину 120 футовъ, то вышина башни составитъ 60 футовъ.

Такъ какъ извѣстно, что длина тѣней, бросаемыхъ двумя предметами разной величины, относятся другъ къ другу какъ высоты этихъ предметовъ, то по длинѣ тѣни, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, очень не трудно опредѣлить и высоту самаго предмета. Для этого стоитъ только вымѣрить снова длину вбитаго въ землю кола $a'b'$ (рис. 14) и его тѣнь, а потомъ измѣрить тѣнь, бросаемую башнею, положимъ $b''o$. Во сколько разъ длина кола больше или меньше его тѣни, во столько же разъ дѣйствительная высота измѣряемой башни будетъ больше или меньше длины ея тѣни.

Этотъ простой способъ, конечно съ соотвѣтствующимъ измѣненіемъ пріема, употребляютъ также для вычисленія разстоянія между двумя точками, непосредственное измѣреніе котораго физически невозможно, какъ напримѣръ разстояніе между вершинами двухъ горъ или вообще между какими нибудь двумя точками a' и b', отдѣленными одна отъ другой лѣсомъ или озеромъ (рис. 15). Въ послѣднемъ случаѣ достаточно измѣрить длину

Рис. 15.



разстоянія ob', чтобы затѣмъ опредѣлить разстояніе между $a'b'$ и $a'o$. Воткнувъ въ землю два шеста a и b такимъ об-

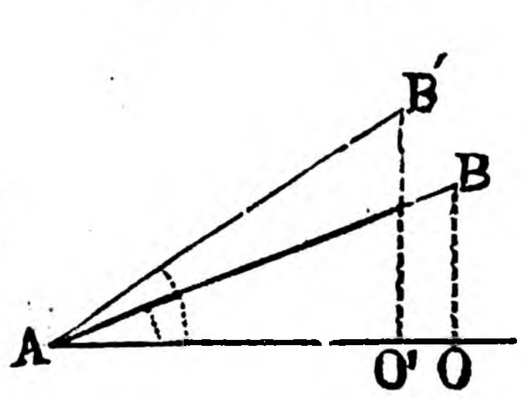
разомъ, чтобы они приходились на прямыхъ линіяхъ, мысленно проведенныхъ отъ точекъ a' и b' къ глазу паблюдателя o, и соединивъ основанія ихъ прямою линію ab, параллельною $a'b'$, получимъ треугольникъ abo, который весьма легко измѣрить; а опредѣливъ длину линіи ab, которая во столько же разъ меньше искомаго разстоянія между a' и b', во сколько разъ линія ob короче ob', мы узнаемъ такимъ образомъ, какъ велико искомое разстояніе.

§ 19. *Тригонометрическое измѣреніе.* Если кому нибудь изъ нашихъ читателей случится встрѣтить на возвышенности холма или на вершинѣ горы болѣе или менѣе высокую пирамиду, сложенную изъ камня или изъ дерева, и прочесть на ней такого рода надпись: *тригонометрическій пунктъ*, то онъ, безъ сомнѣнія, не мало удивится, когда ему скажутъ, что съ помощію такихъ пирамидъ производятъ измѣреніе земной поверхности, и что послѣдняя дѣлится ими на множество треугольниковъ, покрывающихъ ее, какъ сѣткою. Эти треугольники измѣряются, переводятся на планъ, а соотвѣтствующія имъ цифры складываются; полученная сумма треугольниковъ выражаетъ величину измѣряемой поверхности.

Человѣку, незнакомому съ математикой, довольно трудно понять способъ производства и вычисленія такихъ измѣреній; но мы все-таки попытаемся, по крайнѣй мѣрѣ въ общихъ чертахъ, объяснить тѣ пріемы, при помощи которыхъ производятся *тригонометрическія измѣренія*.

Рис. 16 представляетъ уголъ A, образуемый двумя сходящимися линіями, AB и AO. Изъ крайней точки B одной стороны опущена на другую AO отвѣсная линія BO, или перпендикуляръ.

Рис. 16.

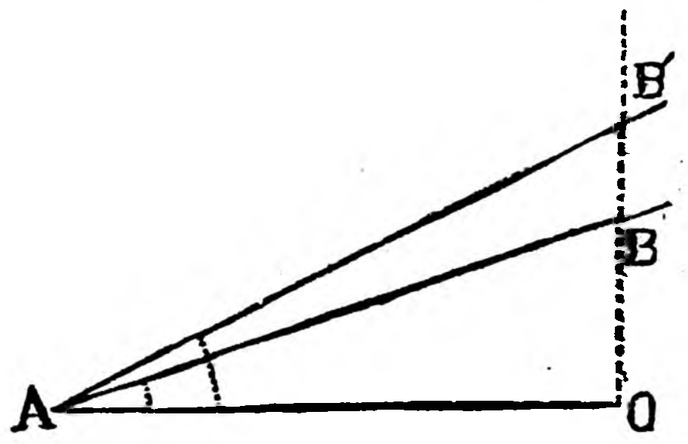


Линія AB не измѣняетъ своей длины, а потому и называется *постоянною величиною*. Предположимъ, что эта линія свободно вращается около точки A, и подымемъ конецъ ея до

точки B'. Ясно, что при этомъ увеличатся какъ уголъ A, такъ и отвѣсная линія $B'O'$, и уголъ $B'AO$ будетъ больше угла BAO, линія $B'O$ больше линіи BO. Увеличивающуюся такимъ образомъ линію называютъ *синусомъ* даннаго угла A.

Теперь представимъ себѣ, что неизмѣнною остается другая сторона угла A (рис. 17), а именно линія AO, и возставивъ на концѣ ея въ точкѣ O перпендикуляръ OB, продолжимъ его до пересѣченія его съ другою стороною угла или линіею AB. Если затѣмъ начнемъ увеличивать уголъ A, то вмѣстѣ съ тѣмъ увеличится и отвѣсная линія, соединяющая обѣ его стороны. Эта отвѣсная линіі, въ настоящемъ случаѣ, называется *тангенсомъ* угла A.

Рис. 17.



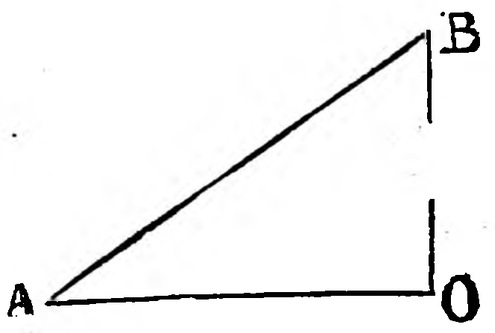
Изъ сказаннаго видно, что *синусъ* и *тангенсъ* суть танія линіи, которыя находятся всегда въ опредѣленныхъ отношеніяхъ къ данному углу, и что обѣ эти линіи увеличиваются по мѣрѣ увеличенія самаго угла. Легко понять, что при всякомъ увеличеніи угла, тангенсъ его увеличивается скорѣе синуса, а на этомъ неравномѣрномъ увеличеніи того и другаго, или точнѣе сказать, на этихъ отношеніяхъ даннаго угла къ его синусу и тангенсу, основанъ особый тригонометрическій законъ, послужившій къ составленію такъ называемыхъ *тригонометрическихъ таблицъ*, въ которыхъ показаны, для каждаго даннаго тла, постоянныя числовыя отношенія между его тангенсомъ ил синусомъ и его *постоянною величиною*. Пусть, напримѣр, требуется опредѣлить синусъ угла въ 30 градусовъ. Открыв таблицу и отыскавъ въ ней данный уголъ, находимъ противъ его цифру 0,5, которая выражаетъ величину синуса, т. е. для гла въ 30 градусовъ она равняется половинѣ постоянной лиіи.

