

ПОПУЛЯРНО-НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

ОЧЕРКЪ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХЪ ЯВЛЕНІЙ
И ИХЪ ПРИМЕНЕНІЙ
КЪ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ

Д. МѢНРО.

~~1872~~

V. P. im. L.

Изданіе А. С. Суворина.

636



146252
2347941

ПОПУЛЯРНО-НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

ОЧЕРКЪ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХЪ ЯВЛЕНІЙ

И

ИХЪ ПРИМѢНЕНІЙ КЪ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ

Д. Мёнро

ПЕРЕВОДЪ СЪ АНГЛІЙСКАГО

ИЗДАНИЕ А. С. СУВОРИНА

С.-ПЕТЕРБУРГЪ

1898





537:621.3

Дозволено цензурою 7 января 1898 г. С.-Петербургъ.



Типографія А. С. Суворина, Эртелевъ пер., д. 13



ГЛАВА I.

Электричество тренія.

Когда школьникъ третъ сургучной палочкой рукавъ своей куртки, затѣмъ держитъ ее надъ кусочками бумаги или соломинками и любитъся, какъ они взлетаютъ кверху и прилипаютъ къ сургучу, то онъ продѣлываетъ, самъ не зная того, основной опытъ электричества. Трениемъ сургуча о сукно онъ наэлектризовалъ сургучъ, а кусочки бумаги и мелкія соломинки притягиваются сургучомъ въ силу таинственнаго процесса, называемаго «индукціей».

Электричество, какъ и огонь, по всей вѣроятности, было открыто первобытными дикарями. По свидѣтельству Гумбольдта, индѣйцы на Ориноко въ видѣ забавы трутъ извѣстнаго сорта бобы, которые потомъ притягиваютъ пучки дикой хлопчатой бумаги, и забава эта, безъ сомнѣнія, очень древняго происхожденія. И древніе греки знали, что кусочекъ янтаря отъ тренія пріобрѣтаетъ свойство притягивать легкія тѣла. Фалесъ Милетскій, самый

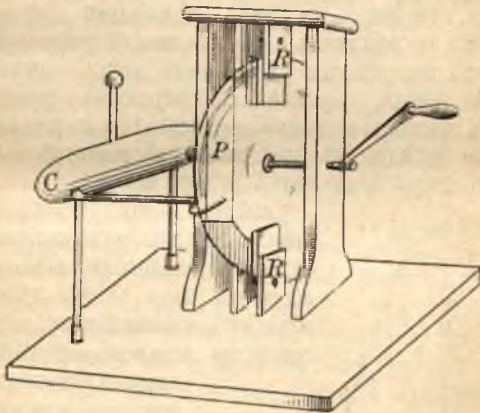
глубокомысленный пзъ семи мудрецовъ, отецъ греческой философіи, объяснялъ это любопытное явленіе присутствіемъ «души» въ янтарѣ — неизвѣстно впрочемъ, что онъ подъ этимъ подразумѣвалъ. Өалесъ жилъ за 600 лѣтъ до Р. Х., въ то самое время, когда Крезъ царствовалъ въ Лидіи, Кпръ Великій въ Персіи, знаменитый Солонъ далъ Аѳинамъ свои законы, а царь египетскій Некосъ велъ войну съ Іосіею, царемъ Іудей, и, разбивъ его на голову при Меггидѣ, посвятилъ поясъ, который у него былъ надѣтъ во время битвы, Аполлону Дидимейскому въ храмѣ Бранхидѣ, близъ Милета.

Янтаръ, ископаемую отвердѣвшую смолу сосны, находили въ Сициліи, на берегахъ Балтійскаго моря и въ другихъ частяхъ Европы. Въ древности, какъ и теперь, онъ цѣнился очень дорого и составлялъ предметъ торговли финикіянь, этихъ исконныхъ купцовъ на Средиземномъ морѣ. Притягивающая способность янтара, надо полагать, еще болѣе увеличивала его цѣнность въ глазахъ суевѣрныхъ народовъ древняго міра, но они, повидному, не изслѣдовали его качества и, кромѣ толкованія Өалеса, не оставили намъ на этотъ счетъ никакихъ свѣдѣній.

Въ исходѣ XVI-го столѣтія д-ръ Джильбертъ пзъ Кольчестера, врачъ королевы Елисаветы, своими опытами показалъ, что это свойство притягивать принадлежитъ далеко не одному только янтарю, а также сѣрѣ, воску, стеклу и другимъ тѣламъ, которыя онъ и назвалъ «электрическими» отъ греческаго слова «электронъ», означающаго «янтарь».

Это великое открытіе было исходной точкой новой науки объ электричествѣ. Слабая, таинственная сила, приводившая въ изумленіе простаковъ и служившая забавой, перестала считаться странной прихотью природы, но, конечно, никому тогда и въ голову не могло придти, что она современемъ перевернетъ весь міръ.

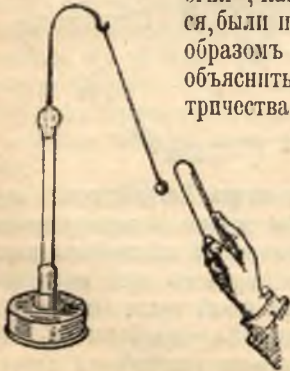
Рис. 1.



Отто Герике, бургомистръ Магдебургскій, первый открылъ способъ добывать электрическую силу въ большемъ колпчествѣ вращеніемъ пара, сдѣланнаго изъ сѣры, причемъ для натиранія служила ладонь человѣческой руки. Этотъ приборъ, усовершенствованный сэромъ Исаакомъ Ньютономъ и другими, которые употребляли стекло,

натираемое шелкомъ, давалъ искры длиною въ нѣсколько дюймовъ. Электрическая машина тренія обыкновенной современной конструкции изображена на рис. 1-мъ; *P*— стеклянный кругъ, надѣтый на ось и приводимый во вращеніе ручкою. Шелковые или кожаные подушки *K*, покрытыя амальгамой изъ ртути и олова для усиленія ихъ дѣйствія, ущемляютъ край круга при его вращеніи. Мѣдный кондукторъ *C*, укрѣпленный на стеклянныхъ ножкахъ, снабженъ остріями, подобными зубьямъ гребня, посредствомъ которыхъ наэлектризованная часть поверхности стекляннаго круга, проходя мимо гребня, заряжаетъ (электризуетъ) кондукторъ. Машинны подобнаго рода дѣлались со стеклянными кругами въ одну сажень въ діаметръ и давали искры около двухъ футовъ длиною.

Рис. 2.



Свойства «электрическаго огня», какъ онъ тогда назывался, были изслѣдованы главнымъ образомъ Дюфэ. Чтобы лучше объяснить основной опытъ электричества, возьмемъ вмѣсто ку-сочковъ бумаги шарикъ изъ сердцевинны бузны, подвѣшенный на шелковой ниткѣ, какъ это изображено на фиг. 2. Если стеклянную палочку сильно потереть

шелковымъ платкомъ и поднести къ шарикъ, то шарикъ къ ней притянется. Точно также можно потереть шелковымъ платкомъ палочку сургуча, кусочекъ сѣры и множество другихъ самыхъ разнообразныхъ веществъ, и мы увидимъ, что они наэлектризуются. Если тереть стекло объ стекло, то оно не обнаружитъ никакихъ признаковъ электричества; то же самое если потереть воскъ объ воскъ; но если треніе производится веществомъ, отличнымъ отъ того, которое трутъ, съ соблюденіемъ надлежащихъ предосторожностей, то мы замѣтимъ, что всякій разъ развивается электричество. Въ дѣйствительности, способность, которую когда-то считали присущей только янтарию, свойственна всѣмъ тѣламъ. Всякое вещество, если потереть его другимъ разнороднымъ съ нимъ веществомъ, наэлектризовывается. Электричество, добываемое такимъ путемъ, называется «электричествомъ тренія». Конечно, нѣкоторыя вещества, какъ напр. янтарь, стекло, воскъ — обнаруживаютъ это свойство сильнѣе другихъ, а потому у нихъ оно и было замѣчено раньше.

Въ сухую морозную погоду треніе черепаховой гребенки наэлектризовываетъ волосы и заставляетъ ихъ цѣпляться за зубья; у нѣкоторыхъ лицъ искры выходятъ изъ тѣла, когда они снимаютъ съ себя фланелевую фуфайку или шелковые чулки. Кошачій мѣхъ или любой другой мѣхъ, если гладить его въ темнотѣ теплой рукой, будетъ свѣтиться, а иногда замѣтно потрескивать. Зимой канадецъ можетъ наэлектризовать себя, волоча ноги, одѣтые

въ туфли, по ковру и зажечь газъ искрой пзъ собственнаго пальца. Но стекло и сургучъ—самыя подходящiе матеріалы для произведенiя опытовъ съ электричествомъ тренiя.

Стеклянная палочка, потертая шелковымъ платкомъ, какъ мы видѣли, сильно наэлектризовывается и притягиваетъ бузиновый шарикъ (рис. 2). Мало того, если замѣнить стеклянную палочку платкомъ,

Рис. 3.



то и онъ будетъ притягивать шарикъ (рис. 3). Слѣдовательно ясно, что и платокъ, которымъ терли стекло, наэлектризовывается такъ же хорошо, какъ и самое стекло. Можно, пожалуй,

предположить, что платокъ просто стеръ часть электричества со стеклянной палочки, но по ближайшемъ

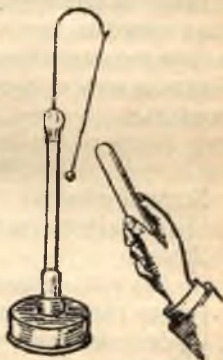
исслѣдованiи легко убѣдиться, что это не такъ. Если мы дадимъ шарикъ прикоснуться къ стеклянной палочкѣ, то онъ позаимствуетъ часть электричества

отъ палочки, и тогда мы замѣтимъ, что шарикъ отталкивается палочкой (рис. 4), затѣмъ, если отнять палочку и поднести вмѣсто нея платокъ, то окажется, что шарикъ будетъ имъ притягиваться. Очевидно, слѣдовательно, что электричество въ шелковомъ платкѣ иного рода, чѣмъ электричество въ стеклянной палочкѣ.

Въ свою очередь, если мы дадимъ шарикъ прикоснуться къ платку и заимствовать часть его электричества, то шарикъ будетъ отталкиваться платкомъ и притягиваться стеклянной палочкой. Итакъ, мы приходимъ къ выводу, что въ то время, какъ стеклянная палочка заряжена одного рода электричествомъ, платокъ, которымъ ее трли, заряжается электричествомъ другого рода и, судя по противоположнымъ дѣйствіямъ ихъ на заряженный шарикъ или индикаторъ, — они совершенно противоположнаго рода. Чтобы отличить эти два рода электричества, ихъ называютъ одно — электричествомъ положительнымъ, другое — отрицательнымъ.

Дальнѣйшіе опыты съ другими веществами показываютъ, что иногда стеклянная палочка заряжается отрицательнымъ электричествомъ, между тѣмъ какъ вещество, которымъ ее натирали — положительнымъ. Такъ, если потереть стеклянную палочку кошачьимъ мѣхомъ, вмѣсто шелковой матеріи, то мы увидимъ, что стекло обладаетъ отрицательнымъ, а мѣхъ положительнымъ электричествомъ. Если же потереть палочку сургуча шелковымъ платкомъ, то сургучъ зарядится отрицатель-

Рис. 4.



нымъ, а платокъ положительнымъ электричествомъ. Но во всѣхъ случаяхъ эти электричества противоположны другъ другу, и развивается того и другого рода электричества одинаковое количество. Итакъ, посредствомъ тренія развивается одновременно одинаковое количество двухъ противоположнаго рода электричествъ.

Если какія-нибудь два изъ нижеперечисленныхъ веществъ тереть одно о другое, то вещество, раньше поименованное въ спискѣ, заряжается положительнымъ, а другое отрицательнымъ электричествомъ:

Положительное (+).

Кошачій мѣхъ.

Шлифованное стекло.

Шерсть.

Пробка при обыкновенной температурѣ.

Грубая сѣрая бумага.

Пробка нагрѣтая.

Бѣлый шелкъ.

Черный шелкъ.

Шеллакъ.

Матовое стекло.

Отрицательное (—).

Изъ этого списка видно, что какъ качество, такъ и сортъ матеріала вліяютъ на родъ электричества. Такъ, шлифованное стекло, если его тереть шелкомъ, развиваетъ положительное электри-

чество, а матовое — отрицательное. Пробка при обыкновенной температурѣ даетъ положительное электричество, если потереть ее пробкой нагрѣтой. Черный шелкъ отрицателенъ относительно бѣлаго шелка.

Опыты, иллюстрированные на рис. 2, 3 и 4-мъ, показали намъ, что, когда шарикъ зарядился положительнымъ электричествомъ отъ стеклянной палочки, то онъ отталкивается зарядомъ одноименнаго электричества въ стеклянной палочкѣ и притягивается отрицательнымъ или разноименнымъ зарядомъ въ платкѣ. Точно также, если шарикъ заряденъ отрицательнымъ электричествомъ платка, то онъ отталкивается одноименнымъ зарядомъ платка и притягивается положительнымъ или разноименнымъ зарядомъ палочки. Поэтому обыкновенно говорятъ, что одноименныя электричества взаимно отталкиваются, а разноименныя притягиваютъ другъ друга.

Мы знаемъ, что всѣ тѣла развиваютъ электричество подъ вліяніемъ тренія несходными тѣлами; но это не можетъ быть доказано относительно каждаго тѣла, если просто держать его въ рукахъ и тереть веществомъ электро-возбуждающимъ, какъ это можно сдѣлать со стекломъ. Напримѣръ, если взять въ руку мѣдную палочку и сильно тереть ее шелковымъ платкомъ, то она не будетъ притягивать шарика, такъ какъ на ней не будетъ и слѣдовъ электричества. Это потому, что мѣдь — проводникъ электричества, а стекло нѣтъ. Другими словами, электричество проводится или отводится

мѣдью, такъ что лишь только оно получится посредствомъ тренія, оно пробѣгаетъ черезъ руку и тѣло человѣка, производящаго опытъ, ибо тѣло человѣка также проводникъ электричества — и уходитъ въ землю. Напротивъ, стекло есть *изоляторъ* (не-проводникъ) и электричество остается на его поверхности. Но если мы придѣлаемъ къ мѣдному стержню стеклянную рукоятку и будемъ во время тренія держать его за нее, то электричество не можетъ уйти въ землю и мѣдный стержень будетъ притягивать шарикъ.

Всѣ тѣла до извѣстной степени проводники электричества, но степень эта такъ различна, что сочли нужнымъ раздѣлить ихъ на два разряда — на проводники и не-проводники, или изоляторы. Между ними есть группа тѣлъ, имѣющихъ среднюю проводимость; они не могутъ быть названы ни хорошими проводниками, ни хорошими изоляторами. Слѣдующія вещества служатъ главными представителями каждой изъ этихъ группъ.

Проводники: Всѣ металлы, уголь.

Полупроводники (дурные проводники и дурные изоляторы): Вода, водные растворы, влажныя тѣла; дерево, хлопчатая бумага, ненька; жидкія кислоты; разрѣженные газы.

Не-проводники или изоляторы: Парафинъ (твердый или жидкій), скипидаръ, шелкъ, каучукъ, сургучъ, шеллакъ, гуттаперча, слоновая кость, сухое дерево, стекло, фарфоръ, слюда, ледъ, воздухъ при обыкновенномъ давленіи.

Замѣчательно, что лучшіе проводники электри-

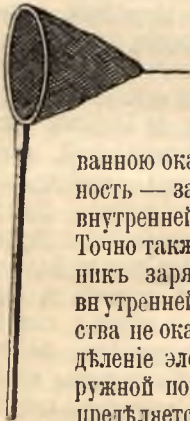
чества, т.е. вещества, оказывающія ему наименьшее сопротивленіе при его прохожденіи, напр. металлы, суть также лучшіе проводники теплоты и что изоляторы, раскаленные до-красна, становятся проводниками. Воздухъ—превосходный изоляторъ, поэтому-то мы и въ состояніи производить опыты съ электричествомъ тренія. Мы можемъ также протягивать на открытомъ воздухѣ ничѣмъ не защищенныя телеграфныя проволоки, только надо изолировать ихъ стеклянными или фарфоровыми колпачками отъ деревянныхъ столбовъ, поддерживающихъ проволоку надъ землей. Съ другой стороны, вода полупроводникъ, но большой врагъ скопленія электричества и приснослобленій, проводящихъ электричество, вслѣдствіе ея свойства просачиваться въ мельчайшіе поры металла, или ложиться налетомъ сырости на холодныхъ поверхностяхъ изоляторовъ, такихъ, какъ стекло, фарфоръ и проч. Поэтому надо устранять сырость и воду, держать изоляторы въ теплѣ и сухости или покрывать ихъ слоемъ лака или парафина. Подводныя телеграфныя проволоки обыкновенно изолируются отъ окружающей воды каучукомъ или гуттанерчей.

Различіе между проводниками и не-проводниками впервые было замѣчено Стівеномъ Греемъ, пансіонеромъ Charterhouse'a. Грею удалось передать зарядъ электричества черезъ бичевку, изолированную шелкомъ, на разстояніе нѣсколькихъ сотъ футовъ и такимъ образомъ сдѣлать важный шагъ къ изобрѣтенію электрическаго телеграфа.

Впослѣдствіи нашли, что электричество тренія появляется только на наружной поверхности проводниковъ.

Это наглядно доказывается снарядомъ Фарадѣя, похожимъ на небольшую сѣтку для бабочекъ и изолированнымъ стеклянной рукояткой (рис. 5).

Рис. 5.



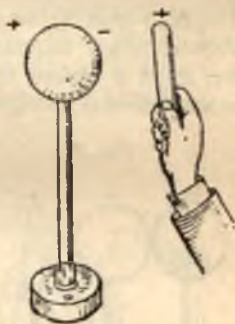
Если зарядить такую металлическую сѣтку, то наэлектризованною окажется только наружная ея поверхность; если сѣтку быстро вывернуть, какъ показано на рисункѣ пунктиромъ, то наэлектризо-

ванной окажется опять наружная поверхность — зарядъ самъ перемѣстится съ внутренней поверхности на наружную. — Точно также, если пустой внутри проводникъ зарядить электричествомъ, то на внутренней его поверхности электричества не окажется. Кромѣ того, на распределеніе электричества вліяетъ форма наружной поверхности: на шарѣ оно распределяется равномерно по всей поверхности, но въ другихъ тѣлахъ скопляется по угламъ или на краяхъ, а преимущественно на острияхъ, откуда нетрудно извлечь его въ видѣ искръ.

Нейтральное тѣло, какъ мы видѣли (рис. 4), можетъ быть заряжено прикосновеніемъ къ тѣлу наэлектризованному; но оно также можетъ быть заряжено посредствомъ индукціи, т. е. черезъ вліяніе

наэлектризованнаго тѣла на разстояніи. Такъ, если зарядить стеклянную палочку положительнымъ электричествомъ (+) и поднести ее на близкое разстояние къ нейтральному, т. е. не-наэлектризованному мѣдному шару, изолированному на стеклянной подставкѣ (рис. 6), то, какъ легко убѣдиться, часть поверхности шара, находящаяся ближе къ стеклянной палочкѣ, уже не будетъ нейтральна, а заряжена отрицательнымъ электричествомъ (-), часть же болѣе отдаленная отъ палочки заряжена положительнымъ электричествомъ (+).

Рис. 6.

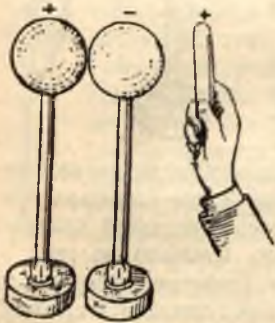


Если же опять удалитъ палочку, то шаръ возвращается къ своему нейтральному, или не-наэлектризованному состоянію, изъ чего видно, что электричество было временно возбуждено, благодаря присутствію наэлектризованной стеклянной палочки. Если мы возьмемъ, какъ показано на рис. 7, два изолированныхъ шара, прикасающихся другъ съ другомъ, и поднесемъ къ нимъ стеклянную палочку, то шаръ, ближайшій къ палочкѣ, зарядится отрицательнымъ, а болѣе отдаленный положительнымъ электричествомъ. Изъ этихъ фактовъ оказывается, что электричество имѣетъ способность нарушать или разлагать нейтральное состояніе проводника,



находящагося по близости, притягивая неоднородный зарядъ и выѣстъ съ тѣмъ отталкивая однородный. Этимъ также объясняется, почему наэлектризованный янтарь или сургучъ способны притягивать легкія бумажки и соломинки или бузиновый шарикъ. Это дѣйствіе даетъ намъ простой способъ развивать значительное количество электричества изъ небольшого первоначальнаго заряда. Ибо, если (рис. 6) на одно мгновеніе устроить сообщеніе между положительно заряженною стороною шара и землей при помощи проводника, то положительный зарядъ его исчезнетъ, оставивъ

Рис. 7.



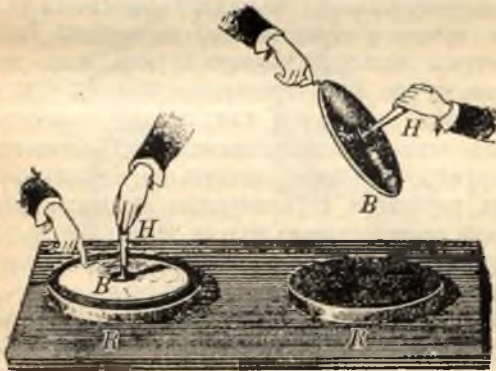
отрицательный на шарѣ. Такъ какъ не будетъ болѣе одинаковаго положительнаго заряда, съ которымъ онъ могъ бы соединиться (необходимо только удалить возбуждающую стеклянную палочку), то онъ такъ и останется на шарѣ, который окажется заряженнымъ отрицательнымъ электричествомъ. Точно также, если разоб-

щить оба шара (рис. 7), то получимъ два равныхъ заряда — одинъ положительный, другой отрицательный. Стоитъ лишь повторять этотъ процессъ при помощи машины много разъ, и можно

развить весьма сильные заряды изъ слабого источника.

Фарадэй убѣдился, что окружающій воздухъ играетъ роль въ этомъ дѣйстви на разстоянїи, и показалъ, что сила индукціи при возбужденїи электричества черезъ вліяніе зависитъ отъ среды между веществомъ, накапливающимъ электричество, и—веществомъ, возбуждающимъ таковое черезъ вліяніе. Онъ показалъ, напр., что индукція черезъ слой сѣры болѣе значительна, чѣмъ черезъ равный по толщинѣ слой воздуха. Это свойство среды называется индуктивной способностью.

Рис. 8.



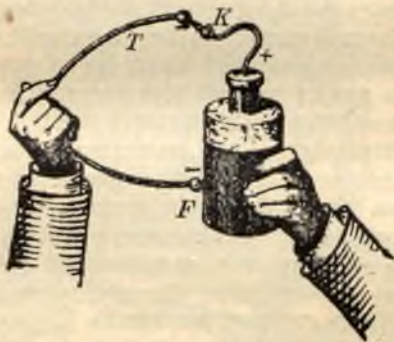
Электрофоръ или носитель электричества очень простой приборъ для возбужденїя и передачи заряда посредствомъ индукціи. Онъ состоитъ, какъ показано на рис. 8, изъ мѣднаго кружка *B*, снабжен-

наго изолирующей стеклянной ручкой *H*, и плоскаго каучуковаго кружка *R*. Если сильно потереть каучуковый кружокъ кошачьимъ мѣхомъ, то ему сообщится зарядъ отрицательнаго электричества. Затѣмъ мѣдный кружокъ поднимаютъ за ручку и кладутъ на каучуковый. Онъ коснется наэлектризованной поверхности въ нѣсколькихъ точкахъ и вслѣдствіе прикосновенія отыметъ у нея небольшой зарядъ электричества. Остальная часть кружка, однако, будетъ изолирована отъ каучука воздухомъ. Главнымъ образомъ, слѣдовательно, отрицательный зарядъ каучука будетъ дѣйствовать черезъ вліяніе и возбудитъ противоположный или положительный зарядъ на нижней поверхности мѣднаго кружка и отрицательный на верхней. Если коснуться пальцемъ мѣднаго кружка, какъ показано на рис. 8, то отрицательный зарядъ уйдетъ черезъ тѣло въ полъ или, какъ принято выражаться, въ «землю», а положительный зарядъ останется на кружкѣ. Мы можемъ уединить его, поднявъ кружокъ, и доказать его присутствіе, извлекиши пзъ кружка пскру суставомъ пальца. Можно повторять этотъ опытъ сколько угодно разъ, пока отрицательный зарядъ сохраняется на каучукѣ.

Маленькія искорки пзъ электрофора или болѣе крупныя при разряженіи электрической машины могутъ быть собраны въ простомъ приборѣ, называемомъ Лейденской банкой. Это открытіе сдѣлано случайно. Кунеусъ, ученикъ Мушенбрёка, профессора Лейденскаго университета, пробовалъ зарядить воду въ стеклянной бутылкѣ, сообщивъ ее цѣ-

почкой съ кондукторомъ электрической машинны. Держа бутылку въ одной рукѣ, онъ разъединилъ цѣпочку другой рукой, и вдругъ получилъ такой сильный ударъ, что уронилъ бутылку на полъ. Мушенбрёкъ, желая провѣрить это явленіе, повторилъ опытъ съ еще болѣе рѣзкимъ и убѣдительнымъ результатомъ. Нервы его были потрясены на цѣлыхъ два дня и онъ признавался, что ни за какія блага въ мірѣ не желалъ бы испытать второй разъ подобное сотрясеніе.

Рис. 9.



Лейденская банка изображена на рис. 9-мъ и состоитъ обыкновенно изъ стеклянки, выложенной снаружи и изнутри, немного болѣе половины, оловяннымъ листомъ *F*. Банку запирають пробкой, черезъ которую продѣтъ мѣдный пруть съ шарикомъ; внутри стеклянки отъ мѣднаго прута спу-

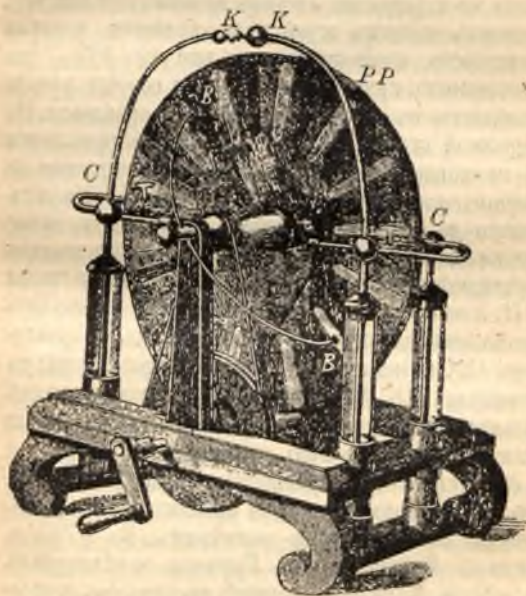
скается цѣпочка до дна. Когда хотять зарядить банку, прикасаются заряженнымъ мѣднымъ кружкомъ или кондукторомъ электрофора къ шарiku мѣднаго прута. Тогда внутренняя обкладка получаетъ положительный зарядъ, который возбуждаетъ отрицательный зарядъ на наружной обкладкѣ, черезъ стекло. Соотвѣтствующій положительный зарядъ, возбужденный въ тотъ же самый моментъ, уходитъ черезъ руку и тѣло въ землю. Теперь, внутренняя обкладка заряжена положительнымъ, а наружная отрицательнымъ электричествомъ, и эти два противоположныхъ заряда связываютъ или держатъ другъ друга взаимнымъ притяженіемъ. Поэтому банка будетъ оставаться заряженной на долгое время: словомъ, пока она не будетъ разряжена нарочно или же пока оба электричества не соединятся постепенно по поверхности стекла.

Чтобы разрядить банку, стоитъ только соединить обѣ оловянныхъ обкладки проводникомъ, и такимъ образомъ дать возможность двумъ отдѣленнымъ разнороднымъ зарядамъ соединиться. Этого можно достигъ, соединивъ толстой проволокой наружную обкладку съ внутренней; или еще лучше посредствомъ двухъ стержней разрядника T , какъ показано на рисункѣ. Если проволоку сперва приложить къ внутренней обкладкѣ, то лицо, производящее опытъ, произведетъ разрядъ черезъ свои руки и грудь, какъ это было съ Кунеусомъ и Муншенбрёкомъ.