Такимъ образом, зная величину угла и длину одной изъ

его сторонъ, мы при помощи тригопометрическихъ таблицъ всегда можемъ опредѣлить величину синуса или тангенса даннаго угла, не прибѣгая къ особымъ вычисленіямъ.

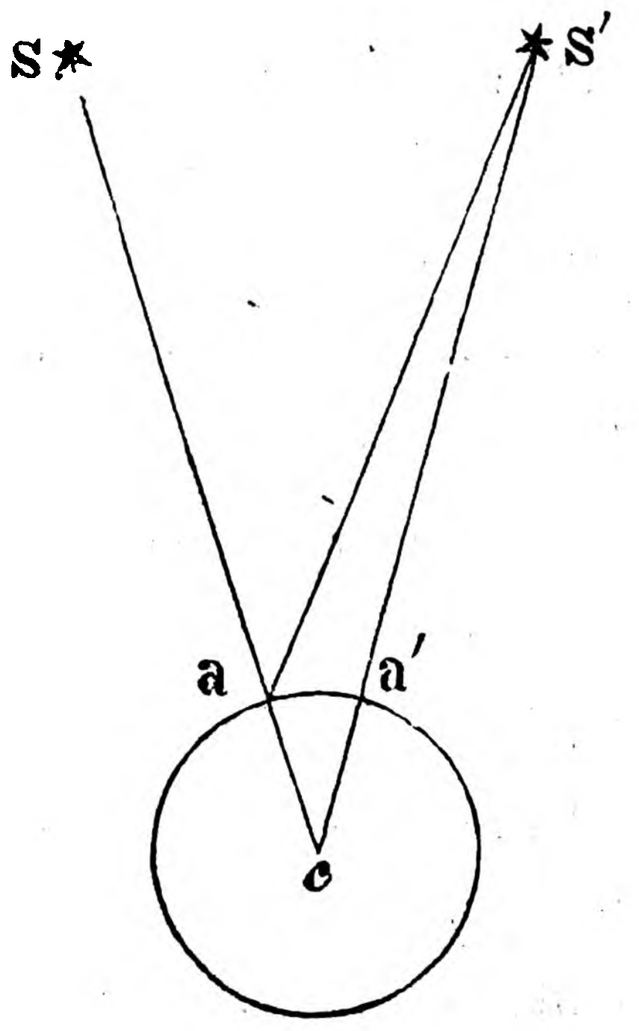
Пояснимъ это примѣромъ. Пусть OB (рис. 18) будетъ башня, высоту которой требуется опредѣлить. Положимъ, что основная горизонтальная линія AO, на которой стоитъ башня, нами измѣрена, и оказалась длинною въ 430 футовъ; что уголъ A также извѣстенъ, и равняется хоть напр. 35°. Линія BO представляетъ тангенсъ угла A. Раскроемъ таблицу, отыщемъ данный уголъ, и мы увидимъ искомую цифру 0,7, которая означаетъ, что тангенсъ BO равенъ $^7/_{10}$ постоянной величины AO. Но длина послѣдней равняется 430 футовъ, слѣдовательно одна десятая часть этой длины составитъ 43 фута, а $BO=7\times43$, или *семи десятымъ*. Такимъ образомъ, высота башни будетъ составлять 301 футъ.

Рис. 18.



§ 20. *Разстояніе и величина небесныхъ тѣлъ.* Для точнаго измѣренія какъ горизонтальныхъ, такъ и вертикальныхъ разстояній на земной поверхности, никогда не прибѣгаютъ къ способу, объясненному въ § 18, а всегда къ помощи тригонометрическихъ вычисленій, которыя представляютъ единственный надежный способъ для опредѣленія величины и разстоянія небесныхъ тѣлъ. Такъ какъ во всѣхъ этихъ случаяхъ за осповную горизонтальную линію принимается полупоперечникъ или радіусъ земнаго шара, то прежде всего необходимо опредѣлить величину этого послѣдняго, а это дѣлается слѣдующимъ образомъ:

Рис. 19.



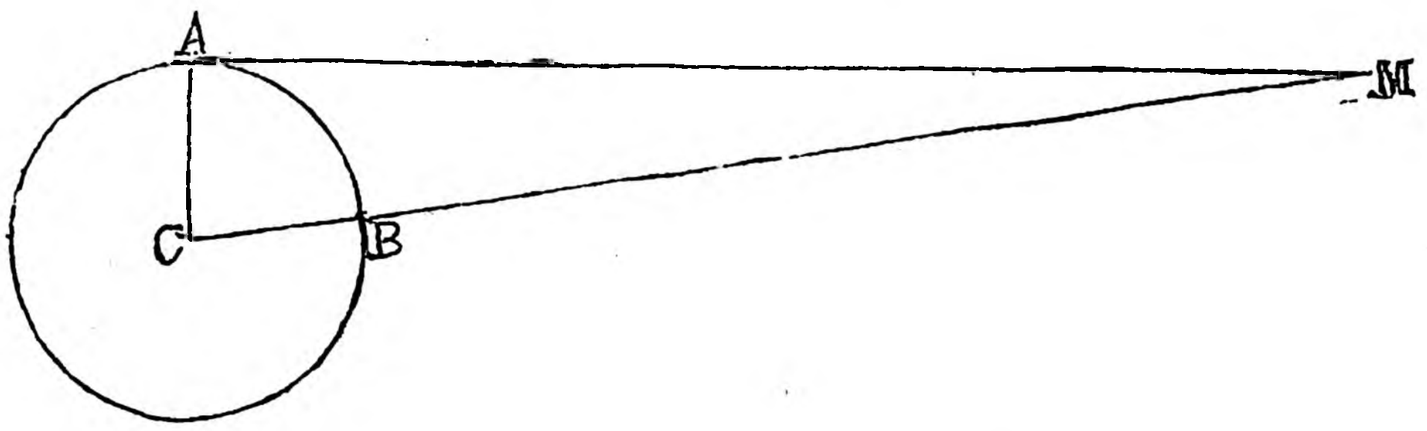
Пусть кругъ, изображенный на рис. 19, представляетъ земной шаръ, точки a и a' двухъ человѣкъ, которые наблюдаютъ

находящіяся надъ ихъ головами неподвижныя звѣзды S и S'. Разстояніе между наблюдателями, представляемое дугой aa', предполагается измѣреннымъ и равнымъ 30 милямъ. Каждый изъ наблюдателей занимаетъ такое положеніе, что линіи, мысленно проведенныя отъ неподвижныхъ звѣздъ, пересѣкаются въ центрѣ земнаго шара, и такимъ образомъ образуютъ въ точкѣ c уголъ ScS'. Этого угла мы *не можемъ* измѣрить, потому что центральная точка земли для насъ недоступна. Но разстояніе между землею и неподвижными звѣздами такъ велико, что не будетъ большой разницы, если мы предположимъ, что центръ земнаго шара перенесенъ въ одну изъ точекъ, изображающихъ наблюдателей, хотя напримѣръ въ точку a, потому что тогда вмѣсто угла ScS' получится уголъ SaS', почти равный ему по величинѣ. И дѣйствительно, разница между обоими углами въ этомъ случаѣ такая же ничтожная, какая бываетъ въ разстояніяхъ между вершиною горы и двумя мошками, изъ которыхъ одна находится въ центрѣ пшеничнаго зерна, а другая на его поверхности. Понятно, что будетъ ли мошка находиться на поверхности зерна или въ его серединѣ, рѣшительно все равно, и разница въ величинѣ угловъ, образуемыхъ разными точками зерна съ вершинами горъ, должна быть неизмѣримо малая, т. е. такая, на которую не стоитъ обращать вниманія. Слѣдовательно, мы не сдѣлаемъ большой погрѣшности, если предположимъ, что уголъ c равенъ углу SaS', который *можетъ быть измѣренъ*. Если измѣреніе покажетъ, что этотъ уголъ равенъ напр. 2 градусамъ, то зная, что дуга равнаго ему угла c, имѣетъ въ длину 30 миль, мы выводимъ заключеніе, что дуга угла въ одинъ градусъ будетъ равенъ уже только 15 милямъ, слѣдовательно длина всей окружности земнаго шара, раздѣляющейся на 360 градусовъ, составитъ $360 \times 15 = 5400$ миль. Изъ § 11 намъ извѣстно, что длина окружности круга въ 3,14 разъ больше его діаметра или по-

перечника, стало быть земной поперечникъ будетъ равенъ $\frac{5400}{3,14}$, что составитъ 1719 миль.

§ 21. Если два человѣка, находящіеся въ точкахъ A и C (рис. 20), наблюдаютъ одну и туже точку M, то разумѣется,

Рис. 20.



что линіи, мысленно проведенныя отъ ихъ глазъ къ этой точкѣ, должны соединиться въ ней и образовать уголъ. Этотъ уголъ принято называть *параллаксическимъ*. Если бы глазъ наблюдателя находился въ точкѣ M, то этотъ уголъ былъ бы угломъ зрѣнія (сравни § 177 физики) и основная линія обоихъ наблюдателей въ точкахъ A и C представлялась бы глазу наблюдателя (въ M) въ видѣ прямой AC. Стало быть, уголъ M выражаетъ кажущуюся величину линіи AC, разсматриваемую изъ точки M, и эта линія называется *параллаксомъ* угла M.

Пусть точка M будетъ луна, C середина или центръ круга, изображающаго землю. Тогда линія AC, согласно сказанному выше, будетъ составлять параллаксъ луны, т. е. кажущуюся величину земнаго полупоперечника или радіуса, наблюдаемаго съ луны. Положимъ, что два наблюдателя A и B въ одно и тоже время смотрятъ на луну, которая представляется имъ на горизонтѣ, въ точкѣ M, и соединимъ мысленно проведенными линіями точки A, C и M. Мы получимъ треугольникъ ACM.

Такъ какъ линія AM, какъ касательная круга (ср. § 11), перпендикулярна къ радіусу AC, то она образуетъ съ нимъ прямой уголъ A; между тѣмъ уголъ C также извѣстенъ, по-

тому что намъ извѣстна длина дуги, раздѣляющей обоихъ наблюдателей. Но по двумъ угламъ въ треугольникѣ очень легко опредѣлить величину третьяго угла, такъ какъ извѣстно, что сумма угловъ треугольника равна двумъ прямымъ угламъ, т. е. $=180^{\circ}$. Такимъ образомъ мы находимъ, что уголъ M, называемый параллаксомъ луны, равняется 56 минутамъ и 58 секундамъ. Теперь мы знаемъ, въ прямоугольномъ треугольникѣ MAC, величину угла $M = 56' 58''$, а также длину земнаго полупоперечника или радіуса $= 860$ милямъ, и этого совершенно достаточно для того, чтобы при помощи тригонометрическихъ вычисленій опредѣлить длину линіи MC, т. е. разстояніе луны отъ земной поверхности.

AC, какъ извѣстно, составляетъ синусъ угла M, а по тригонометрической таблицѣ синусъ угла въ $56' 58'' = {}^{1652}/_{100000}$; на основаніи сказаннаго въ § 19 мы можемъ выразиться слѣдующимъ образомъ: Если мы раздѣлимъ постоянную величину MC, т. е. разстояніе лупы отъ земной поверхности, на 100000 равныхъ частей, то найдемъ, что синусъ AC, или радіусъ, равняется 1652 такимъ частямъ. Но число 1652 содержится въ 100000 шестьдесятъ разъ $({}^{1652}/_{100000} \times 60)$; слѣдовательно разстояніе луны отъ земной поверхности будетъ равняться 60 земнымъ радіусамъ, или $60 \times 860 = 51600$ милямъ.

Такимъ же точно образомъ опредѣленъ и параллаксъ солнца $=8,6''$, и найдено, что оно находится отъ насъ въ разстояніи 20 милліоновъ миль.

§ 22. Зная, на какомъ разстояніи находятся отъ насъ солнце и луна, а равно кажущуюся ихъ величину, не трудно вычислить и дѣйствительную величину того и другаго свѣтила. Обратимся къ прежнему чертежу (рис. 20) и положимъ, что линія AC представляетъ радіусъ луны, а линія AM разстояніе ея отъ земли. Если принять AM за постоянную величину, то AC будетъ тригонометрическимъ тангенсомъ угла M. Точными наблюденіями доказано, что кажущійся діаметръ луны или уголъ зрѣнія, подъ

которымъ онъ представляется наблюдателю, находящемуся въ точкѣ M, составляетъ $31'16''$. Стало быть кажущаяся величина луннаго радіуса $=15'\ 38''$. Тригонометрическій тангенсъ угла въ $15'38''$ относится къ постоянной величинѣ, какъ 454 : 100000; а такъ какъ постоянная величина $AM=51600$ милямъ, то AC или радіусъ $=\frac{454\times51600}{100000}=234$ милямъ, а діаметръ луны, равный двумъ радіусамъ, т. е. $2AC$, составитъ 468 миль. Такимъ же точно образомъ по кажущемуся діаметру солнца ($=32'0^{88}/_{100}''$) и разстоянію послѣдняго отъ земли нашли, что дѣйствительный діаметръ солнца равенъ 192608 милямъ.