Лейденскія банки могутъ быть для усиленія дѣйствія соединяемы въ батареи. Одинъ способъ со-

стоитъ въ томъ, что соединяють внутреннюю обкладку одной банки съ наружной слѣдующей. Это называется послѣдовательнымъ соединеніемъ и

Рис. 10.



даетъ очень длинныя искры. Другой способъ заключается въ соединеніи всѣхъ внутреннихъ обкладокъ между собою и всѣхъ наружныхъ. Такой

способъ называется параллельнымъ соединеніемъ; онъ даетъ толстую, но не длинную искру.

За послѣдніе годы принципъ индукціи, составляющей секретъ Лейденской банки и электрофора, былъ примѣненъ къ постройкѣ машинъ для добыванія электричества «черезъ вліяніе». Одной изъ лучшихъ машинъ этого рода является машина Вилсгёрста, изображенная на рис. 10; *PP* — два стеклянныхъ круга, которые, если вертѣть ручку, вращаются въ противоположномъ направленіи. Съ наружной стороны каждаго изъ нихъ приклеены по направленію радіусовъ мѣдныя пластинки на равномъ разстояніи другъ отъ друга. Эти пластинки на противоположныхъ концахъ діаметра при каждомъ оборотѣ стеклянныхъ круговъ дважды соединяются между собою проволочными щетками *ВВ*, а собирающіе гребни *ТТ* служатъ для заряженія положительныхъ и отрицательныхъ кондукторовъ *СС*, которые даютъ очень сильныя искры на шарикахъ *КК*. Небольшая такая машина даетъ сильную искру въ 8 — 10 дюймовъ длиною послѣ нѣсколькихъ поворотовъ рукоятки.

Электричествомъ тренія такъ трудно управлять, что оно не примѣнялось на практикѣ въ сколько-нибудь значительныхъ размѣрахъ. Въ 1753 г. Чарльзъ Моррисонъ изъ Гринвика опубликовалъ въ «Scots Magazine» первый проектъ электрическаго телеграфа. Онъ предлагалъ зарядить изолированную проволоку на одномъ концѣ, съ тѣмъ, чтобы она притягивала печатныя буквы азбуки на другомъ. Сэръ Фрэнсисъ Рональдсъ также изо-

брѣль телеграфъ, приводимый въ дѣйствіе этого рода электричествомъ, но ни тотъ, ни другой не вошли въ употребленіе. Моррисонъ, непризнавший геній, опередилъ свой вѣкъ, а Рональда вѣжливо оповѣстило правительство, что «телеграфы какого бы то ни было рода совершенно ненужны». Дѣлаются, правда, небольшіе снаряды для зажиганія газа при помощи искры, а вредные пары на химическихъ и свинцовыхъ заводахъ сгущаются и разсѣваются при помощи разрядовъ машины Вимсгёрста. Электричество, разсѣянное въ воздухѣ, заставляетъ благодаря индукціи сливаться частицы пыли и дыма и осаждаться на стѣнкахъ дымовыхъ трубъ. Быть можетъ, старая примѣта, что коноть, или сажа, въ изобиліи падающія на землю въ душные дни, — предвѣстники грозы, можетъ быть объяснена тою же причиною.

Самымъ важнымъ практическимъ результатомъ дальнѣйшихъ опытовъ съ электричествомъ тренія было великое открытіе Веніаминомъ Франклиномъ тождественности молніи съ электрической искрой. Однажды въ іюнѣ 1752 года въ Филadelphіи онъ пустилъ змѣй подъ грозовой тучей, озабочившись изолировать свое тѣло отъ нитки. Послѣ того, какъ дождь смочилъ нитку и сдѣлалъ ее проводникомъ, онъ могъ извлекать изъ нея искры ключомъ и зарядить Лейденскую банку. Человѣкъ, «похитившій у Юпитера его грома», прославился на весь міръ; скоро начали дѣлать громоотводы для огражденія жизни и имущества отъ дѣйствія грозы. Въ простѣйшемъ устройствѣ это шесть съ желѣзной или

мѣдной проволокой, придѣланный къ стѣнамъ зданія. Нижній конецъ проводника припаянъ къ мѣдной доскѣ, зарытой въ сыромъ грунтѣ или же, если грунтъ сухой, то въ глубокой ямѣ съ коксомъ. Иногда онъ просто припаявается къ водопроводной трубѣ. Верхній конецъ подымается надъ самой высокой дымовой трубой, башней или шпирцемъ зданія и развѣтвляется на острія съ наконечниками изъ нержавеющей металла, какъ напр. платины. Обыкновенно соединяютъ всѣ наружныя металлическія части зданія, какъ водосточныя трубы, жолоба и т. д. съ шестомъ при помощи снаекъ, такъ чтобы они образовали непрерывную металлическую сѣть для разряженія.

Когда грозовая туча, заряженная электричествомъ, пронесется надъ землей, она возбуждаетъ на ней зарядъ противоположнаго качества. Туча и земля съ находящимся между ними воздухомъ аналогичны съ заряженными оловянными обкладками Лейденской банки, раздѣленными стекломъ. Оба разнородныхъ электричества въ банкѣ, какъ извѣстно, взаимно притягиваются, и если изолирующее стекло слишкомъ слабо, чтобы разъединять ихъ, то искра пробѣдетъ его. Точно также, если изолирующій слой воздуха не можетъ преодолѣть притяженіе между грозовой тучей и землей, то онъ будетъ пронизанъ всышкой молніи. Металлическій шестъ однако способствуетъ тому, что оба заряда, въ землѣ и въ тучѣ, соединяются спокойно и разряженіе происходитъ внѣ зданія.

ГЛАВА II.

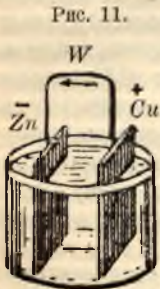
Электрическій токъ.

Въ концѣ прошлаго столѣтія былъ открытъ другой родъ электричества, которымъ легче управлять, чѣмъ электричествомъ тренія. Рассказываютъ, что въ лабораторіи Гальвани, профессора анатоміи въ Болонскомъ университетѣ, съ нѣсколькихъ лягушекъ содрали шкурки, чтобы сварить изъ нихъ супъ для больной жены профессора. Пока приготовленные лягушки лежали на столѣ въ лабораторіи, замѣтили, что онѣ вздрагивали каждый разъ, какъ пзвлекалась искра изъ стоявшей по близости электрической машины *). Подобное же вздрагиваніе было замѣчено, когда лягушекъ повѣсили на крючкахъ изъ мѣдной проволоки на желѣзную рѣшетку балкона. Гальвани предпологалъ, что судороги эти зависягъ отъ электричества, заключавшагося въ самихъ животныхъ, и дѣйствительно онъ вызывалъ такое содроганіе, прикасаясь къ нерву препарированной лягушки цинковымъ пруткомъ и къ мускулу ея ноги мѣднымъ пруткомъ, которымъ одновременно прикасался къ цинку. Однако Александръ Вольта, профессоръ физики въ Павій-

*) Это явленіе само по себѣ не представляло ничего новаго и объясняется весьма просто явленіемъ индукціи, но оно дало поводъ къ дальнѣйшимъ опытамъ Гальвани, которые и привели къ открытію гальваническаго тока.

скомъ университетѣ, доказаль, что электричество заключается не въ животномъ, а развивается отъ соприкосновенія двухъ разнородныхъ металловъ чрезъ влажное мясо. Сдѣлавъ шагъ впередъ, онъ на основаніи этого принципа изобрѣлъ въ 1800 году новый источникъ электричества; онъ извѣстенъ подъ названіемъ «Вольтова столба» и состоитъ изъ ряда цинковыхъ и мѣдныхъ кружковъ, раздѣленныхъ кружками фланели, смоченными подкисленною водою. Каждый мѣдный и цинковый кружки съ промежуточнымъ фланелевымъ составляютъ «пару», или элементъ; нѣсколько паръ, наложенныхъ другъ на друга въ томъ же порядкѣ — цинкъ, мѣдь, цинкъ, мѣдь — образуютъ столбъ. Если крайнія цинковая и мѣдная пластинки соединить проволокой, то появляется «электрическій токъ».

Эта форма вольтовой, или, какъ ее иногда назы-



ваютъ, гальванической батареей уступила мѣсто элементу, изображенному на рис. 11, гдѣ двѣ пластинки *Zn* (цинковая) и *Cu* (мѣдная) погружены въ банку съ подкисленною водою и соединены снаружи проволокой *W*. Цинковая пластинка содержитъ положительное, а мѣдная — отрицательное электричество. Токъ идетъ отъ цинка къ мѣди внутри элемента и отъ мѣди къ цинку

снаружи, какъ показано стрѣлками. Такимъ образомъ, токъ дѣлаетъ полный кругъ, который назы-

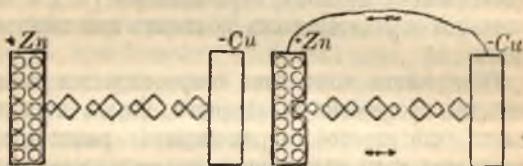
рается «гальванической цѣпью», и если цѣнь гдѣ нибудь прервана, то тока не будетъ вовсе. Положительное электричество цинка, повидимому, проходитъ черезъ жидкость къ мѣди, отъ которой переходитъ черезъ проволоку къ цинку. Во всякомъ случаѣ, опытъ показываетъ, что конецъ проволоки, соединенный съ мѣдью, обнаруживаетъ положительное (+) электричество, почему называется положительнымъ полюсомъ или электродомъ, а конецъ, соединенный съ цинкомъ, отрицательное (—), и называется отрицательнымъ полюсомъ или электродомъ.

Образование этого тока сопровождается химическимъ процессомъ въ элементѣ. Опытъ показываетъ, что простое соприкосновеніе различныхъ металловъ, какъ мѣдь и цинкъ, наэлектризовываетъ ихъ, причемъ на цинкѣ образуется положительное электричество, а на мѣди отрицательное; но одно соприкосновеніе не даетъ непрерывнаго электрическаго тока. Когда мы погрузимъ оба металла, соприкасающихся или непосредственно или чрезъ проволоку, въ воду съ примѣсью кислоты, то совершается химическій процессъ—вода разлагается, а цинкъ сгораетъ (окисляется). Вода, какъ извѣстно, состоитъ изъ кислорода и водорода. Кислородъ, соединяясь съ цинкомъ, образуетъ окись цинка, а водородъ освобождается въ видѣ газа на поверхность мѣдной пластинки. До тѣхъ поръ пока происходитъ этотъ процессъ, т.е. пока осталось еще сколько нибудь цинку и воды, мы имѣемъ электрическій токъ въ цѣпи. Существованіе такого

тока можетъ быть доказано очень простымъ опытомъ. Положите мѣдную монету на кончикъ языка, а серебряную подъ кончикъ, приведите ихъ края въ соприкосновеніе и вы почувствуете во рту вкусъ кислоты.

Рис. 12 изображаетъ предполагаемый химическій процессъ въ элементѣ. Съ лѣвой стороны цинковая и мѣдная пластинки (*Zn* и *Cu*) разобщены

Рис. 12.



въ жидкости. Частицы цинка изображены въ видѣ мелкихъ шариковъ; частицы воды, т. е. кислорода и водорода, въ видѣ ромбовъ неравной величины. На правой сторонѣ рисунка изображенъ тотъ случай, когда пластинки соединены проволокой внѣ элемента; появляется токъ, и начинается химическій процессъ. Частица цинка соединяется съ частицей кислорода, освобождая двѣ частицы водорода, которыя соединяются съ другой частицей кислорода, освобождая еще 2 частицы водорода и т. д. Этотъ обмѣнъ частицъ продолжается до тѣхъ поръ, пока на поверхности мѣди не останутся двѣ послѣднихъ свободныхъ частицы водорода.

«Электричество отъ соприкосновенія» между цин-

комъ и мѣдью, вѣроятно, даетъ начало этому процессу, а химическое дѣйствіе поддерживаетъ его. Кислородъ, будучи «электро-положительнымъ» тѣломъ, притягивается цинкомъ, а водородъ, будучи «электро-отрицательнымъ», притягивается мѣдью.

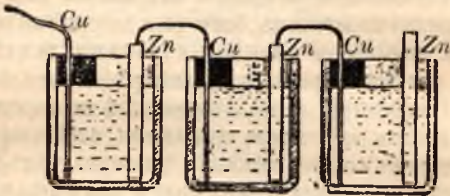
Разность электрическаго напряженія или «потенціала» пластинокъ, благодаря которой является токъ, называется электро-возбудительной силой, или силой, приводящей электричество въ движеніе. Препятствія, преодоляемые электричествомъ при прохожденіи черезъ проводникъ, извѣстны подъ названіемъ сопротивленія. Очевидно, чѣмъ больше электровозбудительная сила и чѣмъ меньше сопротивление, тѣмъ сильнѣе будетъ токъ въ кондукторѣ. Поэтому желательно имѣть элементъ, который давалъ бы большую электро-возбудительную силу и небольшое внутреннее сопротивление*).

Гальваническіе элементы можно соединять въ батареи такимъ же образомъ, какъ и Лейденскія банки. На рис. 13 изображено «последовательное» соединеніе элементовъ, когда цинковый или отрицательный полюсъ одного элемента соединенъ проволокой съ мѣднымъ или положительнымъ полюсомъ слѣдующаго. Такое соединеніе увеличиваетъ какъ электровозбудительную силу, такъ и сопротивление. Электровозбудительная сила батареи равна въ этомъ случаѣ суммѣ электровозбудитель-

*) Внутреннимъ сопротивленіемъ называется сопротивление самого элемента, сопротивление же проводника внѣ элемента называется внѣшнимъ.

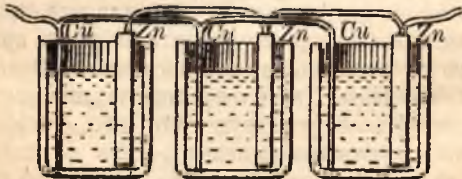
ныхъ силъ всѣхъ ея элементовъ, а сопротивление батареи суммѣ сопротивленийъ всѣхъ элементовъ. Такимъ способомъ соединенія можно достигнуть

Рис. 13.



большихъ электровозбудительныхъ силъ или напряженій, способныхъ преодолевать большія сопротивления внѣ батареи.

Рис. 14.



На рис. 14 изображено, какимъ образомъ элементы соединяются «параллельно», когда цинковый или отрицательный полюсъ одного элемента

соединяется проволокой съ цинковымъ же или отрицательнымъ полюсомъ другого, а мѣдные или положительные полюсы соединяются между собою. Такое соединеніе элементовъ не увеличиваетъ электровозбудительной силы, но уменьшаетъ внутреннее сопротивленіе. Въ дѣйствительности такая батарея равносильна одному элементу, имѣющему пластинки, площадь которыхъ равна суммѣ площадей всѣхъ пластинокъ въ батареѣ. Хотя при такомъ соединеніи батарея неспособна преодолѣвать большія сопротивленія, но можетъ развить значительное количество электричества.

Изобрѣтено множество самыхъ разнообразныхъ гальваническихъ элементовъ. Вообще, всякій разъ, какъ два металла въ соприкосновеніи между собою опущены въ жидкость, которая дѣйствуетъ съ большей химической энергіей на одинъ металлъ, чѣмъ на другой (какъ напр. сѣрная кислота, которая дѣйствуетъ на цинкъ сильнѣе, чѣмъ на мѣдь), появляется электрическій токъ.

Читатели, можетъ быть, замѣчали, что желѣзная рѣшетка, вдѣланная въ камень посредствомъ свинца, легко ржавѣетъ. Образованіе ржавчины можетъ быть объяснено въ данномъ случаѣ тѣмъ, что желѣзо и свинецъ въ присутствіи сырости составляютъ какъ бы вольтовъ элементъ.

Въ слѣдующемъ рядѣ металловъ, если два изъ нихъ соприкасаются между собой и погружены въ разведенную кислоту, тотъ, который поименованъ выше, заряжается электроположительно по отношенію къ тому, который названъ ниже.

Положительныя:

Цинкъ.
Кадмій.
Олово.
Свинецъ.
Желѣзо.
Никкель.

Висмутъ.
Сурьма.
Мѣдь.
Серебро.
Золото.
Платина.
Графитъ.

Отрицательныя.

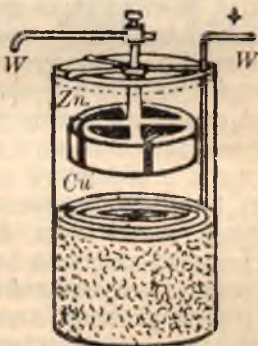
Такъ какъ въ описанномъ элементѣ цинка съ мѣдью водородъ не соединяется химически съ мѣдью, то этотъ газъ скопляется на поверхности мѣдной пластинки въ видѣ пузырьковъ и тѣмъ самымъ увеличиваетъ внутреннее сопротивленіе элемента. Кромѣ того свободный водородъ возбуждаетъ въ элементѣ токъ обратный основному и такимъ образомъ уменьшаетъ его силу. Изъ этого слѣдуетъ, что простой водяной элементъ Вольты плохой источникъ постоянного тока.

Однимъ изъ лучшихъ элементовъ является элементъ Даніеля, такъ какъ даетъ весьма постоянный токъ. Въ этомъ элементѣ мѣдная пластинка погружена въ растворъ мѣднаго купороса ($Cu SO_4$), который разлагается водородомъ; водородъ замѣщаетъ мѣдь и такимъ образомъ образуется сѣрная кислота ($H_2 SO_4$) и освобождается чистая мѣдь (Cu), которая осаждается ровнымъ слоемъ на мѣдной пластинкѣ. Дѣйствіе элемента будетъ еще лучше, если опускать цинковую пластинку въ сѣрно-цинковую соль ($Zn SO_4$), которая хорошій проводникъ.

Когда образуется окись цинка, вследствие соединения кислорода съ цинкомъ, то свободная сѣрная кислота соединяется съ нею, образуя опять сѣрно-цинковую же соль, и такимъ образомъ поддерживается проводимость внутри элемента. Необходимо только пополнять запасы цинка, воды и мѣднаго купороса, чтобы имѣть постоянный электрическій токъ.

Элементъ Даниеля имѣется въ разныхъ видахъ. Въ прежнихъ образцахъ двѣ пластинки и двѣ жидкости раздѣлялись пористымъ горшкомъ или перегородкой, позволявшими жидкостямъ соприкасаться черезъ его стѣнки не смѣшиваясь и току проходить черезъ глину. Иногда употребляются вмѣсто этой пористой перегородки опилки, смоченныя этими же жидкостями, напримеръ на корабляхъ, гдѣ иначе жидкости, вследствие качки, могли смѣшаться. Рис. 15 изображаетъ общераспространенный типъ элемента Даниеля, въ которомъ раздѣленіе жидкостей основано на различіи ихъ удѣльнаго вѣса: *Zn* обозначаетъ цинковую пластинку въ растворѣ сѣрно-цинковой соли, а *Cu* — мѣдную

Рис. 15



въ растворѣ мѣднаго купороса, питаемаго кристаллами снѣга купороса. Проволоки, соединяющія пластинки, обозначены буквами *W*. Надо замѣтить, что цинку придана форма колеса, съ тѣмъ, чтобы подвергнуть большую поверхность окисленію, ибо съ увеличеніемъ количества окисляемаго цинка усиливается и токъ. Размѣръ поверхности не такъ важенъ въ отношеніи мѣдной пластинки, на которую не производится химическаго дѣйствія, и въ этомъ случаѣ мѣдь употребляется въ видѣ проволоочной спирали, помогающей разъединить растворы и не дающей кристалламъ мѣднаго купороса проникать въ растворъ сѣрно-цинковой соли. Элементъ Даниеля въ большемъ употребленіи на телеграфахъ. Элементъ Бунзена состоитъ изъ цинковой пластинки въ сѣрной кислотѣ и бруска кокса въ азотной кислотѣ, съ пористой перегородкой между жидкостями. Во время дѣйствія элемента водородъ освобождается на коксѣ и разлагаетъ азотную кислоту. Элементъ Грове—видоизмѣненіе элемента Бунзена, съ платиной, вмѣсто кокса. Элементъ Сми состоитъ изъ цинковой пластинки бокъ-о-бокъ съ платинизированной серебряной пластинкой въ слабомъ водномъ растворѣ сѣрной кислоты. На серебро наводится платина, съ тѣмъ, чтобы удалить водородъ и помѣшать ему поляризовать элементъ, т. е. устранить тотъ недостатокъ, который имѣетъ элементъ Вольты. Батареи Бунзена, Грове и Сми болѣе употребительны въ лабораторіяхъ, чѣмъ на практикѣ. Элементъ Лекланше даетъ довольно постоянный токъ и не требуетъ большого присмотра. Онъ по-

ляризуется во время дѣйствія, но при отдыхѣ снова приобретаетъ свою нормальную силу, и поэтому употребляется для электрическихъ звонковъ и телефоновъ. Какъ показано на рис. 16, онъ состоитъ изъ цинковаго прута съ соединительной проволокой *Zn* и пластинки кокса *C* съ зажимнымъ винтомъ между двухъ брусковъ *MM*, изъ смеси перекиси марганца, сѣры и кокса, въ растворѣ нашатыря. Перекись марганца освобождаетъ пластинку угля отъ водорода. Крѣпость раствора поддерживается нашатыремъ, всыпаннымъ на дно сосуда, который закрытъ во избѣжаніе испаренія, но имѣетъ отверстіе для выхода газа.

Двуххромокалиевый элементъ Грене поляризуется болѣе, чѣмъ элементъ Лекланше, но даетъ на короткое время болѣе сильный токъ. Онъ состоитъ, какъ показано на рисункѣ 17, изъ цинковой пластинки *Zn*, между двухъ коксовыхъ *CC*, погруженныхъ въ растворъ двуххромокалиевой соли, сѣрной кислоты и воды.

Рис. 16.



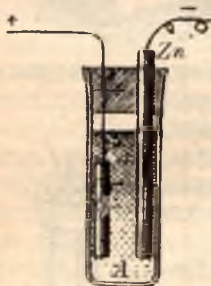
Рис. 17.



Газъ, скопляющійся на углѣ и ослабляющій элементъ, можетъ быть освобожденъ, если вынуть пластинки изъ жидкости, когда элементъ не въ употребленіи. Если помѣщать растворъ—то это окажетъ такое же дѣйствіе.

Элементъ Деларю изъ хлористаго серебра (рис. 18), благодаря его постоянству и малому размѣру, часто примѣняется въ медицинѣ. Въмѣсто пластинокъ въ немъ употреблены маленькая палочка изъ цинка Zn и кусочекъ серебряной проволоки S , покрытой хлористымъ серебромъ и заключенной въ пергамент-

Рис. 18.

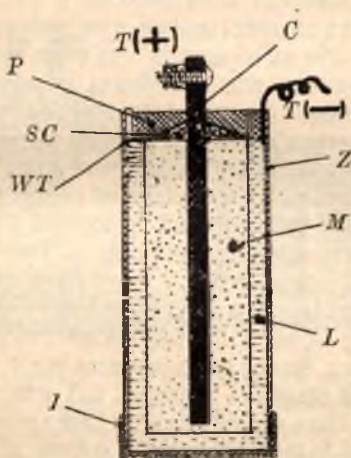


ную бумагу. Они погружаются въ растворъ нашатыря A въ стеклянномъ стаканѣ, закупоренномъ, чтобы препятствовать испаренію. Дѣлаютъ тоже этотъ элементъ въ формѣ лешки: — кладутъ пластинку листового серебра на дно плоскаго глинянаго сосуда, насыпавъ ее порошкомъ хлористаго серебра, затѣмъ слѣдуетъ слой желе, а на него кладутъ цинковую

пластинку. Желе это готовится изъ смѣси нашатыря съ цейлонскимъ мохомъ. Этотъ типъ позволяетъ употребленіе большихъ размѣровъ пластинокъ и дѣлаетъ батарею пригодной для зажиганія небольшихъ электрическихъ лампочекъ. Скривановъ видоизмѣнилъ элементъ Деларю, замѣнивъ нашатырь ѣдкимъ калиемъ, и его батарея

употреблялась для такъ называемыхъ «звѣздъ», т. е. маленькихъ лампочекъ въ балетѣ. Баттарея Джаншіева, состоящая изъ цинковыхъ и угольныхъ пластинокъ въ растворѣ основной сѣрнокислой ртути, пригодна для чтенія, для шахтъ и для другихъ переносныхъ лампъ.

Рис. 19.



Образцовый элементъ Латимера Кларка употребляется электротехниками для испытаній, какъ постоянная электровозбудительная сила. Онъ состоитъ изъ пластинки чистаго цинка, отдѣленной отъ резервуара съ ртутью замазкой изъ сѣрнокислой закиси

ртутн и насыщеннаго раствора сѣрнохислаго цинка. Электроды у него сдѣланы изъ платиновой проволоки, а горло стекляннаго сосуда залито парафиномъ. Такъ какъ элементъ этотъ способенъ поляризоваться, то его не слѣдуетъ примѣнять для получения постояннаго тока, или же надо при употребленіи его соблюдать величайшую осторожность.

Сухіе элементы болѣе опрятны и удобопереносимы, чѣмъ элементы жидкіе, и не требуютъ такой аккуратности въ обращеніи; они очень удобны для хозяйственныхъ или врачебныхъ цѣлей. Обыкновенно цинковая пластинка образуетъ сосудъ, содержащій брусокъ кокса и химическіе реагенты. Рис. 19 изображаетъ разрѣзъ элемента, гдѣ *Z* обозначаетъ цинкъ (*Zn*), поставленный на изолирующей подставкѣ *I* и снабженный проволокой *T'* (—), которая и есть отрицательный полюсъ. Уголь *C* вставленъ въ черную смѣсь *M*, состоящую преимущественно изъ перекиси марганца, и имѣетъ зажимный винтъ *T* (+), который представляетъ положительный полюсъ. Черная паста окружена бѣлой пастой *L*, состоящей главнымъ образомъ изъ извести и нашатыря. Надъ пастой кладется слой кремнекислой хлопчатой бумаги *SC*, а горло сосуда заливается черной смолой *P*, чрезъ которую проведена трубочка *WT*, выпускающая газъ.

Сухой элементъ Геллезена подобенъ описанному элементу, но содержитъ полый брусокъ кокса и вкладывается въ картонный футляръ, наполненный опилками. Элементъ Лекланше-Барбье есть видо-

измѣненіе элемента Лекланше: онъ наполняется настою изъ нашатыря вмѣсто раствора.

Всѣ описанные элементы носятъ названіе первичныхъ, т. к. они сами возбуждаютъ электрическій токъ; тѣ же элементы, которые накапливаютъ электричество подобно тому, какъ Лейденская банка накапливаетъ разряды электрической машины, называются вторичными.

Рис. 20.



При дѣйствіи элемента, какъ мы видѣли, вода въ самомъ элементѣ разлагается на составные газы — кислородъ и водородъ. Въ 1800 году Карлейль и Никольсонъ открыли, что токъ можетъ разлагать воду и въ наружной части цѣпи. Опытъ этотъ обыкновенно производится съ приборомъ, изображеннымъ на рис. 20 и называемымъ «вольтаметромъ»: онъ состоитъ изъ стекляннаго сосуда *V*, содержащаго воду, слегка подкисленную сѣрной

кислотой, чтобы сдѣлать ее лучшимъ проводникомъ, и двухъ стеклянныхъ трубокъ пробирокъ (*H* и *O*), опрокинутыхъ надъ двумя платиновыми пластинками или электродами, которые идутъ сквозь дно сосуда и соединены внизу при помощи проволокъ съ положительнымъ и отрицательнымъ полюсами батареи *Cu* и *Zn*. Токъ входитъ въ воду черезъ положительный электродъ, а выходитъ черезъ отрицательный электродъ.

Когда электровозбудительная сила батареи достаточна, то вода въ сосудѣ разлагается, и кислородъ, какъ электро-отрицательный элементъ, скопляется у положительной платиновой пластинки или электрода, покрытаго пробиркой *O*. Съ другой стороны водородъ, будучи электро-положительнымъ, собирается у отрицательнаго электрода въ пробиркѣ *H*. Это можно провѣрить, введя тлѣющую свѣтильную или фитиль въ газъ пробирки *O*: она запылаетъ благодаря кислороду, питающему горѣніе; затѣмъ вводятъ зажженный фитиль въ газъ пробирки *H*: тамъ самъ газъ загорится синимъ пламенемъ водорода. Количество газа, выдѣляющагося на отрицательномъ электродѣ, или «катодѣ», всегда будетъ вдвое больше, чѣмъ на положительномъ электродѣ, или «анодѣ», какъ и должно быть, по составу воды (H_2O).