II. ОБЩІЯ АСТРОНОМИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

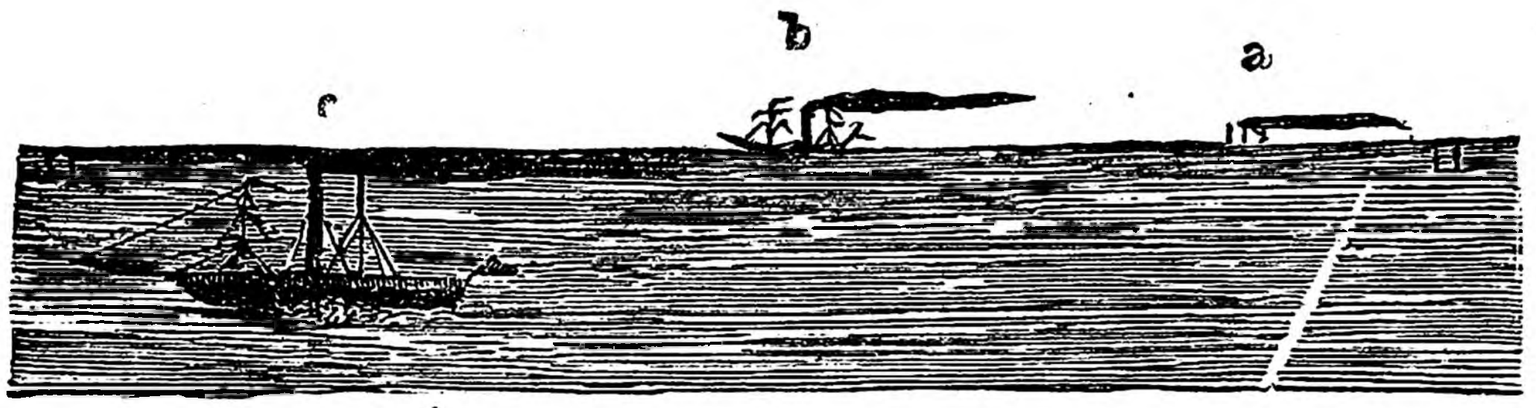
A. *Земля.*

§ 23. *Наружный видъ земли.* Объясненіе астрономическихъ явленій весьма облегчается тѣмъ, что мы съ раннихъ лѣтъ привыкаемъ представлять себѣ солнце, луну и прочія небесныя свѣтила, называемыя звѣздами (къ числу которыхъ принадлежитъ и наша земля), *круглыми тѣлами*, свободно движущимися въ безпредѣльномъ міровомъ пространствѣ по однажды указанному направленію.

Что земля наша кругла, какъ шаръ, тому неопровержимымъ доказательствомъ служатъ слѣдующіе факты. 1) изберите любой пунктъ на земной поверхности, оглянитесь кругомъ, и вы убѣдитесь, что вашъ взоръ обнимаетъ весьма незначительное пространство земной поверхности: крайнія очертанія ея какъ будто опускаются за горизонтъ и скрываются за нимъ до

нѣкоторой степени, чего никакъ не случилось бы, если бы поверхность земли представляла ровную горизонтальную плоскость. 2) Слѣдите съ берега за удаляющимся въ море кораблемъ или пароходомъ (рис. 21). Передъ вами разсти-

Рис. 21.



лается гладкая, какъ зеркало, поверхность моря, по видимому совершенно плоская; почему же, по мѣрѣ удаленія парохода отъ берега, сначала исчезаетъ изъ глазъ кузовъ парохода, потомъ борты, а затѣмъ и самыя мачты и труба, такъ что наконецъ надъ поверхностью воды виднѣются однѣ только верхушки ихъ, которыя спустя нѣсколько мгновеній также исчезаютъ за горизонтомъ? Вѣдь если бы поверхность моря была совершенно плоская, то удаляющійся предметъ долженъ былъ бы постепенно уменьшаться во всѣхъ своихъ частяхъ одинаково, а между тѣмъ, на самомъ дѣлѣ, онъ какъ будто спускается подъ гору. Пароходъ, постепенно исчезающій въ морѣ, представляетъ собою совершенно тоже явленіе, которое мы замѣчаемъ, когда человѣкъ, поднявшись на вершину пригорка, начинаетъ опускаться по противоположному склону его. Сперва мало по малу скрываются ноги, потомъ туловище, плечи и голова, а наконецъ и шляпа. Но вотъ человѣкъ возвращается: надъ вершиною пригорка снова показывается его шляпа, потомъ голова, плечи, туловище, и наконецъ мы видимъ его во весь ростъ. Ясно, что земля кругла. Сверхъ того многія сухопутныя и морскія путешествія, предпринятыя вокругъ свѣта съ тою цѣлію, чтобы убѣдиться, что земля дѣйствительно кругла,

какъ шаръ, доказали это самымъ убѣдительнымъ образомъ. Съ какой бы точки земной поверхности путешественникъ ни отправится, онъ всегда возвратится къ ней съ противоположной стороны, если только онъ постоянно будетъ держаться прямаго направленія. Само собою разумѣется, что мы говоримъ только о такихъ кругосвѣтныхъ путешествіяхъ, которыя не представляютъ непреодолимыхъ преградъ. Наконецъ, доказательствомъ шарообразности земли служитъ еще то, что во время лунныхъ затмѣній мы замѣчаемъ на отуманенномъ дискѣ луны кругловатую тѣнь, бросаемую на него нашею землею въ тотъ моментъ, когда земной шаръ, двигаясь вокругъ солнца, становится между солнцемъ и луной; а также многочисленныя наблюденія надъ прочими небесными тѣлами несомнѣнно показали, что они имѣютъ круглую форму.

Но не смотря на то, что земля кругла, какъ шаръ, поверхность ея все-таки *кажется намъ плоскою*; это происходитъ оттого, что поверхность земли чрезвычайно обширна по нашимъ обыкновеннымъ понятіямъ. Даже съ вершинъ высочайшихъ горъ, лежащихъ на высотѣ 10000 футовъ надъ поверхностью моря, взоръ нашъ можетъ окинуть только *одну четырехтысячную часть* ($^1/_{4000}$) земной поверхности, и эта-то сравнительно-малая часть поверхности представляется намъ совершенно плоскою (Ср. § 65 Физики, въ которомъ говорится о сплющенности земнаго шара).

§ 24. *Величина земнаго шара.* Въ § 21 мы показали, какимъ образомъ можно съ точностью измѣрить величину такого обширнаго тѣла, какъ наша земля. Это измѣреніе привело къ слѣдующимъ выводамъ:

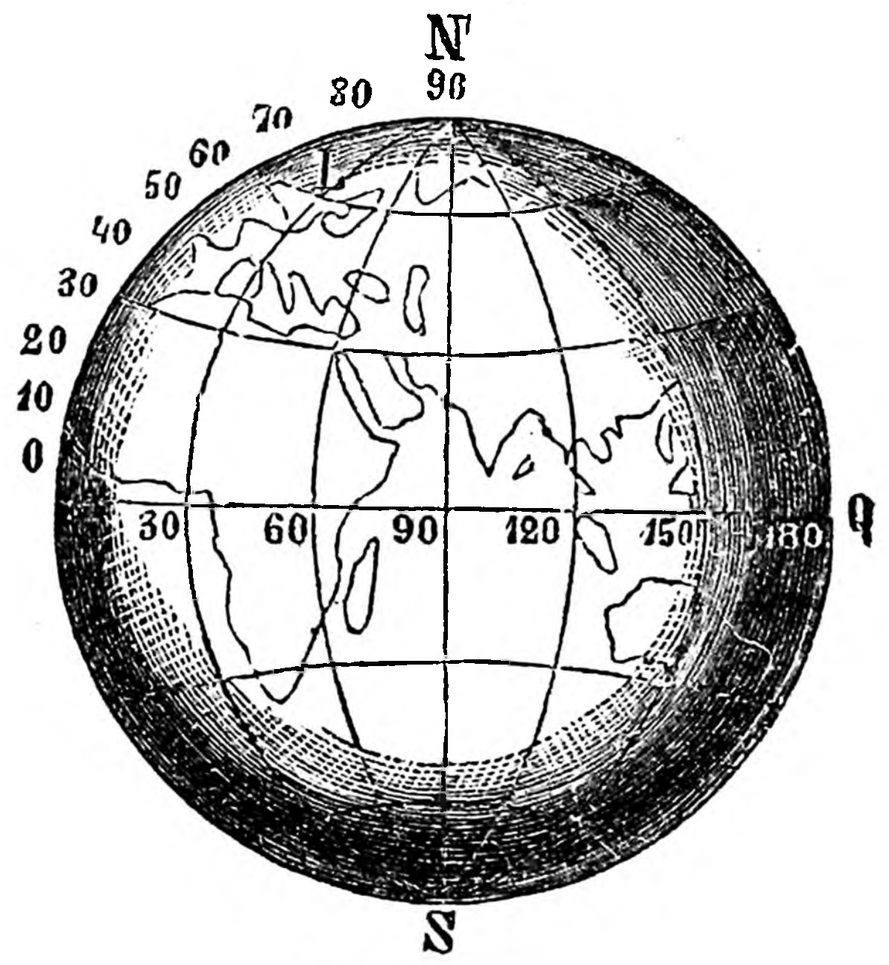
Поперечникъ земли	=	1719 мил. (пог. мѣры).
Наибольшая окружность	=	5400 »
Поверхность	=	9282060 квадр. мил.
Объемъ или кубич. содерж.	=	2,659,310,190 кубич. мил.

Изъ этихъ цифръ легко понять, что возвышенности и вы-

пуклости, встрѣчаемыя на земной поверхности въ видѣ горъ, какъ бы значительны онѣ не казались намъ, въ сущности ничтожны и не имѣютъ ни малѣйшаго вліянія на общій видъ земли. Высочайшія горы на земной поверхности, по отношенію къ ней, представляются песчинками въ *одну сотую часть дюйма* вышиною, если предположить, что поперечникъ земнаго шара равенъ 16 дюймамъ, т. е. если взять деревянный шаръ такихъ размѣровъ и сообразить отношеніе приставшихъ къ его поверхности мельчайшихъ песчинокъ.

§ 25. *Подраздѣленіе земнаго шара.* Обыкновенный кегельный шаръ, пущенный съ размаха въ кегли, пробѣгаетъ не только по прямому направленію, но дѣлаетъ еще другое движеніе, именно коловратное, *вокругъ своей оси*, т. е. линіи, мысленно проведенной поперегъ шара черезъ его середину.

Рис. 22.



Наблюденія показали, что земной шаръ (рис. 22) также обращается вокругъ своей оси, NS, крайнія оконечности которой называются *полюсами* : сѣвернымъ (N) и южнымъ (S). Поперечная большая круговая линія AQ, проведенная по поверхности земли, въ одинаковомъ разстояніи отъ обоихъ полюсовъ, называется *экваторомъ* и дѣлитъ земной шаръ на два равныя *полушарія*, сѣверное и южное. Экваторіальная линія дѣлится на 360 равныхъ частей или *градусовъ*, изъ которыхъ каждый, какъ мы уже упоминали въ § 21, равенъ 15 милямъ. Представимъ себѣ, что отъ каждаго градуса проходятъ черезъ оба полюса круговыя линіи по поверхности земнаго шара, которая такимъ образомъ покроется 360-ю кольцами, соединяющимися около полюсовъ. На чертежѣ, который находится у насъ

передъ глазами, видна только передняя половина земнаго шара, раздѣленная на шесть продольныхъ полосокъ, разстояніе между которыми равняется 30 градусамъ. Эти кольца или круговыя линіи, пересѣкающія экваторъ подъ прямымъ угломъ по направленію отъ полюсовъ, называются *меридіанами* и имѣютъ одинаковую длину. Понятно, что разстояніе между этими линіями (число которыхъ равняется числу градусовъ, т. е. 360), равное на экваторѣ 15 милямъ, постепенно уменьшается, по мѣрѣ приближенія ихъ къ полюсамъ, гдѣ всѣ онѣ соединяются въ одной точкѣ.

Чтобы удобнѣе было считать меридіаны, надобно имѣть какую-нибудь опредѣленную точку на экваторѣ, напр. *A* (рис. 22). *Первымъ земнымъ меридіаномъ* принято считать круговую линію, проходящую черезъ островъ Ферро, находящійся въ атлантическомъ океанѣ у западнаго берега Африки, а отъ него уже считаютъ слѣдующіе меридіаны, отъ лѣвой руки къ правой. Впрочемъ не во всѣхъ странахъ принято считать меридіаны отъ острова Ферро. Такъ напр., въ Англіи первымъ меридіаномъ считаютъ линію, проходящую черезъ гринвичскую обсерваторію, близъ Лондона; во Франціи — линію, проходящую черезъ парижскую обсерваторію, въ соединенныхъ штатахъ сѣверной Америки—линію, проходящую черезъ уашингтонскую обсерваторію. Гринвичъ лежитъ подъ $17^{\circ}40'$, Парижъ подъ 20° къ востоку, а Уашингтонъ подъ $59^{\circ}23'$ къ западу отъ острова Ферро.