Теперь, если разомкнуть батарею и соединить оба платиновыхъ электрода вольтметра, при помощи проволоки, то, какъ легко убѣдиться, изъ вольтметра будетъ выходить токъ, какъ изъ батареи, но только въ направленіи, обратномъ первоначальному

току, разложившему воду. Этотъ «вторичный» токъ, очевидно, происходитъ отъ поляризаціи листочковъ, то есть отъ электро-положительнаго и электро-отрицательнаго газовъ, скопившихся на нихъ.

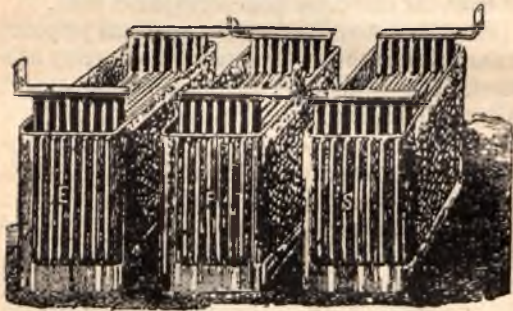
Грове, основываясь на этомъ принципѣ, устроилъ газовую батарею: пластинки въ ней платиновыя, окружающіе ихъ газы—кислородъ и водородъ. Но наиболѣе полезнымъ примѣненіемъ этого принципа являются аккумуляторы, или батареи, дѣйствующія какъ бы накопленнымъ электричествомъ.

«Вторичная» батарея такого рода была устроена Гастономъ Плантѣ изъ листовыхъ свинцовыхъ пластинокъ, разобщенныхъ холстомъ, пропитаннымъ слабымъ растворомъ сѣрной кислоты, точно такъ, какъ и въ Вольтовомъ столбѣ. Ее «заряжаютъ», соединивъ пластинки съ простой батареей; перекинь свинца (PbO_2) образуется на одной пластинкѣ, а (Pb) чистый губчатый свинецъ — на другой. Если разомкнуть заряжающій токъ, то пластинка съ перекисью свинца становится положительнымъ, а другая—отрицательнымъ полюсомъ «вторичнаго» элемента.

Форъ усовершенствовалъ элементъ Плантѣ, покрывъ свинцовые листы мастикой изъ сурика (Pb_3O_4) и слабого раствора сѣрной кислоты (H_2SO_4), благодаря чему образуется большое количество перекиси свинца и губчатого свинца на пластинкахъ. Селлонъ и Фолькмаръ усилили дѣйствіе элемента, положивъ замазку изъ этой мастики въ дырочки, продѣланныя въ свинцовомъ листѣ. Аккумуляторъ общества Electrical Power Storage Company изо-

бражень на рис. 21; онъ состоитъ изъ стекляннаго или деревяннаго ящика, содержащаго двѣ пары свинцовыхъ рѣшетокъ, промежутки у которыхъ замазаны вышеупомянутою мастикой. Опущенныя въ слабый водный растворъ сѣрной кислоты рѣшетки соединены съ полюсомъ заряжающей батареи или генератора; тѣ, которыя соединены съ положительнымъ полюсомъ, превращаются въ перекись свинца,

Рис. 21.



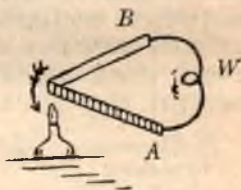
а другія — въ губчатый свинець. Конецъ пластинокъ съ перекисью, который является положительнымъ полюсомъ аккумулятора, окрашенъ въ красную краску, а конецъ губчатыхъ пластинокъ, или отрицательный полюсь, въ черную краску. Подобнаго рода аккумуляторы очень удобны, какъ резервуары большихъ запасовъ электричества, при электрическомъ освѣщеніи, или для электрическихъ двигателей въ электрическихъ дилижансахъ, лодкахъ и т. п.

ГЛАВА III.

Термоэлектричество.

Въ 1821 году профессоръ Зеебекъ въ Берлинѣ открылъ третій источникъ электричества. Вольта доказалъ, что два разнородныхъ металла въ соприкосновеніи между собой производятъ токъ, вслѣдствіе химическаго дѣйствія, а Зеебекъ показалъ, что теплота можетъ замѣнить химическое дѣйствіе. Если пластинка сурьмы *A* (рис. 22) и пластинка висмута *B* однимъ концомъ приведены въ соприкосновеніе и мѣсто ихъ сная нагрѣвается спиртовой лампочкой до болѣе высокой температуры, чѣмъ остальные части пластинокъ, то въ мѣстѣ сная установится разность электрическихъ напряженій или потенциаловъ, и, если другіе концы соединить проволокой *W*, то черезъ нее пройдетъ электрический токъ. Токъ, направленіе котораго означено стрѣлкой, идетъ черезъ сную отъ висмута къ сурьмѣ и отъ сурьмы къ висмуту черезъ наружную проволоку. Такая комбинація, называемая «термо-электрической парой», очевидно тождественна съ вольтовой парой, причемъ теплота замѣняетъ химическое средство. Направленіе тока внутри и внѣ пары показываетъ, что висмутъ

Рис. 22.



электро-положителенъ по отношенію къ сурьмѣ. Способность возбуждать электрической токъ при соприкосновеніи подъ вліяніемъ теплоты принадлежитъ не однимъ только висмуту и сурьмѣ и даже не однимъ только металламъ вообще,— она свойственна до известной степени всѣмъ разнороднымъ веществамъ. Въ слѣдующемъ рядѣ тѣлъ каждое электро-положительно по отношенію къ помѣщеннымъ ниже его, но отрицательно по отношенію къ помѣщеннымъ выше его, и чѣмъ дальше отстоятъ другъ отъ друга два тѣла въ этой таблицѣ, тѣмъ сильнѣе дѣйствіе. Такъ сурьма и висмутъ даютъ болѣе сильный токъ при томъ же нагреваніи, нежели мѣдь съ желѣзомъ. Висмутъ и селенъ даютъ наилучшій результатъ, но селенъ дорогъ и съ нимъ не легко обходиться. Мѣдь и новое серебро представляютъ недорогую и удобную для опыта пару.

Положительныя:

Висмутъ.	Серебро.
Кобальтъ.	Цинкъ.
Калій.	Кадмій.
Никкель.	Мышьякъ.
Натрій.	Желѣзо.
Свинець.	Красный фосфоръ.
Олово.	Сурьма.
Мѣдь.	Теллуръ.
Платина.	Селенъ.

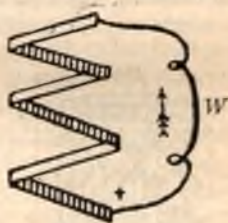
Отрицательныя.

При равенствѣ остальныхъ условий, чѣмъ сильнѣе нагревъ снай въ сравненіи съ свободными

концами пластинокъ, тѣмъ сильнѣе электрической токъ. Въ извѣстныхъ границахъ токъ пропорционаленъ этой разницѣ въ температурѣ. Онъ всегда идетъ въ томъ же направленіи, если снай не перегрѣтъ, т. е. другими словами, если нагреваніе не превзошло извѣстной температуры, различной для различныхъ паръ.

Электровозбудительная сила и токъ термо-электрической пары гораздо слабѣе тѣхъ, которые получаютъ отъ обыкновеннаго гальваническаго элемента. Можно однако усилить дѣйствіе, соединивъ нѣсколько паръ вмѣстѣ и образовавъ такимъ образомъ столбъ или батгарею. Такъ, на рис. 23 изображены три пары, соединенныхъ послѣдовательно, причемъ положительный полюсъ одной пары соединенъ съ отрицательнымъ полюсомъ слѣдующей. Если всѣ снаи налѣво нагрѣты, а снаи направо охлаждены, то мы получимъ соединенное дѣйствіе и общій токъ пойдетъ черезъ проволоку *W*, соединяющую крайнія пластинки, или положительный и отрицательный полюсы батгарей въ направленіи отъ сурьмы къ висмуту.

Рис. 23.



Внутреннее сопротивленіе «термо-электрическаго столбика», разумѣется, очень слабо, такъ какъ металлы очень хорошіе проводники, и это даетъ

этому прибору нѣкоторое преимущество передъ гальванической батареей. Кромѣ того этотъ приборъ опрятнѣе и удобнѣе, чѣмъ химическая батарея, ибо необходимо лишь поддерживать разницу температуры между холодными и нагрѣтыми спаями, для того чтобы получить постоянный токъ. Не требуется ни растворовъ, ни солей, и, повидимому, металлы расходуются очень мало или даже вовсе не расходуются. Важно однако избѣгать быстрого нагрѣванія и охлажденія спаевъ, такъ какъ это дѣйствуетъ на нихъ разрушительно.

Кламмонъ, Гюльхеръ и другіе устраивали термо-электрическіе столбики, весьма полезные для практическихъ цѣлей.

Рис. 24.

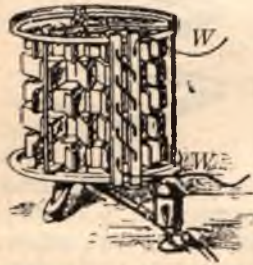


Рис. 24 иллюстрируетъ Кламмоновъ термо-электрическій столбикъ въ 75 паръ. Металлы, составляющіе эти пары — висмутъ, сурьма и желѣзо. Пары расположены такъ, что образуютъ цилиндрическое кольцо, при чемъ одни спая составляютъ его внутреннюю, а другіе внѣшнюю по-

верхность; внутренніе спая нагрѣваются при помощи бунзеновской газовой горѣлки, помѣщенной внутри прибора.

Газовая трубка, виднѣющаяся впереди, ведетъ къ горѣлкѣ, а проволоки *W* *W*, соединенныя съ

крайнимъ пластинкамъ или полюсамъ, суть электроды столбика.

Термо-электрическія баттары интересны съ научной точки зрѣнія, какъ непосредственный способъ превращать теплоту въ электричество. Очень чувствительная баттарея служитъ также для тонкаго опредѣленія теплоты; теплота возбуждаетъ токъ, сила котораго можетъ быть измѣрена гальванометромъ или измѣрителемъ тока. Устраиваютъ изъ сурьмы и висмута такія баттары, которыя могутъ опредѣлять теплоту зажженной свѣчки на разстояніи нѣсколькихъ сажень и даже лучепусканіе нѣкоторыхъ звѣздъ.

Термо-электрическія баттары примѣнялись во Франціи къ телеграфамъ; онѣ пригодны также для электрическаго освѣщенія маленькихъ помѣщеній или для электрическихъ двигателей, предназначенныхъ для домашняго хозяйства.

Дѣйствіе термо-электрической пары, подобно гальваническому элементу, можетъ быть употреблено въ обратномъ направленіи. Если послать токъ черезъ пару пластинокъ — отъ сурьмы къ висмуту, то спай будетъ охлаждаться. Съ помощью этого «явленія Пельтье», какъ оно названо по имени лица, его открывшаго, можно замораживать воду, но это не было примѣнено для практическихъ цѣлей.

Весьма слабое термо-электрическое дѣйствіе можно произвести, нагрѣвая спай двухъ различныхъ частей одного и того же вещества, или даже нагрѣвая одну часть того же самага проводника сильнѣе, чѣмъ другую. Такъ, чувствительный гальвано-

метръ обнаружитъ слабый токъ, если мѣдная проволока, соединенная съ нимъ въ цѣпи, будетъ нагрѣта въ одной точкѣ. Кромѣ того, лордомъ Кельвиномъ (В. Томсонъ) найдено было, что если желѣзную проволоку нагрѣть въ какой-нибудь точкѣ и провести чрезъ нее электрическій токъ, то нагрѣтая точка перемѣстится въ проволокѣ по направлению, противоположному направленію тока.

ГЛАВА IV.

Электромагнетизмъ.

Намъ извѣстно, какъ впервые было возбуждено электричество простымъ треніемъ одного тѣла объ другое, затѣмъ—при помощи менѣе нагляднаго способа химическихъ соединеній и наконецъ—при посредствѣ еще болѣе тонкаго вліянія теплоты. Во всемъ этомъ, надо замѣтить, существенно необходимо соприкосновеніе различныхъ тѣлъ. Теперь намъ остается разсмотрѣть еще болѣе тонкій способъ возбужденія электричества, не требующій дѣйствительнаго соприкосновенія; а именно, черезъ посредство магнитной среды. Что можно было предвидѣть и какъ это было впоследствии открыто.

Интересный минералъ, обладающій свойствомъ притягивать желѣзо, былъ извѣстенъ китайцамъ уже нѣсколько тысячъ лѣтъ назадъ и несомнѣнно также грекамъ во времена того самаго Фалеса, который, производя опыты съ янтаремъ, приписывалъ послѣднему присутствіе души.

Желѣзная руда, пзвѣстная подѣ пменемъ магнитнаго желѣзняка (Fe_3O_4), найдена въ различныхъ мѣстностяхъ Китая, больше всего въ Т-счу, въ Южномъ Чп-ли, пзвѣстномъ прежде подѣ названіемъ «магнитнаго города». Китайцы называли эту руду «любовнымъ камнемъ» — «тсу-чи», пли «камнемъ, хватающимъ желѣзо» — «ви-ги-чп»; его свойство указывать сѣверъ и югъ, можетъ быть, было открыто, когда случайно бросили легкую пластинку этого камня на поверхность тихой воды. Какъ бы то ни было, въ «Описаніи Китая», сочиненіи о. Дю-Хальда, мы читаемъ, что въ 2635 году до Р. Х. или приблизительно около этого времени великій императоръ Хоангъ-Ти, заблудившись среди тумана, когда преслѣдовалъ мятежнаго принца Чи-Эю на равнинахъ Чу-Ло, построплъ повозку, указывавшую страны свѣта. Это дало ему возможность настигнуть принца и казнить его.

Магнитная колесница всегда предшествовала китайскимъ императорамъ во время государственныхъ церемоній въ 4-мъ вѣкѣ нашей эры. Въ ней помѣщался геній въ платьѣ изъ перьевъ; онъ указывалъ на югъ и безъ сомнѣнія приводился въ движеніе магнитомъ, плавающимъ въ водѣ пли вращающимся на стержнѣ. Это грубое приспособленіе впослѣдствіи было усовершенствовано; изъ магнита сдѣлана стрѣлка компаса, для того чтобы направлять мореплавателей и помогать профессорамъ фенгъ-шун (особый родъ гаданія по линиямъ и точкамъ) въ ихъ магическихъ обрядахъ.

Магнитный желѣзнякъ былъ найденъ также въ

Геракліи, въ Лидіи и въ Магнезіумѣ на Меандрѣ или Магнезіумѣ въ Сипилѣ, въ Малой Азіи. Народъ называлъ его «гераклійскимъ камнемъ», но въ концѣ концовъ онъ однако получилъ названіе магнита, по имени города Магнезии или въ честь мифическаго пастуха Магнеса, который будто бы открылъ его, благодаря притяженію магнитомъ желѣзнаго цосоха.

Древнимъ было извѣстно, что магнитъ обладаетъ способностью сообщать свою притягательную силу желѣзу, ибо мы читаемъ въ «Іонѣ» Платона, что множество отдѣльныхъ желѣзныхъ колець могутъ быть соединены въ видѣ цѣпи «гераклійскимъ камнемъ». Лукрецій также описываетъ, какъ заставляли желѣзныя ошплки подыматься стоймя и вращаться въ мѣдномъ тазу при помощи магнита, который держали подъ дномъ таза. Другіе писатели рассказываютъ, что изображенія боговъ и богинь держались въ воздухѣ при помощи магнитовъ, вдѣланныхъ въ потолокъ храмовъ Діаны Эфесской, Сераписа въ Александріи и другихъ. Удивительно, однако, что ни греки, ни римляне, повидимому, не знали направляющаго свойства магнита. Въ темныя средніе вѣка кусочки магнитнаго желѣзняка, вдѣланные въ оправу, употреблялись въ качествѣ магнита въ черной магіи. Маленькій естественный магнитъ такого рода изображенъ на рис. 25. *L* обозначаетъ камень, оправленный сверху и снизу желѣзными пластинками, пзъ которыхъ нижняя имѣетъ два выступа или «полюса»; эти выступы силою притяженія держатъ такъ называемый «якорь»

магнита — желѣзный брусокъ А съ крюкомъ для подвѣшиванія груза.

Компасъ попалъ въ Европу съ Востока не раньше XII столѣтія. У Ари Фроде, древне-скандинавскаго историка, говорится, что Флоке Вильдергерзенъ, знаменитый викингъ, отплылъ изъ Норвегіи открывать Исландію въ 868 году и взялъ съ собою проводниками двухъ вороновъ, «пбо въ тѣ времена у мореплавателей сѣверныхъ странъ не было lidarstein'a или направляющаго камня». Въ «Bible», номѣ Гюйо изъ Прованса, мпнистреля при дворѣ Фридриха Барбароссы, написанной около 1190 года, встрѣчается впервые упоминаніе о магнитѣ на Западѣ. Гюйо рассказываетъ, что мореплаватели обладаютъ «искусствомъ, которое не можетъ обмануть» — находятъ положеніе неподвижной Полярной Звѣзды. По его словамъ, мореплаватели, прикоснувшись иглой къ магниту, «невзрачному черному камню, притягивающему къ себѣ желѣзо», кладутъ иглу на соломенку и пускаютъ ее на воду, причемъ кончикъ стрѣлки поворачивается къ скрытой Звѣздѣ и даетъ имъ возможность направлять свой курсъ. Арабскіе купцы вѣроятно заимствовали плавающую иглу отъ китайцевъ, такъ

Рис. 25.



какъ Байлакъ Кибджаки, авторъ «Сокровища купца», сочиненія, написаннаго въ XIII вѣкѣ, говоритъ о примѣненіи ея въ Сирійскомъ морѣ. Первые крестonosцы, вѣроятно, и привезли ее во Францію, по крайней мѣрѣ Жакобъ де-Витри (1204—15) и Венсанъ де-Бовэ (1250) упоминаютъ объ употребленіи магнитной стрѣлки. Де-Бовэ называетъ полюсы иглы ихъ арабскими именами, афронъ и зохронъ.

Вскорѣ иглу или стрѣлку стали насаживать на вертикальную ось и снабдили подвижной шкалой съ обозначеніемъ главныхъ направлений. Отклоненіе стрѣлки отъ направленія географическаго меридіана было, несомнѣнно, извѣстно въ Китаѣ въ XII, а въ Европѣ въ XIII столѣтіи. Колумбъ напелъ также во время своего знаменитаго путешествія въ Америку въ 1492 г., что уголъ отклоненія магнитной стрѣлки измѣняетъ свою величину. Кромѣ того въ 1576 г. Норманъ, фабрикантъ компасовъ въ Лондонѣ, показалъ, что кончикъ стрѣлки, указывающій на сѣверъ, наклоняется ниже горизонтальной линіи.

Въ тѣ далекія времена предполагали, что магнитная руда на Полярной Звѣздѣ или въ горахъ дальняго Сѣвера притягиваетъ дрожащую иглу; въ 1600 году д-ръ Джильбертъ, основатель науки объ электричествѣ, доказалъ несомнѣнно, что вся земля—огромный магнитъ. Магнитъ, какъ извѣстно, подобно электрической батарее, всегда имѣетъ два полюса или центра притяженія, находящіеся на его концахъ или близъ нихъ. Иногда, впрочемъ,

когда магнитъ несовершененъ, то между ними бываютъ «послѣдовательные полюсы» меньшей силы. Одинъ изъ полюсовъ называется «сѣвернымъ», другой «южнымъ», потому что еслибъ магнитъ вращался свободно на оси, подобно стрѣлкѣ компаса, то первый повернулся бы къ сѣверу, а второй къ югу.

Каждый полюсъ притягиваетъ желѣзо, но мягкое желѣзо удерживаетъ магнитное состояніе далеко не такъ хорошо, какъ сталь. Поэтому, если мальчикъ хочетъ узнать, стальной ли у него ножъ, то испытаніе дастъ положительный отвѣтъ въ томъ случаѣ, когда клинокъ самъ намагничивается отъ прикосновенія магнита. Кусокъ стали легко намагничивается, если его тереть отъ одного конца въ другой, все въ одну сторону, магнитнымъ полюсомъ; такимъ способомъ можно готовить магнитныя стрѣлки и сильныя магнитныя полосы.

Полюсы притягиваютъ желѣзо на разстояніи посредствомъ «индукціи», точно такъ же, какъ зарядъ электричества, будь онъ положительнымъ или отрицательнымъ, будетъ притягивать нейтральный (не заряженный) бузинный шарикъ. Д-ръ Джильбертъ доказалъ, что сѣверный полюсъ одного магнита всегда отталкиваетъ сѣверный полюсъ другого и, наоборотъ, притягиваетъ его южный полюсъ; между тѣмъ какъ южный полюсъ одного магнита отталкиваетъ южный полюсъ другого и притягиваетъ сѣверный. Это можно показать, если повѣсить магнитную стрѣлку, какъ бузинный шарикъ, на ниткѣ, какъ изображено на рис. 26,

и поднести къ ней другую стрѣлку: сѣверный полюсъ одной будетъ притягивать южный полюсъ другой. Очевидно, есть два противоположнаго рода магнетизма, какъ и электричества, которые всегда проявляются вмѣстѣ; причемъ одноименные магнетизмы отталкиваютъ, а разноименные притягиваютъ другъ друга.

Рис. 26.



Изъ этого слѣдуетъ, что магнитный полюсъ компасной стрѣлки, повертывающійся къ сѣверу, долженъ быть неоднаковъ съ сѣвернымъ магнитнымъ полюсомъ земли и одинаковъ съ южнымъ ея полюсомъ. Вмѣсто того, чтобы называть этотъ магнитный полюсъ компаса «сѣвернымъ», слѣдовало бы, во избѣжаніе проти-

ворѣчія, назвать его «направленнымъ къ сѣверу».

Джильбертъ сдѣлалъ магнитъ въ видѣ «тереллы» или миниатюрнаго земнаго шара, и не только доказалъ, что стрѣлка компаса направляется по линиямъ, соединяющимъ сѣверный и южный магнитные полюсы, но побъяснилъ ея отклоненіе и наклоненіе. Онъ думалъ, что магнитные полюсы совпадаютъ съ географическими полюсами, но на

самомъ дѣлѣ магнитные полюсы не только не совпадаютъ съ географическими, но и не сохраняютъ постояннаго положенія на земномъ шарѣ. Вслѣдствіе этого склоненіе магнитной стрѣлки, т. е. уголъ отклоненія ея отъ географическаго меридіана для различныхъ мѣстъ земнаго шара, имѣетъ различную величину, да и для даннаго мѣста измѣняется съ теченіемъ времени. Сѣверный магнитный полюсъ земли въ 1831 г. находился, какъ это было открыто сэромъ Джономъ Россомъ, на берегу Бутіи (шпрота $70^{\circ} 5' N$, долгота $90^{\circ} 46' W$), гдѣ, какъ это и можно было предвидѣть, стрѣлка совершенно утратила свою направляющую способность и приняла отвѣсное положеніе. Южный магнитный полюсъ лежитъ на землѣ Викторіи, въ области принца Альберта, и былъ почти достигнутъ сэромъ Джемсомъ Кларкомъ Россомъ.

Магнетизмъ земли таковъ, какой могъ бы быть возбуждаемъ могучимъ магнитомъ внутри земнаго шара; однако происхожденіе его неизвѣстно, хотя есть основаніе предполагать, что массы магнитнаго желѣзняка залегаютъ въ земной корѣ.

Кулонъ открылъ, что не только желѣзо, но и всѣ вещества болѣе или менѣе обладаютъ магнитными свойствами, а Фарадей доказалъ въ 1845 году, что въ то время какъ одни вещества притягиваются магнитомъ, другія отталкиваются имъ. Первые онъ назвалъ парамагнитными, а послѣднія діаманитными тѣлами.

Вотъ ихъ списокъ.

Парамагнитныя
тѣла.

Желѣзо.
Никкель.
Кобальтъ.
Алюминій.
Марганецъ.
Хромъ.
Церій.
Титаній.
Платина.
Многія руды и соли
вышеозначенныхъ
металловъ.
Кислородъ.

Діамагнитныя
тѣла.

Висмутъ.
Фосфоръ.
Сурьма.
Цинкъ.
Ртуть.
Свинецъ.
Серебро.
Мѣдь.
Золото.
Вода.
Алкоголь.
Теллуръ.
Селенъ.
Сѣра.
Талій.
Водородъ.
Воздухъ.

Мы имѣемъ болѣе вѣроятныя гипотезы магнетизма, чѣмъ электричества, хотя намъ неизвѣстна истинная сущность обоихъ. Если взять тонкую полосу магнита и разломить ее надвое, то получимъ два болѣе короткихъ магнита, каждый со своимъ сѣвернымъ и южнымъ полюсами, т.-е. полюсами такого же рода, какъ южный и сѣверный магнитные полюсы земли. Если каждую изъ полученныхъ полосокъ магнита разломить опять надвое, то мы получимъ уже четыре меньшихъ магнита съ тѣми же

свойствами, какъ и первоначальный магнитъ, причемъ можно повторять этотъ процессъ сколько угодно разъ. Предполагаютъ поэтому, что каждая частица полосы сама по себѣ маленькій магнитъ, имѣющій два противоположныхъ полюса, и что, намагничивая полосу, мы только повертываемъ всѣ эти частицы въ одномъ направленіи, т. е. такъ, чтобы ихъ сѣверные полюсы указывали въ одну сторону, а южные полюсы въ другую, какъ это изображено на рис. 27. Полярность полосы обнаружи-

Рис. 27.



вается только на концахъ, гдѣ полюсы маленькихъ магнитовъ, такъ сказать, свободны.

Это предположеніе оправдывается многими опытами. Напр., если раскалить магнитъ до-красна, то онъ утрачиваетъ свою магнитность, можетъ быть потому, что нагрѣваніе привело въ безпорядокъ всѣ его частицы и молекулярные полюсы разсѣялись по всѣмъ направленіямъ. Далѣе, въ кускѣ намагниченного мягкаго желѣза можно уничтожить магнитность, ударивъ по немъ такъ, чтобы привести всѣ его частички въ сотрясеніе и такимъ образомъ вывести ихъ изъ вышеуказаннаго правильнаго расположенія. Въ стали, — которая есть то же желѣзо, только съ небольшою примѣсью угля,

частицы не такъ свободны, какъ въ мягкомъ желѣзѣ, и поэтому, тогда какъ желѣзо легко теряетъ свою магнитность, сталь удерживаетъ ее въ себѣ даже при сотрясеніи, но не при накаливаніи до красна. Однако, если мы подвергнемъ частицы мягкаго желѣза напряженію, согнувъ кусокъ, то убѣдимся, что онъ сохранить свое магнитное состояніе такъ же, какъ и кусокъ стали. Частицы обладаютъ извѣстной инерціей, которую нельзя побороть легкимъ толчкомъ, какъ будто имъ трудно стать въ ряды или занять новое положеніе; это свойство называется задерживательною способностью.

Если эта молекулярная теорія и вѣрна, то она все-таки не объясняетъ намъ, почему каждая частица даннаго тѣла есть сама по себѣ маленькій магнитъ. Мы только отодвинули эту загадку до предѣловъ частицы. Тутъ нужно еще нѣчто другое, и ученые стараются отыскать это нѣчто въ самомъ строеніи частицы и въ свѣтовомъ эфирѣ, который, какъ полагаютъ, окружаетъ атомы матеріи и распространяетъ не только волны свѣта, но и индукцію отъ одного наэлектризованнаго тѣла къ другому.

Если положить магнитъ, имѣющій видъ подковы, на столъ и посыпать кругомъ желѣзныхъ опилокъ, то онѣ расположатся по кривымъ линіямъ между полюсами, какъ показано на рис. 28. Каждая частица превратится въ маленькій магнитъ, и онѣ сѣдятся между собою кончиками, точно такъ же, какъ, согласно предположенію, сѣдятся частицы въ самомъ металлѣ. «Поле» вокругъ магнита наполнено этими черточками, которыя располага-

ются по известнымъ кривымъ линіямъ въ зависимости отъ того, какъ расположены полюсы магнита. Въ магнитѣ, имѣющемъ форму подковы, онѣ главнымъ образомъ направляются всѣ отъ одного полюса и описываютъ кругъ къ другому полюсу. Онѣ никогда не прерываются и очевидно указываютъ направленія силъ въ окружающемъ магнитномъ полѣ. Магнитъ, насаженный на вертикальную ось, будетъ стремиться принять направленіе согласно этимъ линіямъ, и слѣдовательно компасъ направляетъ мореплавателя въ океанѣ, самъ принимая направленіе одной изъ такихъ линій между сѣвернымъ и южнымъ магнитными полюсами земли.