Разстояніе какого нибудь меридіана отъ перваго называется *долготою*, и ею опредѣляется положеніе мѣстности на земной поверхности. Пусть точка *L* (рис. 22) будетъ городъ, мѣстоположеніе котораго требуется опредѣлить. Справившись съ показаннымъ выше дѣленіемъ земной поверхности, мы увидимъ, что данный городъ лежитъ подъ 30° восточной долготы, потому что онъ находится на меридіанѣ, отстоящемъ отъ *перваго* меридіана на 30°. Долгота мѣстоположенія огнедышащей горы Геклы, на островѣ Исландіи, будетъ составлять 1°, города Опорто 9°,

Парижа 20°, Вѣны 34°, Багдада 63°, Калькутты 94°, Кантона 131°, и т. д. Такимъ образомъ, обойдя весь земной шаръ по меридіанамъ, мы снова придемъ къ той точкѣ, отъ которой начинали счетъ. Дойдя до 180° (или 180-го меридіана), мы достигнемъ наибольшаго удаленія отъ перваго меридіана, потому что эта точка составляетъ ровно половину земной окружности, и стало быть находится на точкѣ, противоположной тому пункту, съ котораго мы вышли на другой сторонѣ земнаго шара.

§ 26. Но очевидно, что одной долготой еще нельзя въ точности опредѣлить данную мѣстность на земной поверхности; потому, если намъ говорятъ, что такой-то городъ находится напримѣръ подъ 30° долготы, мы должны искать, въ какомъ именно пунктѣ этой долготы лежитъ данная мѣстность, потому что послѣдняя можетъ находиться на любой точкѣ полукруга *NLS* (см. рис. 22). Для точнаго опредѣленія мѣстоположенія, первый меридіанъ дѣлится поперечными кругами, параллельными экватору, на 90 равныхъ частей, по направленію отъ экватора къ полюсамъ, съ каждой стороны, и эти линіи называются *градусами широты* или *параллельными кругами*, которые постепенно уменьшаются по мѣрѣ приближенія къ полюсамъ.

Такимъ образомъ подъ *широтою* какой-нибудь мѣстности понимается разстояніе ея отъ экватора по направленію къ одному изъ полюсовъ, и широта бываетъ *сѣверная* и *южная*, смотря потому, на которомъ полушаріи находится данная мѣстность; такъ напр. городъ *L*, мѣстоположеніе котораго требовалось опредѣлить, находится, подъ 22°30′ долготы и 60° сѣверной широты, стало быть въ южной части Швеціи, въ чемъ можно убѣдиться, бросивъ взглядъ на карту.

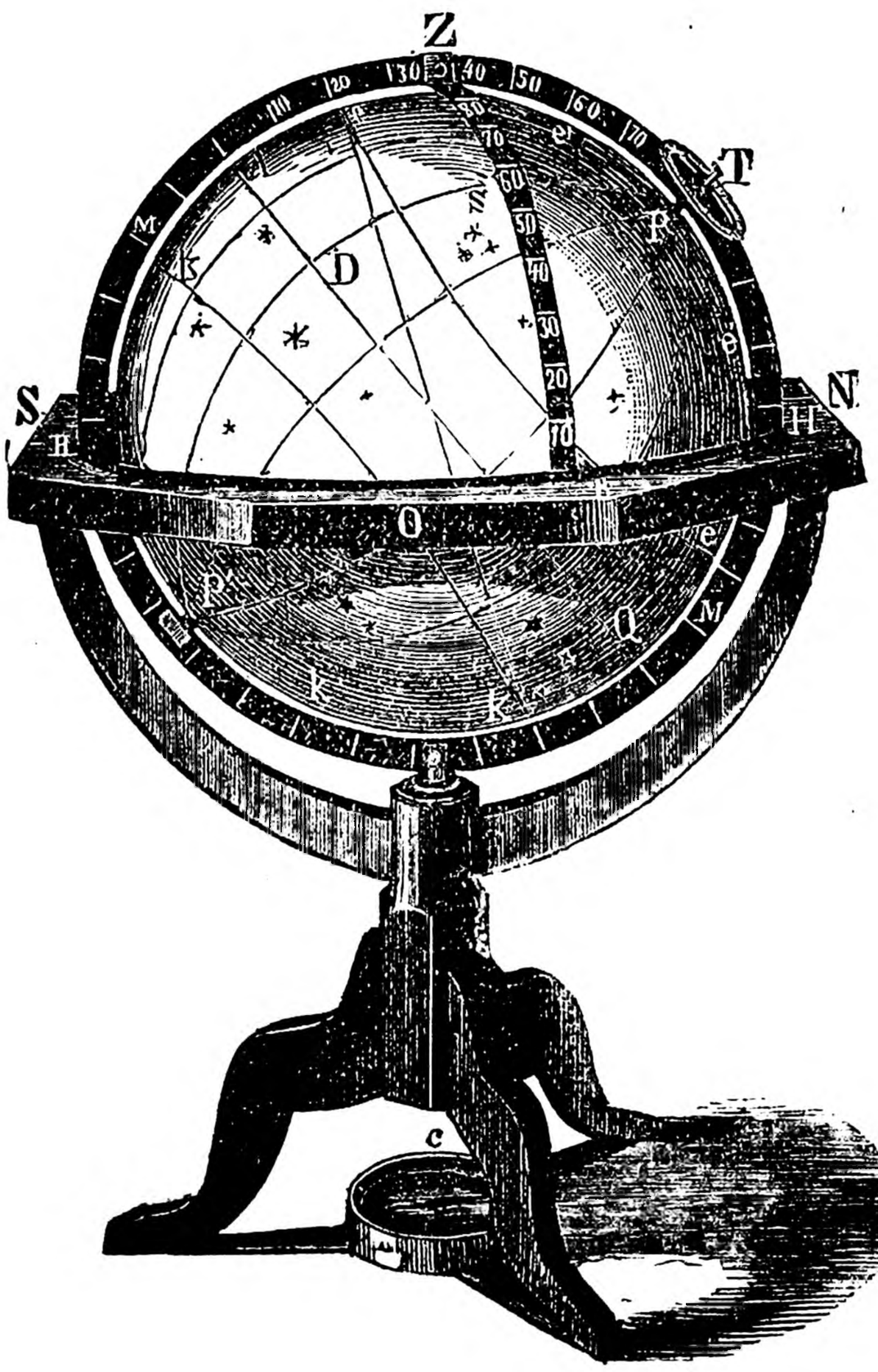
Еще точнѣе опредѣляется положеніе данной мѣстности, если показываютъ не только градусы долготы и широты съ минутами, но и съ дальнѣйшими подраздѣленіями ихъ на секунды,

а мы знаемъ уже, что градусъ дѣлится на 60 минутъ, минута на 60 секундъ, и что они обозначаются слѣдующими знаками:

1^{o} (градусъ) $=60'$ (минутамъ) $=3600''$ (секундамъ).
$1'$ (минута) $=60''$ (секундамъ).

Объясненное выше раздѣленіе земной поверхности предста-
вляется гораздо проще и наглядиѣе при помощи шара, на ко-
торомъ обозначены главныя линіи такого дѣленія и очертанія
всѣхъ частей свѣта съ указаніемъ наиболѣе общеизвѣстныхъ
пунктовъ земной поверхности. Такой шаръ называется иску-
ственнымъ земнымъ шаромъ или *земнымъ глобусомъ* (Рис. 23

Рис. 23.