Рис. 28.



Фарадей назвалъ ихъ «линіями магнитной силы» и нашелъ, что чѣмъ сильнѣе магнитъ, тѣмъ больше такихъ линій проходитъ черезъ данное пространство. Предполагаютъ, что онѣ распространяютъ «магнитную индукцію» и даютъ возможность магниту притягивать желѣзо или другое магнитное тѣло. Полюсъ индуктируетъ противополож-

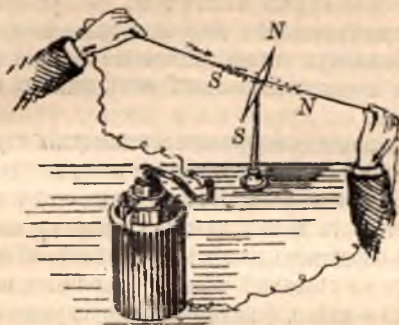
ный ему полюсъ въ ближайшей части индуктируемаго тѣла и одноименный полюсъ въ отдаленной части. Слѣдовательно, такъ какъ неодинаковые полюсы притягиваютъ, а одноименные отталкиваютъ другъ друга, то мягкое желѣзо притягивается индуктирующимъ полюсомъ точно такъ же, какъ бузиновый шарикъ притягивается электрическимъ зарядомъ.

Сходство между электричествомъ и магнетизмомъ не ускользнуло отъ вниманія изслѣдователей, а разстройство компасной стрѣлки во время грозы, когда-то столь опасное въ морѣ, указывало на близкое соотношеніе между ними; это и было наконецъ обнаружено профессоромъ Эрштедомъ изъ Копенгагена, въ 1820 году. Эрштедъ доискивался требуемаго объясненія, и, какъ рассказываютъ, счастливая случайность вознаградила его старанія.

Опытъ его изображенъ на рис. 29: проволоку, проводящую электрической токъ, имѣющей таксе направленіе, какъ показано на рисункѣ, держать надъ магнитной стрѣлкой, надѣтой на ось такъ, что токъ направляется съ юга на сѣверъ. Стрѣлка будетъ стремиться встать подъ прямымъ угломъ къ проволокѣ, причемъ ея сѣверный полюсъ будетъ направленъ къ западу. Если направленіе тока обратное, то и стрѣлка приметъ обратное положеніе — ея сѣверный полюсъ будетъ направленъ къ востоку. Далѣе, если проволоку держать подъ стрѣлкой, то въ первомъ случаѣ сѣверный полюсъ повернется къ востоку, а во второмъ къ западу.

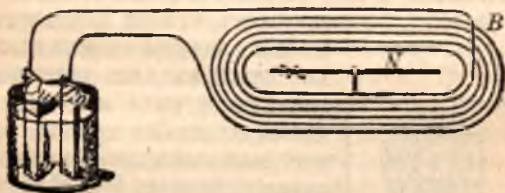
Такимъ образомъ направленіе тока можно опре-

Рис. 29.



дѣлать при помощи магнитной стрѣлки. Для усиленія дѣйствія заставляютъ токъ обходить вокругъ стрѣлки нѣсколько разъ и, такимъ образомъ полу-

Рис. 30.



чаютъ особый приборъ, называемый гальваноскопомъ; онъ схематически изображенъ на рис. 30, гдѣ *N* обозначаетъ магнитную стрѣлку, а *B* проволоку. Если приспособить къ стрѣлкѣ надлежа-

щую шкалу, при помощи которой по ея отклоненіямъ можно судить о силѣ тока, то приборъ становится измѣрителемъ тока или гальванометромъ (для небольшихъ угловъ отклоненіе стрѣлки можно принять пропорціональнымъ силѣ тока въ проволокѣ).

Чтобы помнитъ направленіе отклоненія стрѣлки, установили слѣдующее правило: представьте себѣ, что вы легли вдоль проволоки, такъ что токъ направляется отъ вашей головы къ ногамъ; затѣмъ, если вы обратитесь лицомъ къ стрѣлкѣ, то вы увидите, что ея сѣверный полюсъ отклонится вправо, а южный — влѣво. Я нахожу, что еще проще запомнить правило въ такой формѣ: если токъ направляется отъ вашей головы къ ногамъ, то сѣверный полюсъ будетъ двигаться вокругъ васъ спереди слѣва направо.

Вліяніе тока на стрѣлку предполагаетъ магнитное дѣйствіе, и если насыпать желѣзныхъ опилокъ на проволоку, то мы увидимъ, что они пристанутъ

Рис. 31.



къ ней концентрическими слоями, показывая, что круговыя линіи магнитныхъ силъ окружаютъ ее подобно кругамъ на водѣ, вызваннымъ камнемъ, брошеннымъ въ прудъ. Рис. 31 представляетъ разрѣзъ проволоки, содержащей токъ, причѣмъ желѣзныя опилки расположились вокругъ концентрическими кругами. Такъ какъ магнитный полюсъ стремится двигаться по линіямъ силъ, то мы видимъ

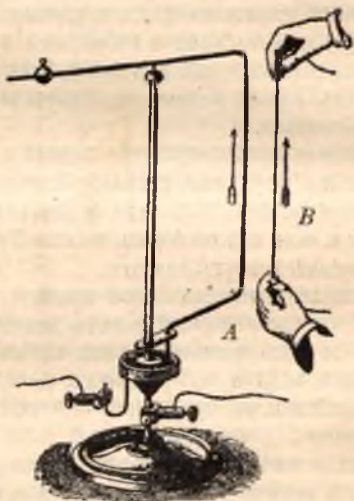
теперь, почему сѣверный или южный полюсы стремятся двигаться вокругъ тока и почему стрѣлка компаса стремится встать подъ прямымъ угломъ къ току, какъ это мы видѣли въ первоначальномъ опытѣ Эрштеда. Стрѣлку, имѣющую два противоположныхъ полюса, линіи тянуть въ противоположномъ направленіи, и стрѣлка располагается по направленію касательной къ круговымъ линіямъ силъ. Будь она свободна и гибка, она изогнулась бы по направленію одной изъ линій. Еслибъ она состояла изъ одного полюса, то вращалась бы вокругъ проволоки.

Дѣйствіе и противодѣйствіе равны и противоположны, поэтому если стрѣлка укрѣплена, а проволока свободна, то токъ будетъ двигаться вокругъ магнита; а если оба свободны, то они будутъ вращаться одинъ вокругъ другого.

Прплагая вышеозначенное правило, мы убѣдимся, что когда сѣверный полюсъ движется слѣва направо, то токъ движется справа налево. Амперъ въ Парижѣ, слѣдуя за Эрштедомъ, доказалъ, что двѣ параллельныхъ проволоки, содержація токи, притягиваютъ другъ друга, когда токи движутся въ одномъ и томъ же направленіи, и отталкиваютъ, когда токи движутся въ противоположныхъ направленіяхъ. Такъ на рис. 32 *A* и *B* обозначаютъ двѣ параллельныхъ проволоки; проволока *A* надѣта на ось и можетъ свободно двигаться, будучи однимъ концомъ погружена въ ртуть; она будетъ притягиваться или отталкиваться проволокой *B*, смотря потому, будутъ ли оба тока имѣть одно и то же или

противоположныя направленія. Если проволоки пересѣкаютъ другъ друга подѣ прямымъ угломъ, то взаимнаго дѣйствія не будетъ. Если онѣ пересѣкаются подѣ острымъ угломъ, то онѣ будутъ стре-

Рис. 82.

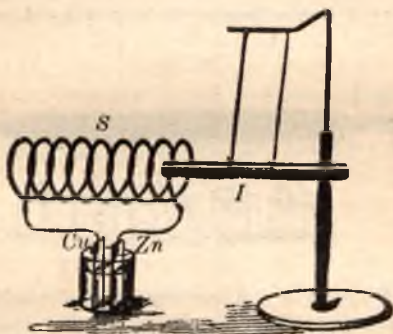


миться стать параллельными, какъ двѣ стрѣлки компаса, когда токи идутъ въ одномъ направленіи, и встать подѣ прямымъ угломъ, когда токи противоположнаго направленія. Это дѣйствіе возникаетъ вслѣдствіе круговыхъ линій силъ вокругъ провод-

никовъ тока. Когда токи одного направленія, тогда линіи силъ дѣйствуютъ какъ разноименные магнитные полюсы и взаимно притягиваются; когда же токи различныхъ направленій, тогда линіи силъ дѣйствуютъ какъ одноименные магнитные полюсы и другъ друга отталкиваютъ.

Другое важное открытіе Ампера заключается въ томъ, что круговой токъ дѣйствуетъ какъ магнитъ;

Рис. 33.

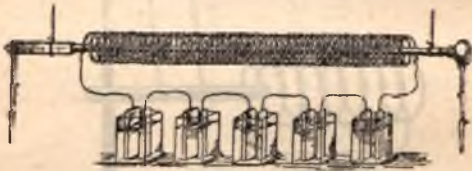


имъ была построена гипотеза, по которой частицы суть магниты, потому что въ каждой изъ нихъ есть круговой токъ. Рядъ круговыхъ токовъ, образующій спираль (*S* на рис. 33), соединенную съ батареей (*Cu, Zn*)—въ сущности есть остовъ «электромагнита», имѣющаго на концахъ полюсы сѣверный и южный. Если пруть или стержень мягкаго желѣза *I* подвѣсить шнурками на подставку, то

его втянетъ въ середину спирали круговыми магнитными линиями силъ каждаго оборота проволоки; такая спиральная проволока называется иногда соленоидомъ.

Когда стержень войдетъ внутрь спирали, то соленоидъ превратится въ настоящій электромагнитъ, какъ было установлено Араго; этотъ электромагнитъ имѣетъ сѣверный полюсъ на одномъ концѣ и южный на другомъ. Рис. 34 изображаетъ обыкновенную кочергу, намагниченную такимъ же образомъ и притягивающую гвозди на обоихъ кон-

Рис. 34.



цахъ. Кочерга стала стержнемъ электромагнита. Если переменить направленье тока, проходящаго черезъ спираль, то полюсы стержня поменяются мѣстами, такъ какъ кочерга, сдѣланная изъ мягкаго желѣза, не будетъ сохранять магнитнаго состоянія, подобно стали. Если мы совершенно прекратимъ токъ, то стержень перестанетъ быть магнитомъ и гвозди отпадутъ отъ него.

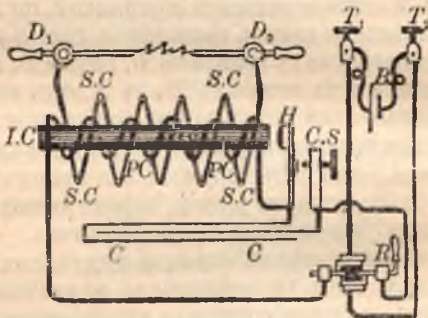
Опытъ Ампера, изображенный на рис. 32, показалъ намъ, что два тока, болѣе или менѣе параллельныхъ, влѣяютъ другъ на друга; но въ 1831 году

профессоръ Фарадей въ Лондонѣ также нашелъ, что если пропустить токъ черезъ проволоку, то онъ индуцируетъ мгновенный и противоположнаго направленія токъ въ параллельной проволокѣ. Такимъ образомъ, если пропустить токъ черезъ проволоку *B* (рис. 32) въ направленіи, указанномъ стрѣлкою, то онъ индуцируетъ или возбуждаетъ въ проволокѣ *A* мгновенный токъ, идущій въ противоположномъ направленіи. Если токъ въ *B* прекратить, то въ проволокѣ *A* опять возникнетъ мгновенный токъ, но уже въ томъ же самомъ направленіи, какъ и у возбуждающаго тока въ проволокѣ *B*. Все время, пока постоянный токъ течетъ въ *B*, въ *A* нѣтъ индуцированнаго тока; и только при возбужденіи или прекращеніи индуцирующаго или первичнаго тока появляется индуцируемый или вторичный токъ. Здѣсь опять мы видимъ вліяніе магнитнаго поля вокругъ проволоки, проводящей токъ.

На этомъ принципѣ основана индукціонная катушка, очень употребительная во врачебномъ искусствѣ, и «трансформаторъ» или «обратитель», употребляемый при электрическомъ освѣщеніи. Катушка состоитъ, какъ видно на рис. 35, изъ двухъ обмотокъ или спиралей проволоки, заключенныхъ одна въ другой, причемъ онѣ параллельны или концентричны. Внутренняя или первичная спираль *PC* представляетъ толстую короткую проволоку слабого сопротивленія и по ней проводится индуцирующій токъ изъ баттарей *B*. Чтобы усилить его индуцирующее дѣйствіе, внутрь спирали вдвинуть стержень изъ мягкаго желѣза *IC*. Наружная или вторич-

ная спираль SC состоитъ изъ длинной тонкой проволоки, оканчивающейся двумя разряжающими остріями D_1 и D_2 . Прерыватель или молотокъ H прерываетъ цѣпь первой проволоки очень быстро, такъ чтобы возбудить множество индуктивныхъ токовъ въ секунду во второй проволокѣ и произвести сильныя искры между остріями D_1 и D_2 . Преры-

Рис. 35.



ватель приводится въ движеніе автоматически притяженіемъ желѣзнаго стержня CI , ибо молотокъ H , имѣющій головку изъ мягкаго желѣза, притягивается стержнемъ, когда послѣдній намагниченъ; будучи такимъ образомъ оттянутъ отъ соприкасающагося винта SC , молотокъ прерываетъ цѣпь и токъ прекращается. Тогда желѣзный стержень перестаетъ быть магнитомъ, молотокъ отскакиваетъ назадъ къ соприкасающемуся винту и токъ снова

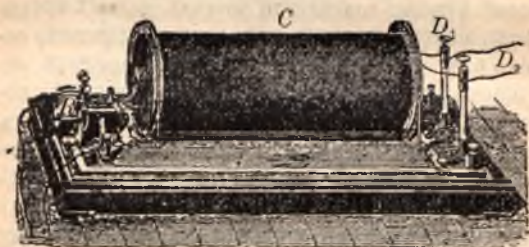
течетъ въ первичной цѣпи, чтобы снова быть прерваннымъ, какъ раньше. Такимъ путемъ токъ въ первой проволоцѣ возбуждается и прерывается много разъ въ секунду и индуцируетъ во второй проволоцѣ соответствующіе токи, проявляющіеся въ видѣ искръ между остріями D_1 и D_2 . Дѣйствіе прибора еще усиливается отъ присоединенія къ первичной цѣпи конденсатора CC . Конденсаторъ есть родъ Лейденской банки, пригодной для электрическихъ токовъ, и состоитъ изъ пластинокъ листового олова, отдѣленныхъ другъ отъ друга листочками парафиновой бумаги, слюды или другихъ какихъ-нибудь подходящихъ изоляторовъ, причемъ пластинки черезъ одну соединены между собою. Проволоки, соединяющія каждую группу пластинокъ, суть полюсы конденсатора, и когда онѣ введены въ цѣпь тока, то конденсаторъ заряженъ. Онъ можетъ быть разряженъ, если соединить оба полюса проволокой и дать двумъ противоположнымъ электричествамъ на его пластинкахъ соединиться сразу. А потому быстрое разряженіе конденсатора CC черезъ первичную спираль PC усиливаетъ индуктивное дѣйствіе тока. Батгарея B здѣсь обозначена условнымъ знакомъ «1», причемъ толстая черта обозначаетъ отрицательный полюсъ, а тонкая положительный; она введена между оконечностями T_1 и T_2 , а коммутаторъ R , поворачиваемый при помощи ручки, позволяетъ измѣнять по желанію направленіе тока.

Рис. 36 представляетъ наружный видъ обыкновенной индукціонной катушки Румкорфа, съ ея обѣими обмотками C , коммутаторомъ R и за-

жимными винтами D_1 и D_2 ; весь прибор помещенъ на деревянной доскѣ, на которой есть и конденсаторъ.

Прерывающіеся или, скорѣе, переменные токи индукціонной спирали часто примѣняются въ медицинѣ при леченіи нервныхъ болѣзней. Если ихъ пропустить сквозь стеклянныя трубки, наполненныя разряженными газами, называемыя «Гейслеровыми трубками», то они вызываютъ въ трубкахъ цвѣт-

Рис. 36.



ное свѣченіе, сходное по красотѣ своей съ сѣвернымъ сіяніемъ, которое, вѣроятно, есть подобное же явленіе разряженія электричества въ воздухѣ.

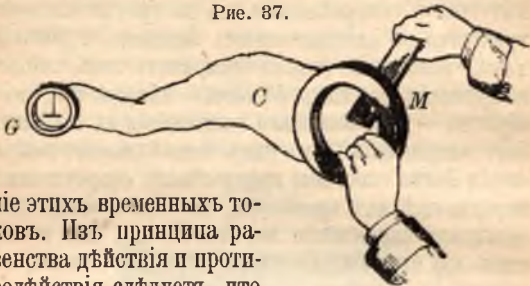
Дѣйствіе индукціи можно сдѣлать обратнымъ. Мы можемъ не только пустить токъ слабаго напряженія отъ источника слабой электровозбудительной силы сквозь первичную обмотку, и такимъ образомъ возбудить токъ большаго напряженія во вторичной обмоткѣ, но также пустить токъ большаго напряженія черезъ вторичную обмотку и воз-

будить токъ слабого напряженія въ первоначальной обмоткѣ. Трансформаторъ (обратитель), который представляетъ видоизмѣненіе индукціонной катушки и употребляется для распределенія электричества по электрическимъ лампамъ и двигателямъ, можетъ не только превратить токъ слабого напряженія въ токъ большаго напряженія, но и обратно — токъ большаго напряженія въ токъ слабого напряженія. Такъ какъ токи большаго напряженія болѣе способны преодолѣвать сопротивленіе передающей ихъ проволоки, то обыкновенно токи большаго напряженія передаютъ отъ ихъ источника въ отдаленныя мѣста, гдѣ они нужны, посредствомъ тонкихъ проволокъ, а тамъ уже превращаютъ ихъ въ токи того напряженія, которое требуется для того, чтобы зажигать лампы или приводить въ движеніе моторы.

Мы пришли теперь къ другому слѣдствію великаго открытія Эрштеда, безъ сомнѣнія самому важному изъ всѣхъ, а именно возникновенію электричества отъ магнетизма или, какъ это обыкновенно называютъ, магнито-электрической индукціи. Въ 1831 г. знаменитому Михаэлю Фарадѣю удалось доказать, что если магнитъ M вводитъ въ покое пространство катушки, обмотанной проволокою C , какъ показано на рис. 37, то въ проволокѣ появляется электрическій токъ, который продолжается все время, пока движется магнитъ. Если же начать вынимать магнитъ, то опять возникаетъ токъ, но уже въ направленіи противоположномъ первому. Если соединить концы проволоки катушки черезъ

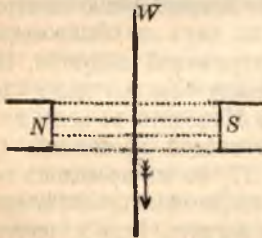
гальванометръ G , то отклоненія стрѣлки въ ту или другую сторону будутъ показывать направле-

Рис. 37.



ніе этихъ временныхъ токовъ. Изъ принципа равенства дѣйствія и противодѣйствія слѣдуетъ, что если магнитъ держать неподвижно и катушку надѣвать на него, то въ катушкѣ будутъ индуцироваться подобные же токи. Все-что требуется—это то, чтобы проволока перерѣзала линіи магнитныхъ

Рис. 38.



силъ вокругъ магнита, или, другими словами, линіи силъ въ магнитномъ полѣ. Мы уже видѣли, что токъ, проходящій по проводкѣ, можетъ двигать магнитный полюсъ, слѣдовательно мы приготовлены къ тому, что магнитный полюсъ, приведенный въ движеніе вблизи проволоки, можетъ возбудить въ ней токъ.

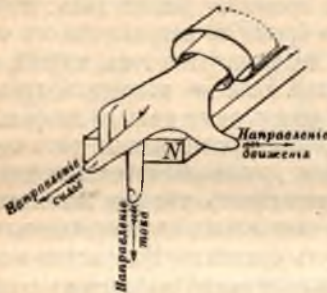
Рис. 38 показываетъ условія дѣйствія магнита

на проводникъ; N и S обозначаютъ два магнитныхъ полюса съ линіями силъ между ними, а W проволоку, пересѣкающую эти линіи подъ прямымъ угломъ, что представляетъ самое выгодное положеніе. Если теперь проволоку двигать такъ, чтобы она прошла сквозь бумагу по направленію отъ читателя, то въ ней индуцируется токъ, идущій по направленію стрѣлки. Если же, напротивъ, проволоку передвигать черезъ линіи силъ по направленію къ читателю, то индуцированный токъ пойдетъ въ направленіи, противоположномъ стрѣлкѣ. Кромѣ того, если перемѣнить мѣстами магнитные полюсы N и S , то направленія индуцированныхъ токовъ также станутъ обратными. Возбужденіе тока въ проводникѣ, движущемся въ магнитномъ полѣ, и есть принципъ обыкновенной магнито-электрической машины.

Затѣмъ, если пустить токъ изъ какого-нибудь внѣшняго источника черезъ проволоку W по направленію стрѣлки, то проволока будетъ двигаться сама на перерѣзъ линій силъ по направленію отъ читателя, т. е. по тому направленію, которое ей нужно было бы имѣть, чтобы возбудить такой токъ; если же, съ другой стороны, токъ пустить черезъ проволоку въ направленіи, противоположномъ стрѣлкѣ, то она будетъ двигаться прямо на читателя. Это основной принципъ обыкновеннаго электрическаго двигателя. Рис. 39 изображаетъ простой способъ запомнить эти направленія. Положите правую руку на сѣверный полюсъ магнита, такъ чтобы указательный палецъ былъ протянутъ по направленію

лний сплъ; тогда протянутый въ сторону большой палецъ укажетъ направленіе, по которому дви-

Рис. 39.



жется проволока или проводникъ, а согнутый средній палецъ укажетъ направленіе тока. Всѣ три пальца будутъ, какъ видно, находиться подъ прямыми углами другъ къ другу, и это отношеніе самое луч-

шее для индукціи наиболѣе сильнаго тока въ магнито-электрической машинѣ или самаго сильнаго движенія проводника въ электрическомъ двигателѣ.

Разумѣется, чѣмъ сильнѣе магнитное поле въ магнито-электрическомъ возбуждателѣ, чѣмъ меньше сопротивление проводника и чѣмъ быстрѣ онъ движется черезъ линіи силъ, другими словами, чѣмъ большее количество линій онъ перерѣзаетъ въ секунду, тѣмъ сильнѣе производимый токъ. Точно также въ электрическомъ двигателѣ: чѣмъ сильнѣе токъ и магнитное поле, тѣмъ быстрѣ будетъ двигаться проводникъ.

Самое удобное движеніе, какое можно дать проводнику на практикѣ, есть вращательное, и поэтому

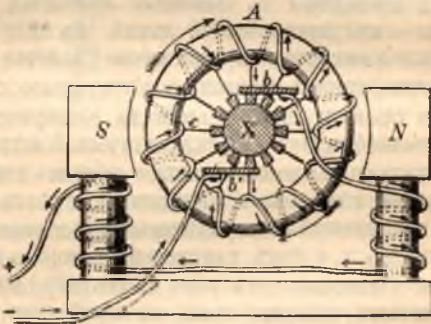
магнито-электрическая машина состоитъ обыкновенно изъ катушки или цѣлаго ряда катушекъ съ изолированной проволокой, называемаго якоремъ, быстро вращающагося въ магнитномъ полѣ между полюсами сильныхъ магнитовъ. Токи появляются въ обмоткахъ то въ одномъ направленіи, то въ другомъ, по мѣрѣ того, какъ они вращаются и пересѣкаютъ различныя части поля; при помощи приспособленія, называемаго коммутаторомъ, эти токи могутъ быть собираемы, распредѣляемы по желанію и проводимы съ помощью проволоки куда угодно — къ электрической лампѣ къ аккумулятору или электрическому двигателю. Свойства электричества, такимъ образомъ возбуждаемаго, совершенно такія же, какъ и свойства электричества, которое возбуждается въ гальванической батарее.

Коммутаторъ можетъ только собирать токи по мѣрѣ того, какъ они возбуждаются, и доставлять такъ называемый альтернативный или перемежающійся токъ, т. е. токъ, направленіе котораго измѣняется нѣсколько сотъ разъ въ секунду, или же онъ можетъ собирать токи, по мѣрѣ того какъ они возбуждаются, и доставлять такъ называемый постоянный токъ, т. е. токъ всегда одного и того же направленія, какъ въ гальванической батарее. Нѣкоторыя машины даютъ перемежающіеся токи, а другія постоянные. Токи того и другого рода годятся для электрическихъ лампъ, но только постоянные токи употребляются для гальванопластики и электрическихъ двигателей.

Въ магнито-электрической машинѣ магнитное

поле образуют постоянные стальные магниты, а въ «динамо-электрической» машинѣ электро-магниты, намагничиваемые очень сильно при помощи токовъ, возникающихъ въ движущемся проводникѣ или якорѣ. Въ машинѣ «series wound» весь токъ, возбужденный въ якорѣ, проходитъ также черезъ обмотки электро-магнитовъ. Подобная машина изображена на рис. 40: *A* обозначаетъ якорь, состоя-

Рис. 40.



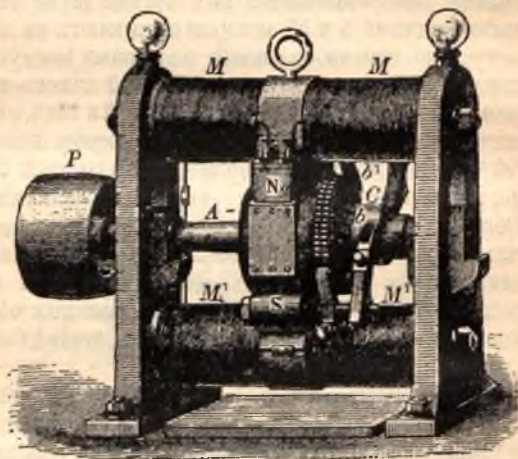
щій изъ желѣзнаго кольца съ намотанными на немъ спиралями проволоки и вращающагося въ полѣ сильнаго электро-магнита *NS* по направлению, указанному стрѣлкою. Для большей простоты изображено только 12 оборотовъ проволоки. Всѣ отдѣльныя спирали находятся въ непрерывной связи между собою и, кромѣ того, концы ихъ особою проволокою соединяются съ соотвѣтствующими ме-

таллическими пластинками на коммутаторъ *C*. Эти пластинки изолированы другъ отъ друга на оси *X* якоря. Когда каждая спираль проходитъ по очереди черезъ магнитное поле, то въ ней возбуждается токъ. Поэтому каждая отдѣльная спираль походитъ на отдѣльный элементъ гальванической батареи, въ которой элементы соединены послѣдовательно. Токъ извлекается изъ кольца двумя мѣдными щетками *b* и *b'*, которыя нажимаютъ на диаметрально противоположныя пластинки коммутатора. Одна щетка есть положительный полюсъ динамо-машины, другая — отрицательный и токъ пойдетъ отъ одного полюса къ другому черезъ какой бы то ни было внѣшній проводникъ, который будетъ соединенъ съ ними, — будь то электрическая лампа, двигатель, аккумуляторъ, гальвано-пластическая ванна или что-либо другое. Маленькія стрѣлки показываютъ направленіе тока во всѣхъ частяхъ машины, а концы проволоки обозначены: одинъ (+) положительнымъ, другой (—) отрицательнымъ.

Надо замѣтить, что токъ, возбужденный въ якорѣ, течетъ также черезъ обмотку электро-магнитовъ и такимъ образомъ поддерживаеъ ихъ силу. Когда машина пущена въ ходъ, токъ сперва слабъ, потому что магнитное поле, въ которомъ вращается якорь, исключительно зависитъ отъ «остаточнаго магнетизма», сохранившагося въ мягкихъ желѣзныхъ стержняхъ магнита отъ послѣдняго раза, какъ употреблялась машина. Но этотъ слабый токъ увеличиваетъ напряженіе магнитнаго поля, производи

болѣе сильное поле, которое, въ свою очередь, возбуждаетъ еще болѣе сильный токъ въ якорѣ и этотъ процессъ взаимнаго усиленія продолжается до тѣхъ поръ, пока не достигнется полная сила или «насыщеніе» магнитовъ.

Рис. 41.



Такова динамо-машина вида «series wound»; хорошо извѣстнымъ ея типомъ является машина Грамма. На рис. 41 изображена эта машина, какъ она дѣлается въ настоящее время. *A* обозначаетъ якорь, вращающійся между полюсами *N* и *S* электро-магнитовъ *MM* и *M₁M₁* на оси, которая при-

водится въ движеніе другой машиной при помощи ремня на приводъ *P*. Щетки *b* и *b'* коммутатора *C* собираютъ токъ, который въ этой машинѣ имѣетъ постоянное направленіе.

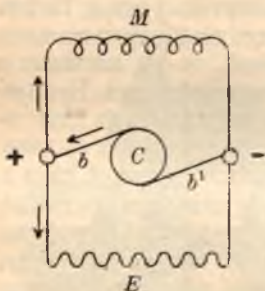
Сила тока въ машинахъ «series wound» измѣняется въ зависяности отъ сопротивленія наружной или работающей цѣпи, потому что она включается въ цѣпь электро-магнитовъ и якоря. Такимъ образомъ, если мы измѣнимъ число электрическихъ лампъ, питаемыхъ машиной, то мы измѣнимъ и токъ, который эта машина способна дать. При лампахъ съ вольтовой дугою, введенныхъ въ цѣпь послѣдовательно, если увеличить число ихъ въ цѣпи, то увеличится и сопротивленіе наружной цѣпи и, слѣдовательно, уменьшится сила тока, доставляемаго машиной, потому что токъ, ослабленный увеличеніемъ сопротивленія, не можетъ возбуждать такого сильнаго магнитнаго поля, какъ прежде. Съ другой стороны при лампахъ накаливанія, расположенныхъ параллельно, происходитъ противоположное явленіе, и если ввести въ цѣпь большее число лампъ, то это только увеличитъ силу тока, такъ какъ уменьшитъ сопротивленіе наружнаго проводника. Разумѣется, это недостатокъ машины въ тѣхъ случаяхъ, когда число лампъ, которыя надо зажигать, мѣняется смотря по надобности.

Въ машинѣ «shunt-wound» электро-магниты намагничиваются отвѣтвленнымъ токомъ, представляющимъ только небольшую часть главнаго тока якоря. Такъ, на рис. 42, *C* обозначаетъ коммутаторъ, а *b* и *b'* — щетки. *M* есть отвѣтвленіе (shunt),

закрывающее въ себѣ обмотки электро-магнитовъ, а E наружный или дѣйствующій проводникъ машины.

Маленькія стрѣлки указываютъ направленія токовъ. При такомъ приспособленіи прибавка лиш-

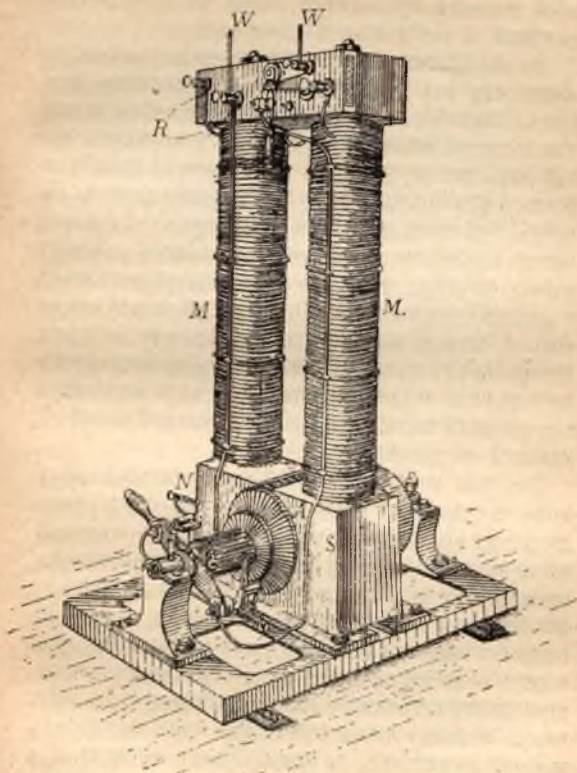
Рис. 42.



нихъ лампъ накаливанія къ наружному проводнику E ослабляетъ токъ, потому что та часть его, которая идетъ черезъ побочный путь M и возбуждаетъ магниты, теперь уменьшилась, въ виду того, что другой путь для тока черезъ E обладаетъ меньшимъ сопротивленіемъ, чѣмъ прежде. Когда мень-

шее число лампъ находится въ наружной цѣпи E и, слѣдовательно, ея сопротивленіе больше, то токъ въ побочномъ проводникѣ M увеличивается противъ прежняго, магниты становятся сильнѣе и электродвижущая сила въ якорѣ тоже увеличивается. Машина Эдисона принадлежитъ къ этому типу; она изображена на рис. 43: MM_1 — электро-магниты съ ихъ полюсами NS , между которыми вращается якорь A при помощи ремня и привода, находящихся позади; R — включенный въ отвѣтвленіе регуляторъ, на рисункѣ не изображенный. Проволоки W и W' передаютъ токъ отъ

Рис. 43.



щетокъ коммутатора наружному проводнику. Въ этой машинѣ проводники якоря не проволочныя спиралл, а отдѣльныя мѣдныя полосы.

Въ shunt машинахъ измѣненіе силы тока въ зависимости отъ различнаго числа лампъ производитъ пониженіе и псвышеніе яркости свѣта лампъ, что вовсе не желательно; поэтому изобрѣтенъ третій родъ динамо-машинъ, въ которыхъ скомбинированы принципы обѣихъ вышеприведенныхъ машинъ. Эта машина «compound-wound», въ которой магниты соединены съ якоремъ частью in shunt, частью in series, такъ что сила электро-магнитовъ и электродвижущая сила тока не мѣняется значительно, каково бы ни было число лампъ въ цѣпи. Въ машинахъ съ черемъннымъ токомъ электродвижущая сила остается постоянной, такъ какъ электро-магниты намагничиваются отдѣльной машиной, дающей постоянный токъ.

Мы уже видѣли, что дѣйствіе динамо-машины можетъ сдѣлаться обратнымъ, и что какъ проволока при прохожденіи черезъ магнитное поле развиваетъ электрическій токъ, такъ и проволока, проводящая токъ черезъ магнитное поле, придетъ въ движеніе. Поэтому динамо-электрическая машина становится электрическимъ двигателемъ, если черезъ обмотку ея якоря пропустить токъ отъ посторонняго источника. Такъ, если пропустить токъ черезъ обмотку якоря Граммовой машины, изображенной на рис. 41, то якорь будетъ вращаться, а ось при помощи привода P передастъ его движеніе другой машинѣ. Такой электрическій двигатель

можетъ быть примѣненъ для приведенія въ дѣйствіе токарныхъ станковъ, подъемныхъ машинъ, паровыхъ винтовъ и т. п., а также для разныхъ другихъ цѣлей. Существуетъ множество видовъ электрическихъ двигателей, но всѣ они, въ сущности, видоизмѣненія обыкновенной динамо-машины съ постояннымъ или переменнымъ токомъ.

Очевидно, такъ какъ механическая сила можетъ быть превращена въ электричество динамо-машиной и снова превращена въ механическую силу электрическимъ двигателемъ, то достаточно соединить динамо-машину и двигатель, при помощи изолированной проволоки, чтобы передавать на известное разстояніе механическую силу, все равно, производится ли она вѣтромъ, водой или топливомъ.

ГЛАВА V.

Электролизъ.

Разсмотрѣвъ, какимъ образомъ электричество можетъ быть возбуждено и запасено въ большомъ количествѣ, обратимся теперь къ его практическимъ примѣненіямъ. Изъ нихъ самыя важныя основаны на свойствѣ электричества развивать свѣтъ, теплоту, химическое дѣйствіе и магнетизмъ.

Слова «токъ», «давленіе» (напряженіе) и т. д. указываютъ на извѣстную аналогію между электричествомъ и водой; это помогаетъ воображенію представить себѣ то, чего нельзя ни видѣть, ни ося-

зять, хотя впрочемъ эту аналогію нельзя всетаки прослѣдить очень далеко. Вода, напримѣръ, течетъ, въ силу тяжести, съ мѣста, лежащаго выше, въ мѣсто, находящееся на болѣе низкомъ уровнѣ. Давленіе потока тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше разница уровней или паденіе воды. Сила теченія или количество воды, протекающей въ секунду, тѣмъ больше, чѣмъ выше давленіе и чѣмъ меньше сопротивленіе ея русла. Сила воды или скорость, съ какою она производитъ механическую работу, тѣмъ больше, чѣмъ выше давленіе и сильнѣе теченіе.

Такимъ же образомъ электричество течетъ благодаря электродвижущей силѣ изъ мѣста болѣе высокаго въ мѣсто болѣе низкаго электрическаго уровня или потенціала. Электрическое давленіе тѣмъ больше, чѣмъ больше разность потенціаловъ или электродвижущая сила. Сила электрическаго тока или количество электричества, протекающаго въ секунду, тѣмъ больше, чѣмъ выше давленіе или чѣмъ болѣе электродвижущая сила и чѣмъ меньше сопротивленіе проводника. Сила электричества (энергія электрическаго тока) или скорость, съ какою оно производитъ работу, тѣмъ больше, чѣмъ значительнѣе электро-движущая сила и чѣмъ сильнѣе токъ.

Изъ этого слѣдуетъ, что небольшое количество воды или электричества при высокомъ давленіи (напряженіи) дастъ намъ такое же количество энергіи, какъ и большое количество воды или электричества при низкомъ давленіи (напряженіи), и нашъ выборъ будетъ зависѣть отъ цѣли, которую мы

имѣемъ въ виду. Вообще же, сильный токъ при сравнительно низкомъ или умѣренномъ напряженіи считается на практикѣ болѣе удобнымъ.

Электричество тренія принадлежитъ къ первой категоріи, а электричество, развивающееся при химическомъ взаимодействіи тѣлъ, при нагрѣваніи и подѣ влияніемъ магнетизма — ко второй категоріи. Искру, вызванную изъ электрической машины, можно сравнить съ горнымъ водопадомъ, низвергающимся съ большой высоты, но незначительнаго размѣра, водопадомъ болѣе живописнымъ, чѣмъ полезнымъ, а токъ изъ гальванической батареи, термо-электрическаго столбика или динамо-машины можно приравнять къ рѣкѣ, текущей на низменности, но которую можно запрудить и заставить привести въ дѣйствіе мельницу. Тутъ такая же разница, какъ между дикимъ скакуномъ и смирной ломовой лошадыю.

Для электролиза *) примѣняется не искра изъ индукціонной катушки или Лейденской банки, а сильный, постоянный токъ при слабомъ напряженіи, и поэтому для подобной работы употребляется обыкновенно гальваническая батарея или особый видъ динамо-машины. Вспышка молніи является символомъ ужасающей силы, а между тѣмъ, по свидѣтельству знаменитаго Фарадея, она содержитъ меньшее количество электричества, чѣмъ слабый

*) Электролизомъ называется явленіе разложенія сложнаго химическаго тѣла при помощи электрическаго тока, при чемъ разлагаемое тѣло носитъ названіе электролита.

токъ, нужный для того, чтобы разложить на составныя части одну дождевую каплю.

Въ нашемъ сравненіи мельничной плотины съ динамо-машиной или баттареей, уровень воды выше плотины соотвѣтствуетъ положительному полюсу, а уровень воды ниже — отрицательному полюсу. Мельничный рукавъ будетъ соотвѣтствовать проводкѣ, соединяющей полюсы, т. е. наружному проводнику, а вращеніе мельничнаго колеса той работѣ, которая будетъ происходить въ проводникѣ — въ чемъ бы она ни состояла: въ разложеніи сложныхъ тѣлъ, въ приведеніи въ дѣйствіе телеграфнаго аппарата или въ накалываніи электрической лампы. Какъ теченіе воды въ рукавѣ зависитъ отъ высоты воды, т. е. отъ разницы уровней запруды и всей рѣки, и отъ сопротивленія провода, такъ и токъ въ проводникѣ зависитъ отъ электродвижущей силы или разности потенциаловъ положительнаго и отрицательнаго полюсовъ и отъ сопротивленія проводника. Отношеніе между ними выражается слѣдующимъ закономъ Ома: сила электрическаго тока прямо пропорціональна электродвижущей силѣ и обратно пропорціональна сопротивленію проводника.

На практикѣ электричество измѣряется различными единицами, названными по имени знаменитыхъ ученыхъ. Такъ единица количества электричества называется кулономъ, единица силы тока или количества электричества, протекающаго въ секунду — амперомъ, единица электро-движущей силы — вольтомъ, а единица сопротивленія — омомъ.

Количество воды или всякаго другого электролита, разлагаемаго электричествомъ, пропорціонально силѣ тока. Одинъ амперъ разлагаетъ 0,00009324 граммовъ воды въ секунду, освобождая 0,000010384 грамма водорода и 0,00008286 граммъ кислорода.

Количество въ граммахъ всякаго химическаго элемента, выдѣляющагося изъ электролита въ секунду посредствомъ тока силою въ одинъ амперъ, дается такъ называемымъ электро-химическимъ эквивалентомъ этого элемента. Послѣдній получается отъ умноженія его химическаго эквивалента на 0,000010384, т. е. электро-химическій эквивалентъ водорода. Такимъ образомъ вѣсъ металла, осадившагося изъ раствора какой-нибудь его соли подъ влїяніемъ тока во столько-то амперовъ въ извѣстное число секундъ, равно числу амперовъ, умноженному на число секундъ и на электро-химическій эквивалентъ этого металла.

Осажденіе металла изъ раствора его соли легко показать на мѣди. Дѣйствительно, мы уже видѣли, что въ элементѣ Даніеля токъ разлагаетъ растворъ сѣрнокислой мѣди и осаждаетъ чистый металлъ на мѣдной пластинкѣ. Если же мы нальемъ растворъ мѣднаго купороса въ стеклянный сосудъ и опустимъ туда проволоки отъ гальваническаго элемента, то мы замѣтимъ, что проволока отъ отрицательнаго полюса покроется частичками чистой мѣди. Сѣрно-кислая соль мѣди разложилась, и освободившійся металлъ, будучи положительнымъ, соберется на отрицательномъ электродѣ. Кромѣ того,

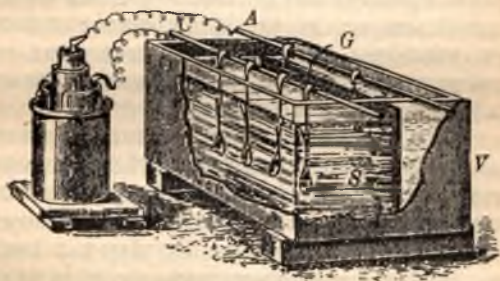
если внимательно осмотрѣть положительный электродъ, то мы замѣтимъ, что его слегка разѣло, потому что сѣрная кислота, освободившаяся изъ сѣрно-кислой мѣди, соединилась съ частицами этой проволоки, чтобы образовать новое количество сѣрно-кислой соли.

Такимъ образомъ, мѣдь отложилась на одномъ изъ электродовъ, именно на катодѣ, черезъ который токъ выходитъ изъ раствора, насчетъ другого электрода, то есть анода, черезъ который токъ входитъ въ растворъ.

Вѣсъ металла, выдѣленнаго такимъ путемъ изъ его соли, пропорціоналенъ силѣ тока; этимъ воспользовались для измѣренія силы тока съ большою точностью. Если, напр., трубки вольтаметра, описаннаго въ главѣ II, градуированы, т. е. раздѣлены на части равной емкости, соотвѣтствующія опредѣленной силѣ тока, то объемъ освобождаемаго газа прямо укажетъ силу тока. Обыкновенно, однако, силу тока въ амперахъ опредѣляютъ по вѣсу мѣди или серебра, выдѣляющагося изъ ихъ солей въ извѣстное количество времени. Главнымъ практическимъ примѣненіемъ электролиза является гальванопластика. Въ 1805 г. Бруньятели сдѣлалъ слѣдующій опытъ: онъ позолотилъ серебряную медаль, помѣстивъ ее въ качествѣ катода въ растворъ соли золота, причемъ анодомъ служила золотая пластинка. Въ продажѣ можно видѣть въ настоящее время чайники, солонки, ложки и другую столовую посуду изъ низшихъ металловъ, но серебрянныхъ для предохраненія отъ ржавчины.

Рис. 44 изображает гальванопластическую ванну, въ которую опущено нѣсколько чайныхъ ложекъ. Часть стѣнокъ этой ванны *V* вырѣзана нарочно, чтобы видна была внутренность, содержащая растворъ *S* двойной соли синеродистаго золота и калия, если требуется позолотить, и синеродистаго серебра и калия, если требуется посеребрить предметы. Электроды повѣшены на метал-

Рис. 44.



лическихъ прутахъ; подъ *A* — серебряная или золотая пластинка, смотря по надобности, а подъ катодъ *C* — ложки. Когда токъ изъ баттарей или динамо-машины проходитъ черезъ растворъ отъ анода къ катоду, то золото или серебро осаждается на ложкахъ, убыль же его въ растворъ постоянно пополняется съ пластинки, служащей анодомъ.

Громадныя количества мѣди осаждаются такимъ же способомъ; растворъ при этомъ состоитъ изъ

сѣрнокислой мѣди, а анодомъ служить мѣдная пластинка. Крупные желѣзные предметы, какъ напр. части орудій, иногда покрываются слоемъ мѣди, чтобы предохранить ихъ отъ вліянія атмосферы. Цѣльныя мѣдныя трубы для передачи пара, проволоки изъ чистой мѣди для передачи электричества также дѣлаются при помощи осажденія и весьма возможно, что котель въ будущемъ будетъ дѣлаться такимъ же способомъ.

Никкелированіе — другая распространенная отрасль промышленности; бѣлый никкель служитъ наружнымъ слоемъ для предохраненія металловъ отъ ржавчины, при чемъ нашли, что никкель всего лучше осаждается изъ раствора двойной сѣрно-кислой соли никкеля и аммонія.

Въ 1836 г. Деларю замѣтилъ, что мѣдь, осаждаемая электрическимъ токомъ на известной поверхности, принимаетъ на обратной сторонѣ точный отпечатокъ этой поверхности до малѣйшихъ царпинъ, а три года спустя Якоби въ Петербургѣ и Юрданъ въ Лондонѣ почти одновременно изобрѣли способъ дѣлать копіи или слѣпки съ медалей и снимки съ гравюръ на деревѣ. Даже не металлическія поверхности могутъ быть воспроизведены изъ мѣди, если снять съ нихъ слѣпокъ изъ воска и покрыть форму тонкимъ слоемъ графита, который, будучи проводникомъ, служитъ катодомъ для воспріятія слоя металла. При помощи электротипнн или гальванопластики дѣлаются мѣдныя пластинки для печатанія гравюръ, сдѣланныхъ на деревѣ, и копій съ печатей и медалей.

Разнообразные предметы въ природѣ, какъ цвѣты, листья, травы, перья, насѣкомыя и ящерицы могутъ быть красиво бронзированы, посеребрены и позолочены такимъ способомъ. Эти предметы слишкомъ нѣжны, чтобы ихъ можно было предварительно покрывать слоемъ графита, поэтому ихъ опускаютъ въ растворы, которые оставляютъ на нихъ плену, и на этой пленѣ уже осаждается золото или серебро. Напримѣръ, ихъ обмакиваютъ въ спиртовой растворъ азотнокислой соли серебра, состоящій изъ 2 частей соли и 100 частей алкоголя, въ закупоренной бутылкѣ; когда предметы высохнутъ, ихъ помещаютъ подъ стеклянный колпакъ и подвергаютъ дѣйствию сѣроводороднаго газа. Другой способъ: погружаютъ предметы въ растворъ изъ 1 части фосфора въ 15 частяхъ сѣроуглерода, 1 части воска, 1 части скинидара, 1 части асфальта и $\frac{1}{8}$ каучука, раствореннаго въ сѣроуглеродѣ. Полученную на предметахъ плену, покрываютъ слоемъ металла погруженіемъ ихъ въ растворъ изъ 20 гранъ азотнокислаго серебра въ литръ воды. На этотъ слой металла можетъ быть осажденъ, при помощи тока, болѣе толстый слой золота или серебра различныхъ оттѣнковъ, а серебряную поверхность можно «оксидировать», обмывъ ее легкимъ растворомъ хлористой платины.

Электролизомъ пользуются также иногда для добыванія металловъ изъ ихъ руды, для бѣленія полотна, для добыванія кислорода и водорода изъ воды, и при химической обработкѣ трубъ.

ГЛАВА VI.

Телеграфъ и телефонъ.

Подобно «философскому камню», «элексиру вѣчной юности» и «вѣчному движенію», телеграфъ издавна былъ мечтой ученыхъ. Въ XVI столѣтіи, если не раньше, думали, что можно установить симпатическую связь между двумя магнитными стрѣлками, такъ что если будетъ двигаться одна, то будетъ двигаться и другая, какъ бы онѣ ни были удалены другъ отъ друга, и что такимъ образомъ онѣ дадутъ возможность двумъ друзьямъ въ разлукѣ сообщать другъ другу свои мысли.

Мысль эта была пророческая, хотя способы ея осуществленія оказались ошибочными. Она стала осуществимой однако, когда Эрштедъ открылъ, что магнитную стрѣлку можно заставить уклоняться въ ту или другую сторону, при помощи электрическаго тока, проходящаго вблизи ея.

Знаменитый Лапласъ первый дошелъ до мысли о возможности устроить телеграфъ на основаніи этого принципа. Проволока, соединяющая два полюса баттарей, какъ извѣстно, содержитъ электрическій токъ, который обращается въ цѣпи и течетъ только тогда, когда эта цѣпь замкнута. Какъ бы длинна ни была проволока, какъ бы ни велико было разстояніе между полюсами, токъ будетъ слѣдовать по всѣмъ ея извилинамъ и пройдетъ весь путь отъ одного полюса баттарей къ другому. Мож-

но провести проволоку въ Америку и обратно, вокругъ всего свѣта, если угодно, и токъ будетъ идти по ней непрерывно.

Если же перерѣзать проволоку и такимъ образомъ прервать цѣпь, то токъ прекратится. Своей электродвижущей силой онъ можетъ преодолѣть сопротивленіе проводника, протянутаго на много миль; но если только онъ не обладаетъ исключительной силой, онъ не можетъ перескочить даже черезъ крошечный промежутокъ воздуха, который есть одинъ изъ лучшихъ изоляторовъ.

Имѣя какое-нибудь простое приспособленіе, при помощи котораго можно было бы прерывать цѣпь батареею, согласно условнымъ правиламъ, мы получимъ возможность посылать цѣлый рядъ токовъ черезъ проволоку и дѣлать понятными сигналы, куда бы мы ни захотѣли передать ихъ. Такіе знаки можно дѣлать посредствомъ отклоненія магнитной иглы, какъ указывалъ Лапласъ, или же заставить электромагнитъ притягивать мягкое желѣзо, или путемъ химическаго разложенія, или какимъ-нибудь другимъ нагляднымъ проявленіемъ тока.

Амперъ развилъ идею Лапласа въ опредѣленный планъ, а въ 1830 г., или около того, Ритчи въ Лондонѣ и баронъ Шиллингъ въ С.-Петербургѣ выставили модели, съ которыми производили опыты. Въ 1833 г. профессора Гауссъ и Веберъ устроили частнымъ образомъ телеграфъ между обсерваторіей и физическимъ кабинетомъ Геттингенскаго университета. Далѣе въ 1836 г. Вильямъ Фозергилль Кукъ, отставной врачъ Мадрасской арміи, посѣщая

лекціи анатоміи въ Гейдельбергскомъ университетѣ, увидалъ экспериментальный телеграфъ профессора Менке, сильно поразившій его. Вернувшись въ Лондонъ, онъ познакомился съ профессоромъ Уитстономъ изъ Королевскаго колледжа, который тоже производилъ опыты въ этомъ направленіи, и въ 1836 г. они взяли привилегію на стрѣлочный телеграфъ. Онъ былъ испытанъ съ большимъ усѣхомъ между станціями Эстонъ и Кэнденъ-тоунъ Съверо-Западной желѣзной дороги, вечеромъ 25 іюля 1837 г., въ присутствіи Роберта Стивенсона и другихъ выдающихся инженеровъ. Уитстонъ, сидя въ маленькой комнаткѣ, въ желѣзнодорожной конторѣ въ Эстонъ, послалъ первую депешу Куку въ Кэнденъ-тоунъ, и тотъ немедленно отвѣчалъ. «Никогда въ жизни», рассказываетъ Уитстонъ, «я не ощущалъ подобнаго волненія, какъ въ ту минуту, когда, сидя одинъ въ тихой каморкѣ, я вдругъ услышалъ тиканье стрѣлокъ и когда, складывая слова, я почувствовалъ всю важность этого изобрѣтенія, оказавшагося вполне и несомнѣнно пригоднымъ и применимымъ на практикѣ».

Важность телеграфа при эксплоатаціи желѣзныхъ дорогъ была очевидна, а между тѣмъ директора общества были настолько слѣпы, что приказали убрать аппаратъ; только два года спустя Большая Западная желѣзно-дорожная компанія ввела его на свою линію изъ Паддингтона въ Уэстъ-Драйтонъ, а потомъ и въ Сло. Это былъ первый телеграфъ для публички, не только въ Англіи, но и во всемъ мірѣ. Плата за депешу была скромная —

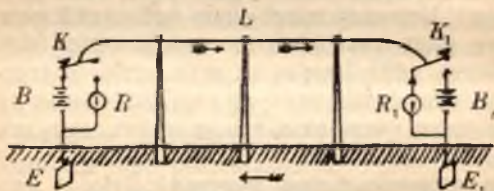
всего одинъ шиллингъ, тѣмъ не менѣе мало кто пользовался новымъ изобрѣтеніемъ, и только когда слава его распространилась за границей, благодаря ловкой поимкѣ убійцы Тавелля, оно получило права гражданства. Тавелль убилъ женщину въ Сло и, бросивъ свою жертву, сѣлъ на поѣздъ, вышедшій въ Паддингтонъ. Полиція, увѣдомленная о преступленіи, телеграфировала примѣты убійцы въ Лондонъ. Когда поѣздъ пришелъ въ Паддингтонъ, сыщики прослѣдили за убійцей и, къ его крайнему удивленію, преспокойно арестовали его въ одной тавернѣ. Первоначальный «пяти-стрѣлочный аппаратъ», нынѣ хранящійся въ музеѣ Почтамта, былъ снабженъ циферблатомъ въ видѣ ромба, на которомъ были обозначены буквы азбуки, и буква каждаго слова указывалась направленіемъ пары стрѣлокъ.

Въ первоначальномъ телеграфѣ Кука и Уитстона проволока шла по всему кругу цѣпи, но скоро убѣдились, что «обратная» проволока въ цѣпи вовсе не нужна, такъ какъ сама земля можетъ замѣнить ее. Одной проволоки отъ станціи отправления къ станціи назначенія совершенно достаточно, лишь бы аппаратъ на обѣихъ концахъ былъ надлежащимъ образомъ сообщенъ съ землей. Это пользованіе землею не только сберегаетъ расходъ на обратную проволоку, но также уменьшаетъ сопротивленіе цѣпи, потому что земля на практикѣ не обнаруживаетъ замѣтнаго сопротивленія.

Рис. 45 представляетъ діаграмму сообщеній въ простой телеграфной цѣпи. На каждой станціи

имѣется батарея B и B_1 , прерыватель или ключъ K и K_1 , для замыканія и прерыванія цѣпи, приемный аппаратъ R и R_1 , для приема и чтенія показаній сигнальныхъ токовъ и соединенія съ землею, или листы E и E_1 для пользования землей вмѣсто обратной проволоки. Обыкновенно, это мѣдные листы, зарытые въ сыроватомъ грунтѣ или водопроводныя трубы города. Проволока телеграфной линіи, обыкновенно желѣзная или мѣдная, натяги-

Рис. 45.



вается на деревянныхъ столбахъ, но изолируется отъ нихъ фаянсовыми «стаканчиками» или изоляторами.