представляетъ небесный глобусъ, который отличается отъ земнаго только раздѣленіемъ его поверхности).

Глобусъ посредствомъ двухъ штифтиковъ утвержденъ среди

металлическаго кольца (раздѣленнаго на градусы и называемаго *меридіаномъ*), въ нѣкоторомъ разстояніи отъ его внутренней окружности, такъ что онъ можетъ совершенно свободно вращаться около своей оси. Глобусъ устроенъ такъ, что на немъ есть возможность совершенно наглядно объяснить всѣ явленія, относящіяся до обращенія земли. Металлическое кольце, представляющее собою меридіанъ, врѣзано съ двухъ противоположныхъ сторонъ въ горизонтальную подставку, и своею нижнею частію опирается на металлическій устой съ разрѣзомъ. Благодаря такому устройству глобуса, мы можемъ, не двигаясь съ мѣста, сообщить ему любое положеніе, соотвѣтствующее той точкѣ, которую мы избираемъ для наблюденія, причемъ горизонтальный устой глобуса, представляющій плоскую поверхность *НН'*, служитъ для наблюдателя горизонтомъ.

Меридіанъ, начиная отъ экватора, раздѣленъ на 90 градусовъ, такъ что если намъ нужно опредѣлить широту какой-нибудь мѣстности, стоитъ только повернуть глобусъ такъ, чтобы данная мѣстность приходилась подъ меридіаномъ, и взглянуть на цифру, соотвѣтствующую ей на кольцѣ. Долгота мѣстности показывается экваторіальнымъ кругомъ, который раздѣленъ на 360 градусовъ.

О дальнѣйшихъ примѣненіяхъ земнаго глобуса мы будемъ говорить въ §§ 43 и 44, при описаніи *небеснаго глобуса*.

Для примѣра укажемъ здѣсь на положеніе нѣкоторыхъ, наиболѣе извѣстныхъ въ Европѣ пунктовъ земной поверхности:

Названіе мѣстности.	Долгота (по мерид. о. Фер. ро).	Широта (или разстояніе отъ полюс.). сѣверная	Названіе мѣстности.	Долгота (по мерид. о. Фер-ро).	Широта (или разстояніе отъ полюс.). сѣверная
Аѳины	41°32′	38° 5′	Лейпцигъ. .	30° 1′	51°20,
Аугсбургъ. . .	28°31′	48°22′	Лондонъ . .	17°35′	51°31′

Берлинъ . . .	31° 3′	52°31′	Маннгеймъ .	26° 7′	49°29′
Кёльнъ	24°35′	50°56′	Майнцъ . .	25°56′	50° 0′
Константинополь	46°36′	41° 1′	Мюнхенъ . .	29°14′	48° 8′
Дармштадтъ. .	26°19′	49°52′	Парижъ. . .	20° 0′	48°50′
Франкфуртъ на			Петербургъ .	47°59′	59°56′
Майнѣ. . .	26°21′	50° 7′	Прага. . . .	32° 5′	50° 5′
Гёттингенъ . .	27°36′	51°32′	Римъ. . . .	30° 9′	41°54′
Гамбургъ . . .	27°38′	53°33′	Рига	41°47′	56°57′
Инспрукъ . . .	29° 3′	47°16′	Штральзундъ	30°46′	54°19′
Кенигсбергъ .	38°10′	54°43′	Вѣна	34° 2′	48°12′

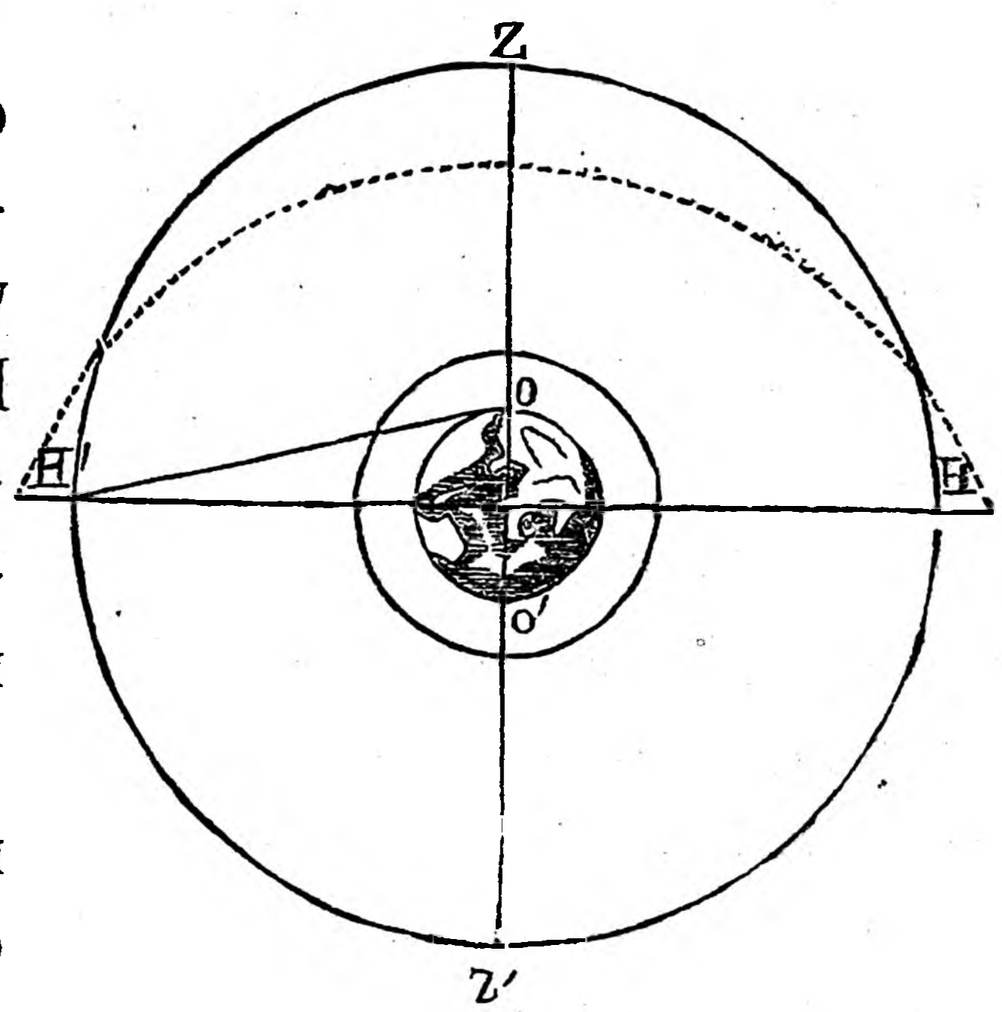
В. *Раздѣленіе неба.*

§ 27. Основною точкою, съ которой человѣческій глазъ наблюдаетъ явленія, совершающіяся въ безпредѣльномъ міровомъ пространствѣ, служитъ земной шаръ или лучше сказать его поверхность. Даже тотъ, кто не обладаетъ никакими астрономическими познаніями, легко можетъ сообразить, что многое изъ того, что мы видимъ при настоящихъ условіяхъ, представилось бы намъ въ совершенно-иномъ видѣ, если бы глазъ нашъ могъ обозрѣвать пространство, напримѣръ, съ луны, съ солнца или какой нибудь изъ наиболѣе отдаленныхъ отъ насъ звѣздъ. Стало быть, намъ остается ограничиться созерцаніемъ пространства при тѣхъ условіяхъ, какія существуютъ, и разсматривать видимыя въ пространствѣ явленія по ихъ отношенію къ земной поверхности, съ которой они наблюдаются; для лучшаго же уразумѣнія явленій, видимыхъ въ міровомъ пространствѣ, послѣднее необходимо раздѣлить на опредѣленные участки и обозначить ихъ условными точками и линіями, имѣющими для всѣхъ одинаковое значеніе.