На станціи направо ключъ отправляетъ депешу, а на станціи направо—приготовились принять ее. Ключъ такъ устроенъ, что въ обыкновенномъ положеніи онъ приводитъ всю линію въ сообщеніе съ землей черезъ приемный аппаратъ и листы, зарытые въ землѣ.

Ключъ K состоитъ главнымъ образомъ изъ рычага на пружинѣ, съ двумя платиновыми пуговками, такъ расположенными, что когда рычагъ на-

давливается внизъ рукою телеграфиста, то онъ прерываетъ соприкосновеніе съ приемникомъ R и приводитъ проволоку L въ сообщеніе съ землею E черезъ батарею B , какъ показано слѣва. Тогда токъ устремляется въ линію, проходитъ черезъ приемникъ R_1 , на другой станціи, возвращаясь къ батарее станціи отправленія черезъ зарытый въ грунтъ листъ E_1 и землю.

Продолжительность тока зависитъ отъ телеграфиста, работающаго на станціи отправленія: ясно, что сигналы можно давать токами различной продолжительности. Въ сигнальномъ алфавитѣ Морза, въ настоящее время всюду употребительномъ, примѣняются только двѣ продолжительности тока: короткій, мгновенный токъ, производимый мгновеннымъ прикосновеніемъ ключа, и затѣмъ токъ, получаемый отъ прикосновенія, приблизительно, втрое болѣе продолжительнаго. Эти два сигнала называются «точками» и «черточками», и вся азбука— просто-на-просто различныя сочетанія этихъ значковъ для обозначенія различныхъ буквъ алфавита.

Рис. 46 представляетъ алфавитъ аппарата Морза въ томъ видѣ, въ какомъ онъ употребляется въ Россіи.

Очевидно, что вмѣсто того, чтобы измѣнять продолжительность тока, можно измѣнять направленіе тока, при чемъ токъ одного направленія будетъ соответствовать «точкѣ», а другого— «черточкѣ». На практикѣ употребляются оба способа, смотря по устройству приемнаго аппарата телеграфной линіи. Въ подводныхъ кабеляхъ и при зеркаль-

ныхъ и стрѣлочныхъ аппаратахъ сигналы производятся при помощи перемѣны направленія токовъ одинаковой продолжительности, но на сухопутныхъ линіяхъ, гдѣ дѣйствуютъ аппараты Морза и звуковые аппараты, пользуются различною продолжительностью тока.

Алфавитъ Морза употребляется также въ вой-

Рис. 46.

а	р	1
б	с	2
в	т	3
г	у	4
д	ф	5
е	х	6
ж	ц	7
з	ч	8
и	ш	9
й	щ	0
к	ъ	Точка
л	ы	Точка съ запятою
м	ю	Запятая
н	я	Двоеточіе
о	ь	Вопросит. знакъ
п		Тире

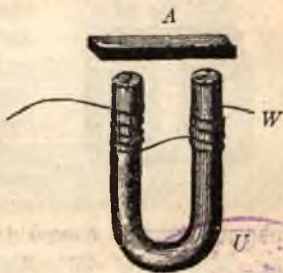
скахъ для сигналовъ посредствомъ флаговъ и огней и можетъ годиться и во вседневной жизни. Телеграфисты иногда разговариваютъ между собою среди большого общества, мигая правымъ и лѣвымъ глазомъ, или ударяя извѣстнымъ образомъ ложкой по чашкѣ и блюдечку.

Приемные аппараты R и R_1 могутъ состоять изъ магнитной стрѣлки, вращающейся на оси п помѣ-

щенной въ центрѣ круговаго проводника, черезъ который проходитъ токъ, отклоняющій стрѣлку въ ту или другую сторону. Таковъ былъ первоначальный аппаратъ Кука и Уитстона, до сихъ поръ употребляемый какъ упрощенная форма на нѣкоторыхъ мѣстныхъ линияхъ и желѣзнодорожныхъ телеграфахъ. Сигналы передаются при помощи мгновенныхъ токовъ, направленіе которыхъ устанавливается ключомъ «двойнаго тока», сообщающимъ линію то съ однимъ, то съ другимъ полюсомъ батареи: одно направленіе тока, какъ сказано выше, соотвѣтствуетъ «точкѣ», а другое—«черточкѣ» аппарата Морза. Такимъ образомъ, если точка обозначается отклоненіемъ стрѣлки вправо, то черточка обозначится отклоненіемъ стрѣлки влѣво.

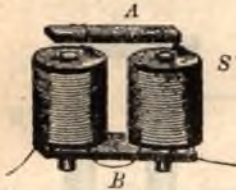
Большинство сухопутныхъ телеграфныхъ аппаратовъ основаны на принципѣ электро-магнита. Намъ уже извѣстно (Глава IV), что спиральная проволока съ токомъ, пропущеннымъ черезъ нее, получаетъ свойства магнита и способна втянуть внутрь себя стержень мягкаго желѣза. Если стержень этотъ оставить внутри спирали, то отъ сочетанія стержня со спиралью получится электромагнитъ, т. е.

Рис. 47.



магнитъ, остающійся магнитомъ только до тѣхъ поръ, пока черезъ него проходитъ токъ. На рис. 47 изображенъ простой подковообразный электромагнитъ, изобрѣтенный Стерджемомъ. Стержень изъ мягкаго желѣза въ формѣ буквы *U* обмотанъ изолированной проволокой *W*; если пропустить черезъ нее токъ, то стержень становится магнитомъ, съ «сѣвернымъ» полюсомъ на одномъ концѣ и «южнымъ» полюсомъ на другомъ. Эти полюсы способны притягивать кусокъ мягкаго желѣза или якорь *A*. Если токъ прекратить, то стержень утрачиваетъ свойство магнита и якорь отпадаетъ. На практикѣ электро-магниту обыкновенно придаютъ форму, изображенную на рис. 48,

Рис. 48.



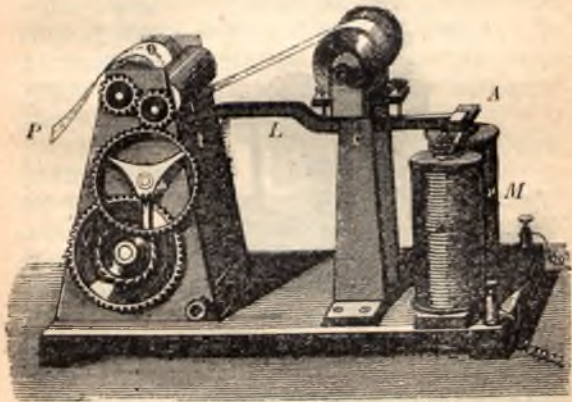
гдѣ полюсами служатъ двѣ катушки или два проводочныхъ соленоида *S*, насаженные на прямые желѣзные стержни, соединенные пластинкой *B*; *A* обозначаетъ якорь.

Подобный электро-магнитъ — приборъ, болѣе сильный, чѣмъ подвижная

стрѣлка и лучше способенъ приводить въ дѣйствіе механизмъ. Онъ послужилъ основой для прибора Самуэля Морза, отца телеграфа въ Америкѣ. Аппаратъ Морза или, лучше, Морза и Вэля передаетъ сигналы точками и черточками на подвижной бумажной лентѣ. Рис. 49 изображаетъ аппаратъ Морза, въ которомъ электро-

магнитъ *M* притягиваетъ желѣзный якорь *A*, когда токъ проходитъ черезъ ея катушки и при помощи рычага *L*, соединеннаго съ якоремъ, подымаетъ острие небольшого штифта *l*, которое касается поверхности подвижной бумажной ленты *P* и ставитъ на ней черточки и точки, смотря по желанію телеграфиста. Остальныя части аппарата состоятъ

Рис. 49.

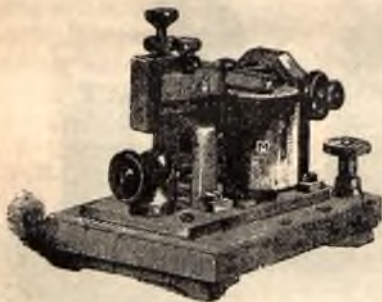


изъ подробностей, нужныхъ для установки и приведенія его въ дѣйствіе.

Желательно, конечно, постоянная запись депешъ, тѣмъ не менѣе телеграфисты предпочитаютъ « прочитывать » сигналы ухомъ, чѣмъ глазами и, къ досадѣ Морза, болѣе склонны слушать тиканье от-

мѣчающаго штифта, чѣмъ разбирать знаки на бумагѣ. Впослѣдствіи Стивенъ Вэль, сотрудникъ Морза, въ сущности установившій алфавитъ Морза, сдѣлалъ видоизмѣненіе въ аппаратѣ, приспособивъ его исключительно для слуха. «Звуковой» телеграфъ, какъ его называютъ, вытѣснилъ пишущій приборъ. Этотъ изящный маленькій аппаратъ изображенъ на рис. 50; *M* обозначаетъ электро-маг-

Рис. 50.



нитъ, *A* — якорь, который движется вверхъ и внизъ между двумя металлическими клавишами, въ то время какъ токъ пускается и прерывается ключомъ отправления, а

телеграфистъ, прислушиваясь къ звукамъ, передаетъ телеграмму буква за буквой, слово за словомъ.

Передвиженіе якоря въ обоихъ этихъ приборахъ требуетъ нѣкотораго времени, и вотъ Александръ Бэнъ изъ Тюрсо, по ремеслу часовыхъ дѣлъ мастеръ, а по природѣ гений, изобрѣлъ химическій телеграфъ, способный работать гораздо быстрѣе. Аппаратъ Бэна походитъ на аппаратъ Морза тѣмъ, что онъ также отмѣчаетъ сигналы на подвижной

бумажной лентѣ, но тутъ это дѣлается при помощи электролиза или электро-химическаго разложенія. Бумагу пропитываютъ растворомъ іодистаго калия въ крахмальной водѣ, и сигнальные токи пропускаются черезъ нее гравировальной иглой или желѣзнымъ остріемъ. Электричество по пути разлагаетъ растворъ и оставляетъ синія пятнышки на бумагѣ, которыя и соотвѣтствуютъ точкамъ и черточкамъ аппарата Морза. Телеграфъ Бэна можетъ передавать до 1000 словъ въ минуту, между тѣмъ какъ аппаратъ Морза или звуковой всего отъ 40 до 50. тѣмъ не менѣе онъ вышелъ изъ употребленія, быть можетъ потому, что приготовленіе раствора представляетъ нѣкоторыя неудобства.

Разсказываютъ, что одинъ слѣпой телеграфистъ въ Америкѣ могъ разбирать сигналы по запаху отъ химическаго процесса и мы охотно этому вѣримъ. Дѣйствительно телеграфъ способенъ оказывать дѣйствіе на всѣ органы чувствъ; такъ, глухой телеграфистъ можетъ осязать движенія звуковаго аппарата, а сигналы тока могутъ быть ощущаемы безъ всякаго аппарата, просто по вкусу проволочекъ, взятыхъ въ ротъ.

Искусный телеграфистъ можетъ передавать двадцать пять словъ въ минуту съ ключомъ единичнаго тока и почти вдвое больше съ ключомъ двойнаго тока, несли мы вспомнимъ, что для каждаго слова въ среднемъ требуется до 15 различныхъ знаковъ, то число это покажется поразительнымъ; но при помощи автоматическаго отиравателя Уитстона въ одну минуту могутъ быть отправлены 150 словъ и болѣе.

Между телеграфами, предназначенными для печатанія денешъ римскимъ шрифтомъ, телеграфъ профессора Давида Эдварда Юза безъ сомнѣнiя самый удобный, поэтому онъ въ настоящее время во всеобщемъ употребленiи. Въ этомъ аппаратѣ электро-магнитъ, притягивая свой якорь, надавливаетъ бумагу на вращающийся типографскiй валикъ; она получаетъ отпечатокъ шрифта, такъ что депеша можетъ быть прочитана новичкомъ. Для этой цѣли валикъ съ шрифтомъ на приемной станции долженъ вращаться съ полной равномерностью, для того чтобы надлежащая буква приходилась надъ бумагой, когда проходитъ токъ. «Двойная система», при помощи которой двѣ депеши съ разныхъ концовъ могутъ быть передаваемы по одной проволоцѣ одновременно, не смѣшиваясь, и «четверная система», посредствомъ которой четыре депеши могутъ быть посланы заразъ, вошли въ употребленiе по линiямъ, гдѣ сообщенiе особенно оживленное. Обѣ эти системы и ихъ видоизмѣненiя основаны на остроумномъ приспособленiи аппарата на обоихъ концахъ линiи, благодаря чему сигнальные токи, посылаемые съ одной станции, не мѣшаютъ приемникамъ отмѣчать сигналы, получаемые съ другой станции. Когда употребляется автоматическiй отправитель Уитстона, то съ этими системами можно передавать по линiи до 500 словъ въ минуту. Газетныя новости большей частью посылаются ночью; говорятъ, что однажды, по случаю важныхъ пренiй въ англiйскомъ парламентѣ, было послано въ одну ночь до полу-миллиона словъ съ лондонской

центральной телеграфной станціи во всѣ концы Англии.

Отъ времени до времени изобрѣтались «телеграфы», въ буквальномъ смыслѣ этого слова, которые нишуть денешу перомъ и такимъ образомъ, что воспроизводятъ точную копію или факсимиле оригинала. Таково «телеграфическое перо» Коупера, и телеутографы Робертсона и Грея. Первые два основаны на измѣненіи, сообразно съ извилинами почерка, силы тока, который въ свою очередь заставляетъ перемѣщаться соответствующимъ образомъ перо или штифтъ на другой станціи. Приборъ Грея, наиболѣе удачный изъ нихъ, дѣйствуетъ перемежающимися токами или электрическими толчками, которые возбуждаютъ электро-магнитъ и двигаютъ штифтъ на другомъ концѣ линіи. Онъ слишкомъ сложенъ, чтобы описывать его здѣсь, и не имѣетъ значительнаго практическаго примѣненія.

Телеграфы для передачи набросковъ и рисунковъ были изобрѣтены д'Абленкуромъ и другими, но не вошли въ общее употребленіе. Недавно сдѣланъ былъ новый шагъ въ этомъ направленіи Амштуцомъ, который изобрѣлъ аппаратъ для передачи фотографическихъ снимковъ на далекія разстоянія при помощи электричества. Способъ Амштуца состоитъ изъ сочетанія фотографіи съ телеграфомъ. Приготавливаютъ обыкновенный негативъ и отпечатываютъ его на чувствительной желатиновой пластинкѣ, обработанной двухромокислымъ калиемъ. Части желатиновой пластинки, подвергнутыя дѣйствію свѣта, становятся нерастворимыми, между тѣмъ

какъ тѣневая можно смыть водою. Такимъ образомъ получается на желатинѣ рельефное изображеніе или гравюра, и въ поперечномъ разрѣзѣ пластинка представилась бы, если смотрѣть съ краевъ, зазубренной или извилистой, какъ разрѣзъ мѣстности или слѣдъ штифта въ фонографѣ. Желатиновая пластинка, такимъ образомъ приготовленная дѣйствіемъ свѣта и воды, обертывается вокругъ вращающагося барабана или валика, по которому, какъ по цилиндру фонографа, ведется пружинный штифтъ или остріе.

При этомъ штифтъ подымается и опускается, слѣдуя за неровностями пластинки, и дѣйствуетъ какъ рычагъ на рядъ телеграфныхъ ключей, которые прерываютъ сообщеніе съ электрической батареею, введенной между ключами и землею. Ключей четыре и когда къ нимъ не прикасаются, то токъ разбивается на четыре побочныхъ пути или катушки съ проволокой, прежде чѣмъ онъ войдетъ въ проволоку линіи и попадетъ на другую станцію. Когда къ одному изъ ключей прикоснутся, то соотвѣтствующій побочный путь или катушка исключается изъ цѣпи. Устраненіе одного побочнаго пути или канала для прохожденія тока имѣетъ слѣдствіемъ увеличеніе сопротивленія линіи и слѣдовательно уменьшеніе силы тока. Когда всѣ ключи въ покоѣ, то сопротивленіе наименьшее и токъ наибильнѣйшій. Съ другой стороны, когда прикоснутся ко всѣмъ ключамъ, кромѣ послѣдняго, то сопротивленіе будетъ наиболѣе сильнымъ, а токъ наиболѣе слабымъ. Благодаря этому приспособ-

собленію, токъ въ линіи усиливается или ослабѣваетъ, по мѣрѣ того какъ штифтъ или остріе опускается во впадину или подымается надъ выпуклостью. На другой станціи токъ проходитъ черезъ соленоидъ или проволочную спираль, соединенную съ землею, и намагничиваетъ его такъ, что стержень изъ мягкаго желѣза втягивается съ большей или меньшей силой внутрь спирали. Движеніе стержня вверхъ и внизъ при помощи рычага приводитъ въ дѣйствіе гравировальный штифтъ, который и гравируетъ копію съ оригинальной желатиновой пластинки на поверхности другой восковой или желатиновой пластинки, также обернутой вокругъ барабана, который вращается со скоростью, соответствующей скорости вращенія барабана на станціи отправленія. Такимъ образомъ получается на другой станціи копія рисунка на желатиновой пластинкѣ, съ которой можно сдѣлать клише или электротипную пластинку для печатанія. Амштуцъ надѣется примѣнить этотъ гравировальный способъ къ золотымъ, серебрянымъ и другимъ пластинкамъ изъ мягкаго металла, и не исключительно на далекихъ разстояніяхъ.

Намъ извѣстно, что электрическій токъ въ одной проволоцѣ можетъ индуцировать временный токъ въ сосѣдней проволоцѣ; этимъ явленіемъ воспользовались въ Америкѣ Фельпсъ и другіе для отправки депешъ съ поѣздовъ, находящихся въ пути. Сигнальные токи перемежающіеся и когда они проходятъ черезъ проводникъ въ поѣздѣ, то они возбуждаютъ соответствующіе токи въ проволоцѣ, иду-

щей вдоль полотна; токи эти могут быть обнаружены благодаря гулу, который они производятъ въ телефонѣ. Опыты, недавно произведенные Присомъ для лондонскаго почтамта, показываютъ, что при токахъ достаточной силы и съ надлежащими приспособленіями, можно передавать депеши черезъ воздухъ за пять и больше миль (8—10 верстъ) при помощи этого индуктивнаго способа.

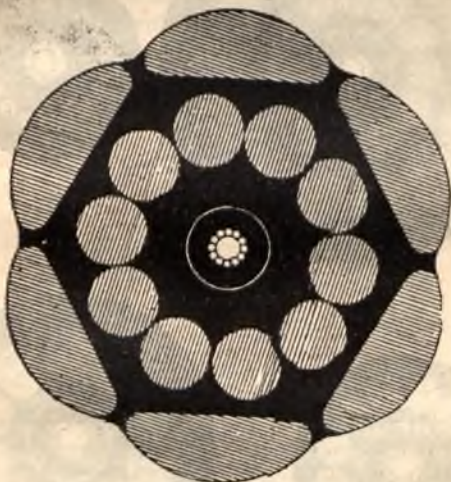
Мы переходимъ теперь къ подводному телеграфу, во многихъ отношеніяхъ отличающемуся отъ сухопутнаго. Очевидно, что такъ какъ вода и влажная земля — проводники, то проволока для передачи электрическаго тока должна быть изолирована, если ее хстятъ опустить на дно моря или зарыть подъ землю. Лучшіе матеріалы для этой цѣли — гуттаперча и каучукъ, которые оба гибки, и притомъ очень хорошіе изоляторы.

Первый подводный кабель былъ проложенъ черезъ Ламаншъ между Доверомъ и Кале въ 1851 году и состоялъ изъ мѣднаго каната, покрытаго гуттаперчей и защищеннаго отъ порчи наружной оболочкой изъ пеньки и желѣзной проволоки. Это общій типъ всѣхъ подводныхъ кабелей, которые въ слѣдствіи были проложены во всѣхъ частяхъ свѣта. Обыкновенно броня или обшивка дѣлается толще для прибрежныхъ мѣстностей чѣмъ для открытаго моря, но электропроводящая часть или стержень, т. е. изолированный проводникъ, вездѣ одинаковъ.

Первый кабель черезъ Атлантическій океанъ былъ проложенъ въ 1858 г. сэромъ Чарльзомъ

Брайтомъ, но скоро испортился и лишь въ 1866 г. былъ установленъ новый кабель для телеграфнаго сообщенія между Старымъ и Новымъ свѣтомъ. На рис. 51 изображены въ натуральную величину раз-

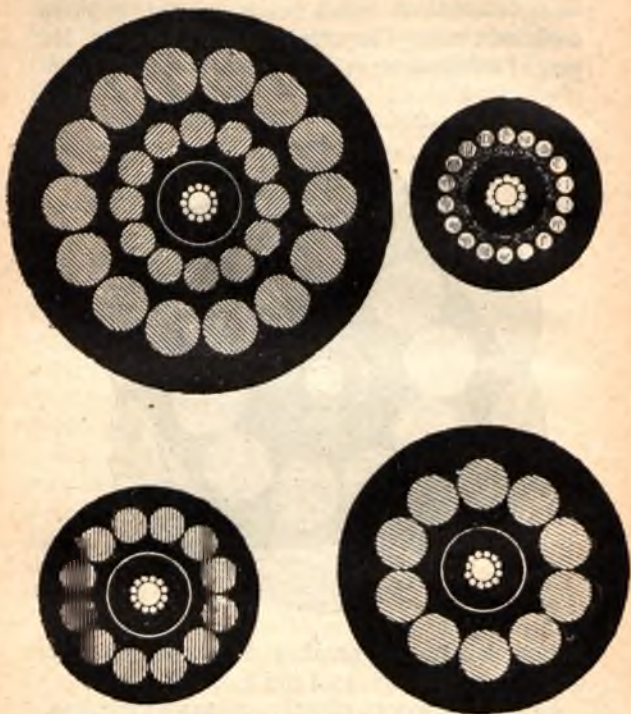
Рис. 51.



личные поперечные разрѣзы Атлантическаго кабеля, проложеннаго въ 1894 г.

Внутренній пучокъ мѣдныхъ проволокъ есть проводникъ, а черный кругъ обозначаетъ гуттаперчу или изоляторъ, удерживающій электричество, чтобы оно не ушло въ воду. Остальная часть кабеля представляетъ оболочку или броню, состоящую изъ

Къ рис. 51.

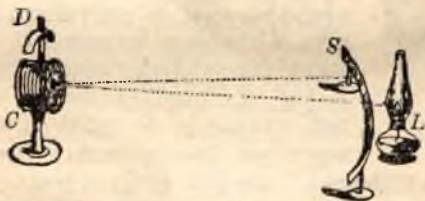


пеньки и толстыхъ желѣзныхъ проволокъ, защищенныхъ отъ ржавчины слоемъ смѣси горной смолы и песку.

Цѣпь подводнаго кабеля, въ сущности такая же

какъ и въ сухопутныхъ линіяхъ, развѣ только что сообщеніемъ съ землею обыкновенно является желѣзная оболочка кабеля вмѣсто доски. Въ кабелѣ однако, но крайней мѣрѣ для дальнихъ разстояній, приборы для отправки и приема дешепь различны отъ тѣхъ, которые примѣняются на сухопутной линіи. Кабель есть въ сущности Лейденская банка или конденсаторъ, а сигнальные токи индуктируютъ противоположные токи въ водѣ или землѣ. Сигналы замедляются въ своемъ движеніи и изъ рѣзко раз-

Рис. 52.



дѣленныхъ отдѣльныхъ струй переходятъ въ растянутыя волны, которыя стремятся бѣжать вмѣстѣ и такимъ образомъ соединиться. Въ результатѣ, отдѣльные сигнальные токи, вошедшіе въ длинный кабель, выходятъ на другомъ концѣ однимъ непрерывнымъ токомъ съ колебаніями при каждомъ сигналѣ, т. е. стремительнымъ потокомъ, какъ струя воды, текущая изъ тѣснаго жолоба. Приемный аппаратъ долженъ быть настолько чувствительнымъ, чтобы проявлять каждое колебаніе тока. Его указатель долженъ поддаваться каждому поднятію и

паденію силы тока, подобно поплавку, прыгающему по зыби моря.

Подобнымъ приборомъ является прекрасный «зеркальный» гальванометръ лорда Кельвина, бывшего президента Королевскаго общества. Онъ изображенъ на рис. 52: *C* обозначаетъ катушку съ небольшою магнитной стрѣлкой, повѣшенной внутри ея, а *D* стальной магнитъ, укрѣпленный на подставкѣ надъ катушкой. Стрѣлка *M* (рис. 53) сдѣлана изъ ча-

Рис. 53.



совой пружины, припаенной къ задней сторонѣ маленькаго зеркальца, которое повѣшено на шелковинкѣ внутри камеры съ выпуклымъ стекломъ *G* впереди; катушка *C* окружаетъ камеру. Лучъ свѣта изъ лампы *L* (рис. 52) падаетъ на зеркало и отъ него отражается на шкалѣ *S*, на которую онъ бросаетъ свѣтлое пятно.

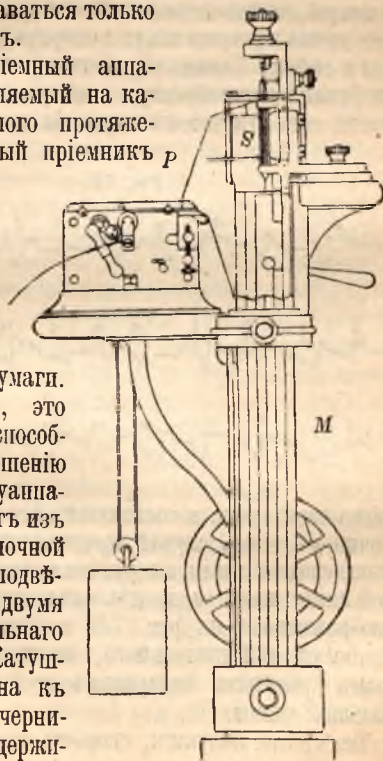
Когда проволока *C* введена въ цѣпь между концомъ кабеля и землею, то сигнальный токъ, проходя черезъ нее, заставляетъ маленькіе магниты качаться изъ стороны въ сторону, а зеркало, колеблющееся вмѣстѣ съ ними, заставляетъ лучъ свѣта перемѣщаться взадъ и впередъ по шкалѣ. Телеграфистъ, сидящій возлѣ, наблюдаетъ за мельканіемъ свѣтлаго пятна въ темнотѣ и разбираетъ таинственную депешу.

Конденсаторъ, введенный въ цѣпь между кабелемъ или приѣмникомъ, или между приѣмнымъ аппаратомъ и землею, имѣетъ то дѣйствіе, что дѣлаетъ болѣе рѣзкими волны тока, а, слѣдовательно, и сиг-

наловъ. Для передачи депеши употребляется ключъ двойного тока, который перемѣняетъ полюсы батареи и позволяетъ сигнальнымъ токамъ быть одной длины, т. е. передаваться только въ видѣ точекъ.

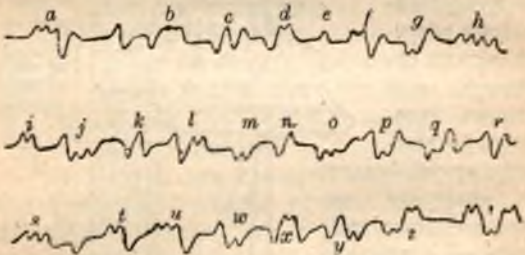
Другой приемный аппаратъ, употребляемый на кабеляхъ большого протяженія — сифонный приемникъ лорда Кельвина, изображенный на рисункѣ 54; онъ отмѣчаетъ или пишетъ депешу на подвижной полоскѣ бумаги. Въ сущности, это обратное приспособленіе по отношенію къ зеркальному аппарату и состоитъ изъ легкой проволоочной катушки, *S* подвѣшенной между двумя полюсами сильнаго магнита *M*. Катушка прикрѣплена къ сифону съ чернилами *P*, поддержи-

Рис. 54.



ваемому посредствомъ особой индукціонной катушки въ состояніи дрожанія, благодаря которому чернила каплями стряхиваются на подвижную полосу бумаги. Катушка вводится въ щель между кабелемъ и землей, и когда сигнальный токъ проходитъ черезъ нее, то она качается взадъ и впередъ, увлекая за собой и сифонъ. Такимъ образомъ чернила намѣчаютъ на бумагѣ волнообразную линію, которая, въ сущности, есть отпечатокъ поднятія и наденія силы

Рис. 55.