Прежде всего постараемся съ точностью опредѣлить основную или исходную точку всякаго рода астрономическихъ на-

блюденій. Такою основною точкою можетъ быть любой пунктъ земной поверхности, шарообразная форма которой не допускаетъ никакого различія въ понятіяхъ о верхней или нижней основной точкѣ, и если говорятъ, что точка земной поверхности, противоположная той, на которой мы находимся, лежитъ подъ нашими ногами, то это выраженіе совершенно *условно*, потому что оно одинаково примѣнимо къ обѣимъ точкамъ, возьмемъ ли мы точку *o* или точку *o'* (рис. 24). И та, и другая, равно всѣ прочія точки земной поверхности, въ какомъ бы мѣстѣ ея ни находился наблюдатель, будутъ казаться наивысшими и слѣдовательно одинаково удобными для наблюденія.

Рис. 24.



Теперь предположимъ, что въ обѣихъ данныхъ точкахъ стоятъ наблюдатели, устремляющіе взоры въ пространство, находящееся надъ ихъ головами. Проведемъ воображаемую линію изъ точки Z черезъ средоточіе земнаго шара c, и продолжимъ ее до противоположной точки Z', которая, по отношенію къ наблюдателю, стоящему въ точкѣ o, будетъ находиться у него подъ ногами, между тѣмъ какъ первая находится прямо надъ его головою. Эта первая точка Z, находящаяся надъ головой наблюдателя, называется, по отношенію къ нему, *зенитомъ*, а вторая, противоположная первой, т. е. Z', по отношенію къ тому же наблюдателю, называется *надиромъ*.

Такимъ образомъ, если какая нибудь звѣзда, напримѣръ солнце, становится въ точку Z, то говорятъ: звѣзда находится въ зенитѣ наблюдателя (o). Само собою разумѣется, что звѣзда, видимая въ зенитѣ, ни въ какомъ случаѣ не мо-

жетъ быть видима въ тоже время въ надирѣ, однимъ и тѣмъ же наблюдателемъ.

§ 28. Когда мы смотримъ на звѣздное небо, намъ кажется, что всѣ звѣзды находятся въ одинаковомъ отъ насъ разстояніи, подобно блесткамъ неизмѣримо-обширнаго купола, висящаго надъ нашей головою. Этотъ кажущійся небесный сводъ, усѣянный несмѣтнымъ количествомъ звѣздъ, представляется на чертежѣ (рис. 24) въ видѣ круга $ZH'Z'HZ$, и понятно, что относительное разстояніе между земною поверхностью и внѣшнимъ кругомъ, изображающимъ небесный сводъ или видимое небо, въ дѣйствительности несравненно значительнѣе, нежели какъ это представляется на рисункѣ. Надо впрочемъ замѣтить, что вслѣдствіе такъ называемаго оптическаго обмана, сводъ небесный представляется намъ не совершенно правильнымъ полушаріемъ, какъ бы этого слѣдовало ожидать, а нѣсколько приплюснутымъ, т. е. приблиаительно такимъ, какимъ представляетъ его на нашемъ рисункѣ дуга, обозначенная точками.

§ 29. *Горизонтъ кажущійся и горизонтъ дѣйствительный.* Подымитесь на высокую гору, или встаньте среди обширнаго поля, или, еще лучше, среди необозримой поверхности моря, и вы увидите, что эта поверхность покажется вамъ совершенно круглою и ровною плоскостью, окаймленною со всѣхъ сторонъ необъятнымъ круглымъ сводомъ, который какъ будто покоится на ея краяхъ. Мы говоримъ здѣсь, разумѣется, о томъ впечатлѣніи, какое производитъ общій видъ пространства, наблюдаемаго съ изйѣстной точки, на человѣка, совершенно незнакомаго съ наружнымъ видомъ земнаго шара и окружающею его природою. Этотъ-то кругозоръ, т. е. очертаніе того пространства, которое обнимается нашимъ взоромъ во всѣхъ направленіяхъ, представляетъ круговую линію, всѣ точки которой находятся въ одинаковомъ отъ насъ разстояніи, куда бы мы ни обратили взоры; и эта линія, представляющая форму круга, называется видимымъ или *кажущимся гори-*

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стр.		Стр.
Термоэлектричество	259	Гигрометры.	276
Метеорологія	260	Омброметры или дождеизмѣри-тели	278
Распредѣленіе теплоты на земной поверхности. . .	261	Градъ	280
Изотермы и изотеры . . .	269	Роса и нней	—
О давленіи воздуха и вѣтрахъ	271	Свѣтовыя явленія въ области атмосферы	281
Пассатные вѣтры	273	Утренняя и вечерняя заря .	282
Бури и ураганы	274	Радуга	—
Крутящіеся вихри	—	Зарница	289
Смерчи или тифоны. . . .	275	Сѣверное сіяніе	290
Объ атмосферной влагѣ . .	—		

АСТРОНОМІЯ.

Введеніе	293	штабъ	315
Вспомогательныя орудія, необходимыя для астрономическихъ наблюденій . .	300	Опредѣленіе разстоянія. . .	317
Угломѣръ или транспортиръ .	303	Тригонометрическое измѣреніе	320
Кругъ	308	Общія астрономическія явленія	326
Шаръ	309	Земля	—
Эллипсисъ.	310	Величина земнаго шара . .	328
Парабола	312	Раздѣленіе земнаго шара . .	329
Межевая наука или искуство измѣренія	313	Меридіаны	330
Таблица мѣръ.	—	Параллельные круги. . . .	331
Разстояніе и сокращенный масштабъ	315	Земной глобусъ	332
		Раздѣленіе неба	334
		Горизонтъ кажущійся и горизонтъ дѣйствительный .	336

Рисунковъ отъ 188 *до* 200 *отъ* 1 *до* 24.

Дозволено Цензурою, С.-Петербургъ 26 декабря 1865 года.

ВЪ ТИПОГРАФІИ ДОКТОРА М. ХАНА, ВЪ ГРАФСКОМЪ ПЕРЕУЛКѢ № 5.

Издатель и Редакторъ М. Ханъ.