сигнальнаго тока и составляетъ передачу депеши. Точки въ этомъ случаѣ представляются волнами выше средней линіи, а черточки волнами ниже средней линіи, какъ видно изъ слѣдующаго алфавита, изображеннаго на рис. 55 и представляющаго копію съ дѣйствительнаго, написаннаго сифоннымъ приѣмнымъ аппаратомъ подводнаго кабеля большой длины.

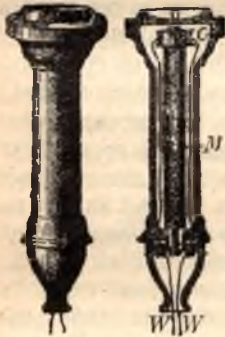
Вслѣдствіе индукціи, скорость сигнализациі на

кабеляхъ большого протяженія гораздо меньше, чѣмъ на сухопутныхъ линіяхъ одинаковой длины и достигаетъ только отъ 25 до 45 словъ въ минуту на атлантическихъ кабеляхъ и 30—50 словъ при автоматическомъ ключѣ отправления; но скорость эта на практикѣ удваивается при употребленіи двойной системы Мергеда, съ помощью которой можно отправлять одновременно двѣ депеши, по одной съ каждой стороны.

Отношеніе телеграфа къ телефону приблизительно такое же, какъ отношеніе низшихъ животныхъ къ человѣку. Въ телеграфной цѣпи, съ ея тикающимъ ключомъ на одномъ концѣ и щелкающимъ пріемникомъ — на другомъ, мы имѣемъ, въ сущности, ребяческій первообразъ диковиннаго телефона съ его таинственнымъ микрофономъ и прорипательной пластинкой. Тѣмъ не менѣе, телефонъ произошелъ отъ телеграфа далеко не по прямой линіи и вовсе не черезъ звуковой телеграфъ. Первый намекъ на электрическій телефонъ былъ данъ Шарлемъ Бурселемъ, французскимъ телеграфистомъ, въ 1854 г., но его проектъ не имѣлъ никакихъ практическихъ послѣдствій. Въ 1860 г. нѣкто Филиппъ Рейсъ, нѣмецкій школьный учитель, устроилъ въ грубой формѣ телефонъ, съ помощью котораго можно было передавать музыку и нѣсколько произнесенныхъ словъ. Наконецъ, въ 1876 г. Грэмъ Белль, шотландецъ, поселившійся въ Канадѣ, выставилъ первый пригодный для разговора телефонъ своего изобрѣтенія на столѣтней юбилейной выставкѣ въ Филадельфіи.

На рис. 56 изображенъ наружный видъ и разрѣзъ телефона Белля, какъ онъ дѣлается въ настоящее время; *М* — есть магнитный стержень, имѣющій небольшую катушку тонкой изолированной проволоки *С*, опоясывающей одинъ его полюсъ. Передъ катушкой помещается круглая пластинка мягкаго желѣза, способная колебаться какъ діафрагма или барабанная перепонка уха. Крышка въ формѣ амбушюра *О* охватываетъ діафрагму

Рис. 56.



кругомъ, а проволоки *W* служатъ для включенія катушки въ цѣпь.

Пластинка изъ мягкаго желѣза намагничивается индукціей полюса и цѣпкомъ притянулася бы къ нему, еслибъ она не была прикрѣплена съ краевъ ободкомъ, такъ что только середина можетъ свободно двигаться. Когда человекъ говоритъ, поставивъ амбушюръ ко рту, то звуковыя волны

ударяють въ пластинку и вызываютъ въ ней соотвѣтственные колебанія. Такъ какъ пластинка намагничена, то движенія ея къ катушкѣ и отъ нея возбуждаютъ соотвѣтствующія волны электричества въ обмоткѣ, согласно знаменитому опыту Фарадея (Глава IV). Если этотъ волнообразный токъ пропустить черезъ такой же телефонъ на дру-

гомъ концѣ линіи, то онъ, въ силу обратнаго дѣйствія, приведетъ діафрагму въ колебаніе и воспроизведетъ первоначальныя звуковыя волны. Въ результатѣ выходитъ, что если другое лицо будетъ слушать у отверстія другого телефона, то оно услышитъ точное воспроизведеніе первоначальной рѣчи.

Телефонъ Белля въ сущности небольшой магнито-электрическій генераторъ электричества, и если два ихъ включить въ одну цѣпь, то мы получаемъ систему для передачи энергіи. Такъ какъ голосъ при разговорѣ есть движущая сила, сравнительно слабая, то нужны были дальнѣйшія усовершенствованія, прежде чѣмъ телефонъ сталъ пригоденъ къ употребленію.

Въ 1877 г. Эдиссонъ первый изобрѣлъ пригодный для практики телефонъ, который, вмѣсто того, чтобы зарождать токъ, лишь направляетъ его силу, подобно тому, какъ шлюзъ въ мельничной плотинѣ регулируетъ теченіе воды въ жолобѣ. Дю-Монсель замѣтилъ, что электрическое сопротивленіе угольнаго порошка измѣняется подъ вліяніемъ давленія, а Эдиссонъ нашелъ, что ламповая сажа такъ чувствительна, что измѣняетъ сопротивленіе подъ дѣйствіемъ звуковыхъ волнъ. Его передатчикъ состоитъ изъ пуговки или лепешки ламповой сажи, помѣщенной позади діафрагмы и включенной въ цѣпь. Если сказать что-нибудь надъ діафрагмой, то звуковыя волны нажимаютъ ее на эту пуговку и такимъ образомъ измѣняютъ силу тока соотвѣтственнымъ образомъ. Приемникъ Эдиссона устроенъ также очень остроумно и состоитъ изъ вра-

щающагося мѣлового цилиндра и мѣднаго штифта, который скользитъ по немъ. Когда волнообразный токъ переходитъ отъ штифта къ мѣлу, то штифтъ скользитъ по поверхности и, будучи соединенъ съ діафрагмой, заставляеть ее вибрировать и повторять первоначальные звуки. Этотъ приемникъ—электро-мотографъ—былъ, однако, оставленъ, а въ общее употребленіе вошла комбинація передатчика Эдиссона и приемника Белля.

Въ концѣ 1877 г. профессоръ Юзь, талантливый валліецъ, изобрѣтатель печатающаго телеграфа, открылъ, что всякое слабое соприкосновеніе между двумя проводниками имѣеть свойство передавать звуки, измѣняя силу электрическаго тока, проходящаго по нимъ. Напримѣръ, два куска металла, два гвоздя или конца проволоки, приведенные въ слабое соприкосновеніе подъ легкимъ давленіемъ, если пропустить черезъ нихъ электрическій токъ, способны передавать рѣчь. Два куска твердаго угля еще пригоднѣе для этой цѣли, и если ихъ надлежащимъ образомъ приспособить, то даже полетъ мухи будетъ слышенъ въ телефонѣ, соединенномъ съ нимъ. Таковъ знаменитый «микрофонъ», съ помощью котораго самые слабые звуки могутъ быть сдѣланы доступными для слуха.

На рис. 57 изображенъ такъ называемый карандашный микрoфонъ; *M* обозначаетъ заостренную палочку твердаго угля, вставленную между двухъ угольныхъ брусковъ, соединенныхъ проводникомъ съ батареей *B* и Беллевскимъ телефономъ *T*. Соединеніе палочки съ брусками такъ чувствитель-

но, что на силу тока, идущаго черезъ нихъ, вліяеть малѣйшее колебаніе палочки, вызываемое даже движеніемъ насѣкомаго. Слѣдовательно, если мы говоримъ возлѣ этого микрофона, то звуковыя волны, заставляя палочку вибрировать, будутъ такъ измѣнять силу тока, согласуя его съ волнами, что воспроизведутъ звуки голоса въ телефонѣ.

Рис. 57.



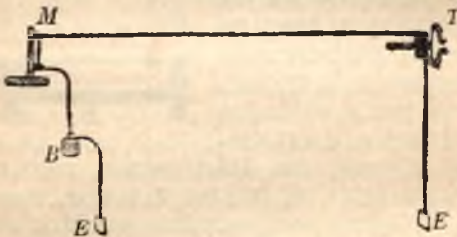
Настоящей теоріи микрофона пока еще не дано, но очевидно, что воздухъ или эфиръ между поверхностями, находящимися въ соприкосновеніи, играютъ важную роль въ измѣненіи сопротивленія, а слѣдовательно и силы тока. Дѣйствительно, небольшая «вольтова дуга», не свѣтлая, а темная, повидному образуется между остріями; колебанія вѣроятно измѣняютъ ее длину, а слѣдовательно и сопротивление. Эту теорію подтверждаетъ тотъ фактъ, что микрофонъ можетъ дѣйствовать обратно, то есть какъ пріемникъ, хотя и слабый. Кромѣ того очень вѣроятно, что сколженіе штифта въ электромоторафѣ зависитъ отъ той же причины. Какъ бы то ни было, не можетъ быть сомнѣнія, что угольный порошокъ и ламинавая сажа эдиссоновской пуговки въ сущности состоятъ изъ цѣлой группы микрофоновъ.

Множество видоизмѣненій микрофона Юза подъ различными названіями употребляютъ въ настоя-

щее время какъ передатчики въ соединеніи съ телефономъ Белля. На рисункѣ 58 изображена простая микро-телефонная цѣпь; *M* представляетъ передатчикъ—микрофонъ Юза, *T* приѣмникъ—телефонъ Белля, *B*—батарею, а *E E* листы въ землѣ; иногда, впрочемъ, вмѣсто «земли» употребляется обратная проволока.

Соединительная проволока обыкновенно бываетъ изъ мѣди или ея сплавовъ, которые болѣе пригодны, чѣмъ желѣзо, въ особенности для дальнихъ разстоя-

Рис. 58.



ній. Точно также какъ сигнальные токи въ подводномъ кабелѣ индуктируютъ соответствующіе токи въ морской водѣ, которые замедляютъ ихъ, такъ и токи въ проволокахъ на сухонутныхъ линіяхъ индуктируютъ соответствующіе токи въ землѣ, но отъ воздушныхъ телеграфныхъ линій земля обыкновенно такъ далека, что происходящее замедленіе нельзя принимать въ расчетъ, кромѣ развѣ особенно длинныхъ, много работающих, линій. Телефонъ Белля однако чрезвычайно чувствителенъ, и

эта индукція производитъ то, что разговоръ, ведущійся по одной проволоцѣ, можно подслушать на сосѣдней проволоцѣ. Кромѣ того, существуетъ еще такъ называемая «самоиндукція» въ проволоцѣ, когда токъ, протекающій по проволоцѣ, индуктируетъ въ той же проволоцѣ токъ противоположнаго направленія, что на дѣлѣ равняется увеличенію сопротивленія въ проволоцѣ. Дѣйствіе самоиндукціи проявляется особенно при замыканіи и размыканіи цѣпи и является причиною появленія при этомъ искры. Вліяніе самоиндукціи на телефонныхъ линіяхъ сказывается также въ томъ, что она, какъ и обыкновенная индукція, замедляетъ прохожденіе тока. Такъ какъ въ мѣдной проволоцѣ самоиндукція меньше, чѣмъ въ желѣзной, то ее предпочитаютъ для главныхъ линій. Вредное вліяніе, оказываемое обыкновенной индукціей, устраняется, если употребляютъ обратную проволоку вмѣсто земли и при этомъ перекрещивать проволоки, идущія туда и обратно. Кромѣ того, нашли, что индукціонная катушка въ телефонной цѣпи, подобно конденсатору въ кабельной цѣпи, улучшаетъ дѣйствіе; поэтому обыкновенно соединяютъ батарею и передатчика съ первичной проволокой, а вторичную проволоку съ линіей и приемникомъ.

Самая длинная телефонная линія соединяетъ Нью-Йоркъ съ Чикаго, на разстояніи 950 англійскихъ миль. Она изъ толстой мѣдной проволоки, и подпирается столбами изъ кедроваго дерева на высотѣ 35 футъ надъ землею.

Индукція такъ сильна въ подводныхъ кабеляхъ

протяженіемъ въ 50—100 миль, что слабыя волны телефоннаго тока сглаживаются и получается рѣчь или невнятная, или совершенно заглушенная. Тѣмъ не менѣе установленъ телефонный кабель длиною въ 20 миль между Доверомъ и Кале въ 1891 г., а позже еще другой между Странеромъ и Донагади; такимъ образомъ заведены разговорныя сношенія между Англіей, Франціей и другими мѣстностями на континентѣ.

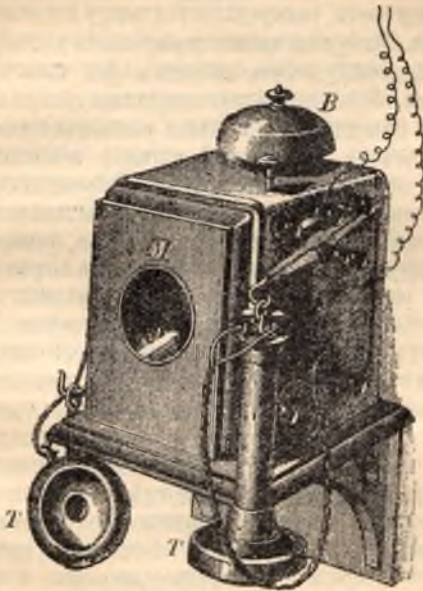
На рисункѣ 59 изображенъ видъ телефоннаго аппарата, получившаго самое широкое распространеніе. Въ немъ удобно совмѣщены передатчикъ и пріемникъ съ сигнальнымъ звонкомъ, который требуется на каждомъ концѣ линіи. Передатчикъ-микрофонъ Блэка, въ которомъ платина находится въ слабомъ соприкосновеніи съ твердымъ углемъ. Онъ вдѣланъ внутрь ящика, вмѣстѣ съ индукціонной катушкою. Буквой *M* обозначено отверстіе, въ которое говорятъ. Пріемникъ состоитъ изъ пары телефоновъ Белля *TT*, которые снимаются съ крючковъ и подносятся къ уху. Призывный звонокъ *B* служитъ для того, чтобы вызвать корреспондента на другомъ концѣ линіи.

За исключеніемъ частныхъ линій, телефонная сѣть обыкновенно устранивается такимъ образомъ, что проволоки, идущія къ различнымъ лицамъ, сходятся на центральной станціи, гдѣ онѣ при помощи особаго аппарата соединяются другъ съ другомъ для разговора.

Центральная станція представляетъ продолговатую залу или галерею съ особымъ аппаратомъ въ

формѣ буквы L, занимающимъ ея середину. Это и есть доска, на которой сходятся проволоки изъ конторъ и домовъ абонентовъ, подобно нервамъ въ

Рис. 59.



нервномъ узлѣ. Этотъ приборъ — американское изобрѣтеніе: онъ раздѣленъ на отдѣлы, и каждымъ завѣдуетъ особое лицо; проволоки всѣхъ абонентовъ проведены въ каждый отдѣлъ, такъ что служащій

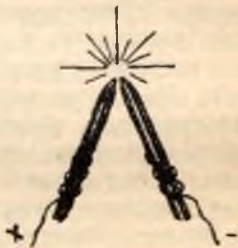
можетъ соединять между собой каждыя двѣ линіи, не вставая со стула. Каждый отдѣлъ въ сущности представляетъ миниатюрное повтореніе цѣлаго, но физически невозможно одному служащему дѣлать всѣ соединенія на большой станціи и работа, по необходимости, распредѣляется между нѣсколькими лицами. Требуется множество проволокъ, чтобы соединять между собою, скажемъ, двѣ тысячи абонентовъ. Всѣ онѣ однако спрятаны позади аппарата и находятся въ вѣдѣніи специалистовъ-электротехниковъ. Призывный сигналъ абонента подается опусканіемъ кружка съ обозначеннымъ на немъ номеромъ. Тогда служащій спрашиваетъ абонента по телефону, что ему нужно, и, узнавъ номеръ другого абонента, съ которымъ первый желаетъ разговаривать, беретъ пару мѣдныхъ втулокъ, соединенныхъ гибкимъ кондукторомъ, и соединяетъ линіи обоихъ абонентовъ, просто вложивъ втулки въ отверстія, соответствующія проволокамъ соединяемыхъ номеровъ. Абоненты могутъ тогда бесѣдовать другъ съ другомъ, и когда окончится разговоръ, то даютъ знать служащему. Ежеминутно кружки опускаются, соединительныя втулки вкладываются въ дырочки и сыпятся вопросы: «Вы у телефона?» «Кто говорить?» «Кончили?», причемъ все это совершается спокойно, проворно и почти не слышно.

Глава VII.

Электричество, какъ источникъ свѣта и
тепла.

Электрическая искра была, безъ сомнѣнія, извѣстна уже первымъ ученымъ, производившимъ опыты съ электричествомъ, но электрический свѣтъ, насколько извѣстно, былъ впервые открытъ сэромъ Гёмфри Дэви, Корнуэльскимъ философомъ, около 1811 г. Волшебствомъ своего гения Дэви превратилъ искру въ яркій свѣтъ, пропустивъ ее между остриями двухъ углей вмѣсто металла. Если мы обмотаемъ, какъ это показано на рис. 60, проволоки (+ и —), идущія отъ гальванической баттарей, скажемъ, въ 20 элементовъ, вокругъ двухъ угольных палочекъ и сблизимъ ихъ концы, чтобы замкнуть токъ и затѣмъ слегка раздвинемъ ихъ, то у насъ получится искусственная звѣзда. Струя ослѣпительнаго свѣта, называемая вольтовой дугой, какъ мостикъ перекинется черезъ промежутокъ между углями. Это не настоящее пламя, потому что горѣнія тамъ мало, а скорѣе серебристое сіяніе въ голубоватой дымкѣ нагрѣтаго воздуха. Концы угля

Рис. 60.



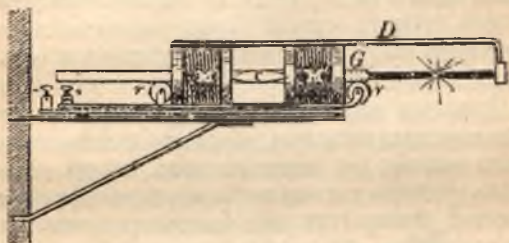
раскалены до-бѣла, и положительный полюсъ разѣдается токомъ, такъ что получается углубленіе или кратеръ, такъ яростно токъ отрываетъ частицы угля и увлекаетъ ихъ въ бурный водоворотъ дуги. Отрицательный уголь остается заостреннымъ, но также уничтожается, со скоростью, впрочемъ, вдвое меньшей чѣмъ положительный. При этомъ разрушеніи угольныхъ стержней дуга расширяется и въ концѣ концовъ токъ будетъ прерванъ; поэтому въ лампахъ съ вольтовой дугою, предназначенныхъ давать освѣщеніе въ теченіе нѣсколькихъ часовъ, угольные стержни дѣлаются порядочной длины, и самодѣйствующій механизмъ сдвигаетъ ихъ, по мѣрѣ того, какъ они сгораютъ; такимъ образомъ поддерживается яркость освѣщенія.

Нѣсколько весьма остроумныхъ лампъ изобрѣтены Серреномъ, Дюбоскомъ, Спменсомъ, Броки и другими; въ нѣкоторыхъ дуга регулируется часовымъ механизмомъ и электро-магнитомъ, въ другихъ тепловымъ и другими дѣйствіями тока. Онѣ главнымъ образомъ употребляются для освѣщенія железнодорожныхъ станцій, общественныхъ мѣстъ, улицъ и открытыхъ пространствъ, для развѣдочныхъ фонарей и маяковъ. Иногда свѣтъ вольтовой дуги оставляютъ незакрытымъ, но большей частью его яркость умѣряется шарами изъ матоваго или шлифованнаго стекла. Въ развѣдочныхъ фонаряхъ параболическое зеркало отражаетъ лучи въ любомъ направленіи, а на маякахъ вольтова дуга помещается въ фокусѣ собирающихъ чечевиць, и лучъ свѣта въ ясныя ночи виденъ на разстояніи по край-

ней мѣрѣ 20—30 миль. Очень сплѣныя лампы съ вольтовою дугой, спла свѣта которыхъ равняется сотнямъ тысячъ свѣчей, могутъ быть видимы за 100—150 англійскихъ миль.

На рис. 61 изображена извѣстная лампа Пильзена, въ которой положительный уголь *G* прохо-

Рис. 61.



дитъ на колесикахъ *rr* сквозь поую середину двухъ соленоидовъ, или спиралей *MM'* и имѣетъ посреднѣ кусокъ мягкаго желѣза въ формѣ веретена, *C*. Токъ, пройдя черезъ соленоидъ *M* по пути своемъ къ дугѣ, развѣтвляется, причемъ одна вѣтвь проходитъ черезъ соленоидъ *M'* и такъ какъ оба эти соленоида дѣйствуютъ въ качествѣ электромагнитовъ на мягкое желѣзо *C*, и каждый старается втянуть его, то желѣзо остается между ними, пока силы обоихъ соленоидовъ равны. Когда же однако промежутокъ между углями становится чрезчуръ большимъ, и токъ слѣдовательно сталъ слшшкомъ слабымъ, то отвѣтвленный соленоидъ *M'* получаетъ перевѣсъ надъ соленоидомъ *M* и, втягивая

въ себя желѣзный стержень, влечетъ положительный уголь къ дугѣ. Такимъ путемъ равновѣсіе соленопловъ возстановляется, токъ получаетъ снова свою нормальную силу, дуга свою надлежащую ширину, а свѣтъ свою яркость.

Дэви открылъ также, что проволока или палочка угля могутъ быть раскалены до - бѣла, если пропустить черезъ нихъ достаточно сильный токъ; это явленіе служить основой лампы накалыванія, въ настоящее время принятой повсемѣстно для освѣщенія домовъ.

Проволоки изъ платины, придія и другихъ неокисляющихся металловъ, раскаленные силою тока, очень полезны для зажиганія минъ, но онѣ не всѣмъ пригодны для освѣщенія, потому что при очень высокой температурѣ онѣ начинаютъ плавиться. Всякое твердое тѣло раскаляется до-красна, т. е. испускаетъ красные лучи при температурѣ около 500° С., желтые лучи при 700° С. и бѣлые при температурѣ выше 1000° С. Замѣчено однако, что когда температура проволоки поднята выше этой цифры, то испускаемый свѣтъ гораздо ярче того, который долженъ былъ бы соответствовать поднятію температуры. Поэтому выгодно какъ можно болѣе возвышать температуру проволоки. Къ несчастію, самые туго плавкіе металлы, какъ платина и сплавы платины съ придіемъ плавятся при температурѣ около 1900° по Цельсію. Поэтому электротехники бросили металлы и вернулись къ углю для добыванія свѣта. Въ 1845 году Стрэтъ изобрѣлъ лампу накалыванія, состоящую изъ тонкой палочки

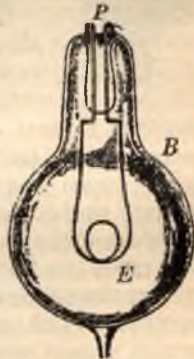
пли куска угля, раскаленного до-бѣла силой тока; чтобы предохранить уголь отъ сгорания въ атмосферѣ, онъ заключилъ его въ стеклянный шаръ, изъ котораго выкаченъ воздухъ воздушнымъ насосомъ. Эдиссонъ и Сванъ въ 1878 г. сдѣлали еще шагъ впередъ и замѣнили палочку угольною нитью. Новая лампа совмѣщаетъ въ себѣ преимущества проволоки, по части формы, съ преимуществами угля какъ матеріала.

Нить Эдиссона дѣлается изъ тонко нарѣзанныхъ, затѣмъ обугленныхъ, стеблей бамбука; нить Свана дѣлается изъ нитяныхъ волоконъ, обугленныхъ сѣрной кислотой. Впослѣдствіи нашли, что нить можно сдѣлать твердою, если прокалить ее, пропустивъ черезъ нее токъ въ атмосферѣ углеводороднаго газа. Послѣ этого нить становится плотною и упругою.

На рис. 62 изображена обыкновенная лампа накаливанія типа Эдиссона-Свана; *E* обозначаетъ нить, имѣющую форму петли и прикрѣпленную къ двумъ платиновымъ проволокамъ *P*, проходящимъ сквозь стеклянный шаръ *B*, изъ котораго выкаченъ воздухъ.

Платину выбираютъ потому, что она расширяется и сжимается отъ вліянія температуры, по-

Рис. 62.



чги одинаково со стекломъ, и поэтому мало вѣроятія, чтобы стекло лопнуло, вслѣдствіе неравнаго напряженія. Пустота въ шарѣ достигается при помощи ртутнаго воздушнаго насоса системы Шпренгеля, и воздушное давленіе въ немъ равняется только одной миллионной доль атмосферы.

Шаръ прикрѣпляется къ подставкѣ, подобной той, которая изображена на рис. 63, гдѣ два малень-

Рис. 63.



кихъ крючка *H*, соединенныхъ съ винтами *ТТ*, приспособлены такъ, чтобы входить въ соприкосновеніе съ платиновыми концами лампы (*P*, рис. 63); спиральная пружина, нажимая на шаръ, обезпечиваетъ надлежащее соприкосновеніе.

Чтобы доставить яркій свѣтъ, лампа обыкновенныхъ размѣровъ, указанной системы требуетъ силы тока отъ $\frac{3}{4}$ до 1 ампера. Поэтому элементы должны быть выбраны, принимая во вниманіе ихъ размѣры и внутреннее сопротивленіе, также какъ ихъ родъ, съ такимъ расчетомъ, чтобы, включивъ ихъ въ общую цѣпь послѣдовательно, получить, согласно закону Ома, токъ силою въ $\frac{3}{4}$ ампера. Сопротивленіе угольной нити такой лампы около 100 омовъ, и чтобы доставить яркій свѣтъ, батарея или динамомашинна должна давать электро-движущую силу по крайней мѣрѣ въ 100 вольтовъ. Немногіе гальваническіе элементы или аккумуляторы обладаютъ электро-движущей силой большею, чѣмъ въ 2 вольт-

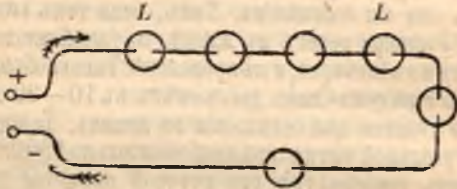
та, поэтому требуется батарея изъ 50 элементовъ, соединенныхъ послѣдовательно, причемъ каждый элементъ долженъ дать 2 вольта, а всѣ вмѣстѣ — 100 вольтъ. Само собою разумѣется, что токъ имѣеть одинаковую силу во всѣхъ частяхъ цѣпи, все равно, какъ она ни составлена. Такъ, если токъ сплюю въ $\frac{3}{4}$ ампера течеть въ лампѣ, то такой же токъ течеть и въ батареѣ, и въ проволоку. Такого образца лампа Эдиссона-Свана даетъ свѣтъ въ 10—20 свѣчей и годится для освѣщенія въ домахъ. Температура угольной нити равна приблизительно 1900° С., то есть температурѣ, при которой плавится платина. Подобныя лампы дѣлаются различныхъ размѣровъ и вида, нѣкоторыя даютъ свѣтъ, силою въ 1000 свѣчей, и удобны для освѣщенія большихъ залъ и улицъ; другія даютъ миниатюрныя лучи, подобныя свѣтящемуся червячку, и предназначаются для врачебныхъ осмотровъ или для того, чтобы фигурировать въ цвѣтахъ, въ украшеніяхъ и на платьяхъ дамъ для театра и баловъ.

Электрическая лампа накалыванія опрятна и гигиенична, такъ какъ она не горитъ и не портитъ воздуха. Кроме того, она развиваетъ мало тепла и не можетъ поджечь находящіеся вблизи нея легко воспламеняющіеся предметы. Вотъ почему она цѣнна особенно для рудоконовъ, работающихъ въ шахтахъ, содержащихъ легко воспламеняющіеся газы. Она не нуждается въ воздухѣ, также хорошо горитъ подъ водой и поэтому употребляется водолазами. Она можетъ быть придѣлана всюду, гдѣ только есть возможность провести проволоку, отъ нея не чер-

нѣтъ позолота и она годится для самыхъ художественныхъ украшеній.

Электрическія лампы обыкновенно соединяются

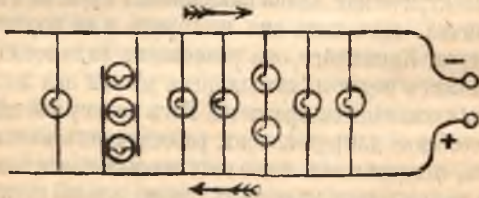
Рис. 64.



въ цѣпи послѣдовательно, параллельно или по системѣ трехъ проволокъ.

Послѣдовательный способъ соединенія изображенъ на рис. 64, гдѣ лампы LL слѣдуютъ одна за другою, какъ бусы, напизанныя на ниткѣ. Этотъ способъ примѣняется большей частью для лампъ съ

Рис. 65.

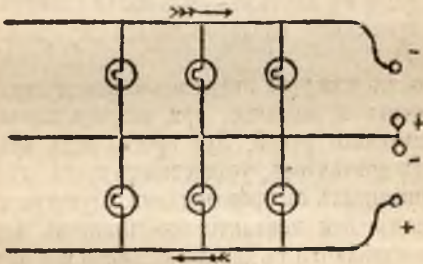


вольтовой дугою, въ которыхъ сопротивленіе такъ слабо, что умѣренная электродвижущая сила можетъ преодолѣть соединенное сопротивленіе лампъ;

но, разумеется, если цепь прервется в одномъ какомъ-нибудь мѣстѣ, то всѣ лампы потухнутъ разомъ.

Способъ параллельнаго соединенія изображенъ на рис. 65; тамъ лампы соединены съ двумя главными проводниками поперечными проволоками въ видѣ ступенекъ лѣстницы. Токъ, слѣдовательно, распределяется по поперечнымъ каналамъ, какъ вода, употребляемая для орошенія полей, и, очевидно, что еслибъ даже цепь и прервалась въ ка-

Рис. 66.



комъ-нибудь мѣстѣ, то и тогда не всѣ лампы потухнутъ.

На рис. 66 показана система 3-хъ проволокъ, въ которой двѣ батареи или динамо-машины соединены между собой послѣдовательно, а третій или центральный главный проводникъ протянутъ между ихъ средними полюсами. Такое устройство бережетъ расходъ на обратную проволоку, ибо если бы оба источника тока употреблялись въ от-

дѣльности, то пришлось бы провести четыре главныхъ проводника.

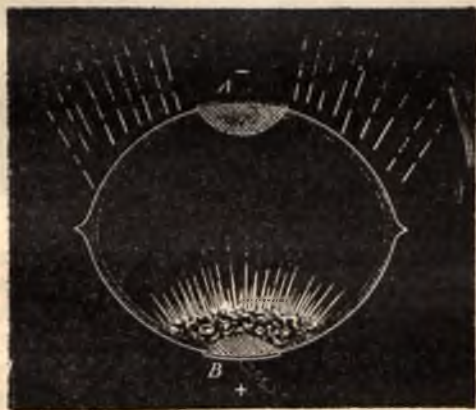
Параллельная система и система съ тремя проволоками въ различной группировкѣ употребляются главнымъ образомъ для лампъ накалыванія.

Главные проводники, передающіе токъ изъ динамо-машинъ, обыкновенно дѣлаются изъ толстой мѣдной проволоки, изолированной отъ воздуха, какъ и телеграфныя проволоки или кабели, гуттаперчей или каучукомъ, и зарываются въ землю или протягиваются по воздуху. Развѣтвленія или проводники, идущіе къ лампамъ—изъ болѣе тонкихъ мѣдныхъ проволокъ, изолированныхъ каучукомъ или шелкомъ.

Токъ въ каждомъ отдѣленіи можно пустить или прекратить по желанію, при помощи ключа, поворачиваемаго рукой. Это просто рядъ металлическихъ контактовъ, уединенныхъ другъ отъ друга и соединенныхъ съ проводниками, идущими къ отдѣленіямъ; эти контакты скользящимъ контактомъ соединяются съ динамо-машинной или другимъ источникомъ тока. Чтобы токъ излишней силы не устремлялся къ лампамъ, между ключомъ и проводниками или въ какомъ-нибудь другомъ главномъ пунктѣ цѣпи включаются въ цѣпь особыя предохранители. Они обыкновенно дѣлаются изъ короткихъ полосокъ листового металла или кусочковъ проволоки, которые разрываются или сгораютъ, когда токъ слишкомъ силенъ, и такимъ образомъ прерываютъ цѣпь. Есть вѣроятіе, что свѣченіе, возбуждаемое въ трубкѣ, въ которой воздухъ весьма

сильно разрѣженъ, переменными токами изъ динамо-машины или индукціонной катушки, можетъ также быть употреблено для освѣщенія. Круксъ достигъ необыкновенно красивыхъ эффектовъ, благодаря фосфорическому свѣченію драгоценныхъ камней и другихъ минераловъ внутри шара съ весьма сильно разрѣженнымъ воздухомъ, какъ это изображено на рис. 67: *A* и *B*—металлическіе электро-

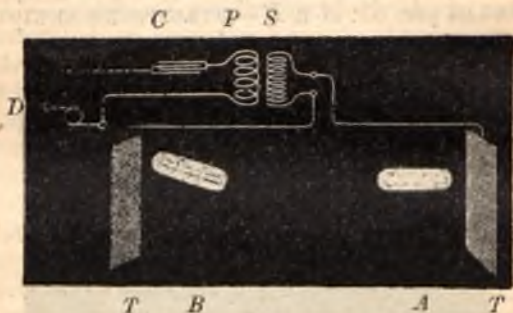
Рис. 67.



ды на наружной сторонѣ стекла. Бриллианты изъ разныхъ странъ издають пунцовые, оранжевые, желтые, зеленые и синіе лучи. Рубинъ, сафиръ, изумрудъ дають темнокрасное, малиновое или фіолетовое фосфорическое свѣченіе, а сѣрнокислый

цинкъ — великолѣпное зеленое. Тесла показалъ, что шары, наполненные весьма разрѣженнымъ воздухомъ, можно освѣтить внутри безъ всякаго наружнаго сообщенія съ токомъ при помощи аппарата, подобнаго тому, который представленъ на рис. 68:

Рис. 68.



D обозначаетъ динамо-машину съ переменнымъ токомъ, *C*—конденсаторъ, *P* и *S*—первичную и вторичную проволочныя спирали трансформатора, *TT'*—два металлическихъ листа, а *BB*—изображаютъ трубочки, изъ которыхъ выкаченъ воздухъ. Переменный токъ въ этомъ случаѣ заряжаетъ конденсаторъ и возбуждаетъ первичную спираль *P*, между тѣмъ какъ индуктивный токъ во вторичной спирали *S* заряжаетъ листы *TT'*. Пока стеклянныя трубки находятся въ пространствѣ между листами, онѣ наполнены мягкимъ свѣтомъ и легко понять, что если-бъ эти листы покрывали противоположныя

стѣны комнаты, то лампы съ разрѣженнымъ воздухомъ могли бы ее освѣщать.

Нагрѣваніе электрическимъ токомъ общааетъ сдѣлаться почти столь же распространеннымъ, какъ и освѣщеніе. Какъ только открыли свѣтовую дугу, то замѣтили, что платина, золото, кварцъ, рубинъ и алмазъ, словомъ, самые туго-плавкіе минералы плавятся въ этой дугѣ и текутъ, какъ воскъ. Руды и соли металловъ притомъ испарялись и ясно обнаружилось, что въ руки химиковъ пошло могущественное орудіе для изслѣдованій. Въ дѣйствительности температура углей въ вольтовой дугѣ сравнима съ температурою солнца. Она имѣетъ отъ 3000 до 6000° C. и это самая высокая температура, полученная искусственнымъ путемъ до настоящаго времени. Сэръ Уилльямъ Сименсъ первый устроилъ электрическую плавильную печь, нагрѣваемую вольтовой дугою; въ ней плавилась и испарялись руды металловъ, такъ что такимъ путемъ можно было добывать чистые металлы. Алюминій, хромъ и другіе цѣнные металлы добываются въ настоящее время этимъ способомъ; алмазы, подобные тѣмъ, которые находятъ въ алмазныхъ коняхъ и метеорныхъ камняхъ, кристаллизовались изъ сажи какъ иней въ холодный туманъ.

Вольтова дуга примѣняется также для свариванія проволокъ, листовъ для паровыхъ котловъ, рельсовъ и другихъ металлическихъ предметовъ.

Варка кушанья и отопленіе электричествомъ все больше и больше входятъ въ употребленіе вслѣдствіе чистоты и удобства этого способа. Плиты съ

печкой и канфорками, нагреваемые электрическим токомъ, вводятся въ употребленіе въ домахъ и гостиницахъ.

Большая часть этихъ приспособленій основана на накаливаніи токомъ тонкой проволоки или другого проводника съ большимъ сопротивленіемъ. На рис. 69 изображенъ электрическій котель такого

Рис. 69.



рода, не требующій огня для того, чтобы довести воду до кипѣнія; токъ проходитъ въ немъ черезъ тонкія проволоки изъ платины или другого металла съ большимъ сопротивленіемъ, вдѣланныя въ изо-

лирующемъ несгораемомъ цементѣ на днѣ его. На рисункахъ 70 и 71 изображены сковорода

Рис. 70.



Рис. 71.



и утюгъ, нагреваемые такимъ же образомъ. Рис. 72 изображаетъ снарядъ для зажиганія сигаръ: труб-

ка *F* состоитъ изъ короткихъ платиновыхъ проволокъ, которыя раскаляются до-красна, когда ее снять съ крючка, причемъ въ то же время автоматически зажигается лампа *L*. Рис. 73 представляетъ электрическій радиаторъ для отопленія комнатъ, на манеръ переносныхъ печей и трубокъ съ горячей водой. Дѣлаются также одѣяла для постелей, нагрѣваемая изнутри тонкими проволоками, по которымъ проходитъ токъ; постоянная температура поддерживается въ нихъ простымъ регуляторомъ; очень можетъ быть, что скоро изобрѣтутъ предметы одежды въ такомъ же родѣ для больныхъ и зябкихъ людей, въ особенности удобные въ дорогѣ.

Рис. 72.



Рис. 73.

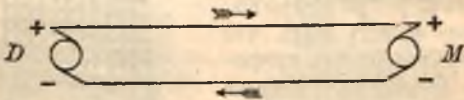


ГЛАВА VIII.

Электрическая сила.

Вслѣдъ за открытiемъ электромагнетизма (Глава IV) многіе ученые—Фарадей, Барлоу и другіе—изобрѣтали при своихъ опытахъ разные приборы съ цѣлью получить вращательное движеніе посредствомъ электрическаго тока, а въ 1831 Джозефъ Генри, знаменитый американскій ученый, изобрѣлъ небольшую электро-магнитную машину, или электродвигатель. Эти первыя машины приводились въ движеніе токомъ отъ гальванической батареи, но въ половинѣ нынѣшняго столѣтія Якоби убѣдился, что динамо-электрическая машина также можетъ работать въ качествѣ двигателя и что если сомкнуть двѣ динамо-машины въ цѣпъ — одну въ качествѣ генератора, другую въ качествѣ двигателя, то можно передавать механическую силу на какое угодно разстояніе при посредствѣ электричества. На рис. 74 изображена діаграма простой цѣпи для

Рис. 74.



передачи силы; *D*—динамомашина (буква *D* техническое обозначеніе динамо-машины, какъ генератора), полюсы которой (+ и —) соединены проволо-

кой съ полюсами *M* другой динамо-машины, играющей роль двигателя. Генераторъ *D* приводится въ движеніе механической силой, полученной отъ какого-либо подходящаго источника, и превращаетъ ее въ электрическую энергію, которая устремляется по цѣпи въ направленіи, указанномъ стрѣлками, и, проходя черезъ двигатель *M*, снова превращается въ механическую силу. Разумѣется, при этомъ процессѣ происходитъ нѣкоторая трата энергіи, но съ хорошими машинами и проводниками эта трата не превышаетъ 10—25 процентовъ, или же рабочая сила машины равняется 75—90 процентамъ, т. е. изъ ста лошадиныхъ силъ, израсходованныхъ въ генераторѣ, двигатель возвращаетъ отъ 75 до 90.

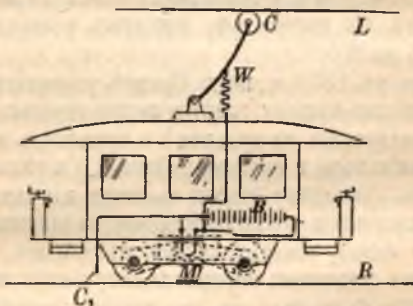
Лишь въ 1870 г., когда Граммъ усовершенствовалъ динамо-машину, электрическую энергію стали эксплуатировать на практикѣ и примѣнять къ накачиванію воды и другимъ работамъ. Съ тѣхъ поръ сдѣланы громадныя успѣхи въ этомъ направленіи, и въ настоящее время электричество признано не только силой, соперничающей съ паромъ, но и лучшимъ средствомъ передавать силу и паръ, и воды и всякую иную силу на разстояніе и направлять ее въ данное мѣсто.

Первая электрическая желѣзная дорога или, вѣрнѣе, трамвай была построена д-ромъ Вернеромъ Сименсомъ въ Берлинѣ, въ 1878 г.; за нимъ скоро послѣдовали и другіе. Колеса вагона приводились въ движеніе электрическимъ двигателемъ, получающимъ электричество изъ рельсовъ, которые бы-

ли изолированы отъ земли и, будучи соединены съ генераторомъ, служили проводниками. Но потомъ нашли очень труднымъ изолировать рельсы и удерживать электричество отъ ухода въ землю, и на Парижской электрической выставкѣ 1881 г. Сименсъ выставилъ трамвай, въ которомъ токъ шель по мѣдному проволочному проводнику, протянутому вдоль линіи на столбахъ, подобно телеграфной проволоцѣ.

Эта система наглядно изображена на рис. 75: *L* обозначаетъ протянутый на столбахъ провод-

Рис. 75.



никъ, соединенный съ положительнымъ полюсомъ динамо-машины или генератора, находящагося въ особомъ помѣщеніи, *C*—контактъ въ видѣ колеса, которое при движеніи вагона катится по проволоцѣ *L*; это колесо соединено проволокой *W* съ электрическимъ двигателемъ *M*, помѣщеннымъ подъ вагономъ и сообщающимся съ осями. Пройдя че-

резь двигатель, токъ переходитъ на рельсъ R черезъ щетку или подвижный контактъ C' , и такимъ образомъ возвращается къ отрицательному полюсу генератора. По этой системѣ въ Соединенныхъ Штатахъ устроено много электрическихъ трамваевъ, на протяженіи нѣсколькихъ тысячъ миль. Въ Бангорѣ, въ Орегонѣ, введено нѣкоторое видоизмѣненіе этого устройства, а именно проводникъ раздѣленъ на отдѣлы, попеременно соединенные съ положительнымъ и отрицательнымъ полюсами двухъ генераторовъ, соединенныхъ по системѣ трехъ проволокъ, какъ при электрическомъ освѣщеніи (Глава VII); ихъ средніе полюсы соединены съ землей, т. е. съ рельсами. Это даетъ возможность пустить сразу два вагона по одной и той же линіи, съ значительной экономіей въ проводникахъ.

Чтобы сдѣлать вагонъ на короткое время независимымъ отъ проводника L , можно прибавить батарею аккумуляторовъ B и зарядить ее изъ проводника, такъ что, если двигатель и разобщить потомъ отъ проводника, то электричество аккумулятора можетъ работать и двигать колеса.

Произведены были попытки двигать вагоны электричествомъ, доставляемымъ однимъ аккумуляторомъ, но эта система оказалась невыгодною, благодаря мертвому вѣсу элементовъ и постоянной вознѣ, чтобы заряжать ихъ на станціи, гдѣ помѣщены генераторы.

На большихъ желѣзныхъ дорогахъ, гдѣ движеніе производится электричествомъ, проводникъ на столбахъ замѣняется третьимъ рельсомъ, положеннымъ

по срединѣ пути и изолированнымъ отъ земли. По другой системѣ, средній проводникъ зарываютъ въ землю, и токъ передается черезъ извѣстные промежутки времени, причемъ двигатель соединяется съ нимъ на одно мгновеніе при помощи пружинныхъ контактовъ во время движенія вагона. Въ обопхъ случаяхъ, однако, крайніе рельсы служатъ обратными проводниками.

Первый электрическій экипажъ для обыкновенныхъ дорогъ былъ построенъ въ 1889 г. Магнусомъ Волькомъ въ Брайтонѣ. На рис. 76 изобра-

Рис. 76.



женъ такой экипажъ, сдѣланный для турецкаго султана и приводимый въ движеніе электрическимъ

двигателемъ Иммиша въ одну лошадиную силу, соединеннымъ съ однимъ пзъ заднихъ колесъ экипажа при помощи цѣпи. Токъ для двигателя доставляется тридцатью аккумуляторами типа E. P. S., заключеннымъ внутри экипажа и обладающимъ достаточной силой чтобы двигать экипажъ со скоростью десяти миль въ часъ. Кучеръ направляетъ экипажъ ручнымъ рычагомъ и контролируетъ скорость при помощи особаго приспособленія, помѣщенного на передкѣ повозки; купальныя кресла и трехколесныя велосипеды также приводятся въ движеніе электричествомъ, но вѣсь батарей служитъ важнымъ препятствіемъ ихъ широкому распространенію.

Въ 1838 году Якоби спустилъ на Неву первую электрическую лодку, приводимую въ движеніе при помощи электро-магнитнаго двигателя въ одну лошадиную силу, питаемаго токомъ пзъ батарей съ элементами Грове; а въ 1882 г. на Темзѣ произвели испытаніе винтоваго судна приводимаго въ движеніе электрическимъ двигателемъ въ три лошадиныхъ силы, доставляемыхъ 45 аккумуляторами. Благодаря отсутствію шума и дыма, электрическая лодка очень понравилась, и въ настоящее время существуетъ на Темзѣ цѣлая флотилія подобныхъ лодокъ, со станціямъ на берегу, для зарядженія аккумуляторовъ.

На рис. 77 изображено въ разрѣзѣ красивое электрическое судно «Lady Cooper». Электрический двигатель въ кормовой части соединенъ непосредственно съ валомъ винтоваго двигателя и питается

аккумуляторами, заключенными въ деревянныхъ ящикахъ, положенныхъ подъ средней палубой. Винтъ управляется особымъ регуляторомъ, а руль обыкновенный. Каюта имѣетъ 7 футовъ въ длину и освѣщается электрическими лампами. Тревожные сигналы подаются электрическимъ звонкомъ, развѣдочный фонарь можетъ быть приведенъ въ дѣйствіе когда угодно. Скорость «Lady Cooper» отъ десяти до пятнадцати узловъ въ часъ.

Французъ Губе построилъ подводное судно для разряженія торпедъ и изслѣдованія морского дна; оно приводится въ движеніе винтомъ и электриче-

Рис. 77.



скимъ двигателемъ, питаемымъ аккумуляторами. Судно это ходитъ глубоко подъ водой, ниже волнъ, тамъ, гдѣ морская болѣзнь невозможна, и изобрѣтатель надѣется, что суда подобнаго рода могутъ пригодиться для перевозки пассажировъ черезъ Ла-Маншъ.

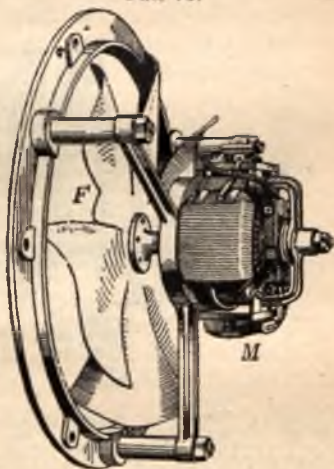
Винтовой двигатель торпеды Эдиссона и Сима также приводится въ движеніе электрическимъ двигателемъ. При этомъ токъ передается съ корабля или форта, разряжающихъ торпеду при помощи изолированного проводника, которой разматывается со шульки, находящейся на торпедо, причемъ вмѣ-

сто «земли» или обратной части цѣпи служить морская вода.

Въ настоящее время изготовляются всевозможныя машины, приводимыя въ движеніе электрическими двигателями, напр., краны, подъемныя машины, вѣроты, буравы, токарныя станки, соломо-рѣзки, пилы и т. д. На рис. 78 изображенъ электрический вентиляторъ;

Рис. 78.

буква *F* обозначаетъ винтообразный вентиляторъ, при-дѣланный къ валу электрическаго двигателя *M* и вертящейся вмѣстѣ съ якоремъ. На рис. 79 представленъ двигатель Труве, приводящій въ дѣйствіе швейную машину: *N* — двигатель, который вмѣстѣ съ *P* вертитъ движущую ось машины.

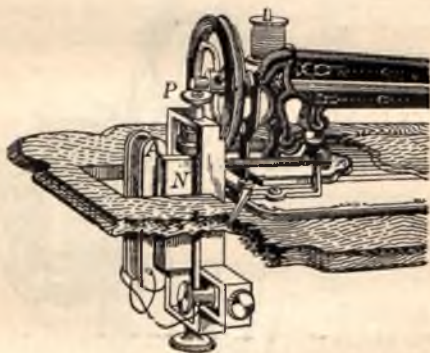


Рисунокъ 80 изображаетъ тонкое сверло, приводимое въ движеніе двигателемъ Грискома. Двигатель *M* подвѣшенъ къ планкѣ *ABC* на блокѣ *DE* и передаетъ вращеніе своего якоря посредствомъ гибкаго стержня *ST* сверлу *O*, кото-

рое можетъ быть примѣнено куда угодно и употребляется между прочимъ для сверленія зубовъ.

Теперь, когда электричество добывается и проводится всюду для электрическаго освѣщенія, оно все болѣе и болѣе входитъ въ употребленіе и въ домашнемъ быту. Паръ, однако, болѣе экономиченъ въ крупномъ дѣлѣ и до сихъ поръ продолжаетъ употребляться на большихъ фабрикахъ и

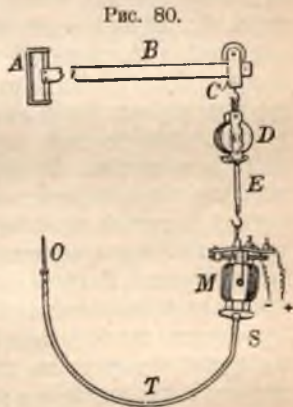
Рис. 79.



заводахъ. Тѣмъ не менѣе скоро настанетъ время, когда уголь, вмѣсто того, чтобы перевозиться по желѣзной дорогѣ въ отдаленные города и на фабрики, будетъ сжигаться тутъ же, у входа въ шахты, теплота его будетъ превращаться при помощи динамо-машинъ въ электричество и затѣмъ электричество будетъ расиредѣляться по окрестнымъ мѣстностямъ. Торфъ можно утилизировать

такимъ же образомъ и большое Алленское болото въ сущности есть заброшенное золотое поле въ самомъ сердцѣ Ирландіи. Солнечные лучи въ пустынь, а быть можетъ и электричество въ атмосферѣ, не говоря уже о силѣ вѣтровъ, волнъ и водопадовъ— все это предназначено вертѣть динамо-машинны и доставлять намъ свѣтъ, двигательную силу и теплоту. Многое уже сдѣлано въ этомъ направлеиіи. Въ 1891 г. сила турбинъ, приводимыхъ въ движеніе Неккарскимъ водопадомъ въ Лауфенѣ, была превращена въ электричество и посредствомъ тонкой проволоки передавалась на электрическую выставку во Франкфуртъ-на Майнѣ, на разстояніи 117 миль. Городъ Римъ въ настоящее время освѣщается водопадомъ Тиволи, въ 16 миляхъ отъ Рима.

Одинъ изъ самыхъ красивыхъ водопадовъ въ Англіи—водопадъ Фойерсъ въ Шотландіи, который люди со вкусомъ и любители природы мечтали сохранить неприкосновеннымъ, принесенъ въ жертву духу промышленной предприимчивости и лишень своей воды для производства электричества, примѣняемаго къ добыванію алюминія изъ его соединеній.



Въ настоящее время близится къ концу осуществленіе грандіознаго плана—воспользоваться Ніагарскимъ водопадомъ для добыванія электричества; этотъ планъ — настоящее торжество чело-вѣческой предпримчивости, передъ которой блѣднѣютъ самыя смѣлыя фантазіи Жюля Верна.

Когда въ 1678 г. французскіе миссіонеры Ла-Салль и Геннепенъ открыли удивительный водопадъ на р. Ніагарѣ, между озерами Онтарио и Эри, наука объ электричествѣ была еще въ колыбели и о великой силѣ, творящей чудеса въ наши дни, въ то время было извѣстно развѣ только то, что она проявляется при треніи янтаря, сургуча, стекла и другихъ тѣлъ. Съ тѣхъ поръ прошло почти цѣлое столѣтіе до временъ Франклина, который первый доказалъ тождественность электрической искры съ молніей, и только еще столѣтіе спустя Фарадей открылъ способъ полученія электрическаго тока механической силой. Разумѣется, ни Ла-Саллю и никому изъ его современниковъ и не снилось, что когда-нибудь водяная сила водопада будетъ употреблена при посредствѣ электричества для производства свѣта и теплоты и для содѣйствія разнымъ отраслямъ промышленности въ окрестной мѣстности. Пораженные трепетомъ пидѣйцы-прокезы называли водопадъ Оніагара или Громъ Водъ и считали его мѣстопробываніемъ Духа Громовъ. Это поэтическое названіе настолько же приличествуетъ ему и теперь, когда современный электро-техникъ замышляетъ извлекать молніи изъ его водъ и заставить Водяного стать его покорнымъ рабомъ.

Ниагарскій водопадъ отстоитъ на 21 англійскую милю отъ озера Эри и на четырнадцать миль отъ озера Онтарио. Въ этомъ пунктѣ р. Ниагара, имѣющая въ ширину около мили и текущая между низменныхъ береговъ, внезапно низвергается съ высоты въ 160 футовъ и, дѣлая крутой поворотъ къ съверу, продолжаетъ течь черезъ узкое ущелье въ озеро Онтарио. Водопадъ раздѣляется на краю Козымъ островомъ, гдѣ до сихъ поръ среди водяныхъ брызгъ раскидывается дѣвственный лѣсъ. Подковообразный водопадъ на Канадской сторонѣ имѣетъ около 2,500 футовъ ширины, а Американскій водопадъ на южной сторонѣ около 1,000 футовъ. На значительномъ протяженіи и выше и ниже водопада рѣка бурлитъ стремнинами. Водяной силой водопада пользовались уже издавна. Французскіе торговцы мѣхами поставили заводъ на верхнихъ порогахъ, а первые англійскіе поселенцы построили другой заводъ для распиливанія досокъ для своихъ построекъ. Съ теченіемъ времени ниже водопада возникли заводы Стидмана и Портера, а потомъ и другіе, получавшіе занасъ воды изъ ниже лежащихъ пороговъ при помощи шлюзовъ или канавъ. Наконецъ каналъ длиною въ $\frac{3}{4}$ мили былъ проведенъ черезъ косу на Американской сторонѣ, черезъ селеніе Ниагарскаго водопада между порогами выше и краемъ обрыва ниже водопада, и тамъ съ 1874 г. возникла цѣлая группа фабрикъ, которыя спускаютъ свою отработавшую воду съ обрыва цѣлымъ рядомъ каскадовъ, почти соперничающихъ съ самой Ниагарой. Этотъ каналъ,

выпускающей лишь одну каплю изъ океана силы, которая тратится по-пустому, использовали вполне; ограниченіе водныхъ привилегій въ Штатахъ Новой Англіи, зависящее отъ вырубки лѣсовъ и заселенія страны, вмѣстѣ съ разростаніемъ электрической промышленности, повело къ дальнѣйшему спросу на ресурсы Ніагары.

Имѣя передъ глазами примѣръ Миннеаполиса, эксплуатирующаго силу водопада Св. Антонія—называемаго «Смѣющимися водами» Гіаваты—кружокъ дальновидныхъ и предприимчивыхъ гражданъ мѣстности вокругъ Ніагарскаго водопада рѣшилъ основать промышленный городъ по соседству съ водопадомъ. Дѣйствительно, лучшей мѣстности нельзя выбрать на всемъ материкѣ Америки. Кромѣ того, что тамъ чрезвычайно здоровый воздухъ и живописное мѣстоположеніе, Ніагара лежитъ, такъ сказать, на перенутьѣ между Востокомъ и Западомъ, штатами-потребителями и штатами-производителями. Посредствомъ канала Эри въ Тонавандѣ онъ господствуетъ надъ большимъ воднымъ путемъ черезъ озера и р. Св. Лаврентія. Здѣсь узелъ желѣзныхъ дорогъ, идущихъ изъ различныхъ мѣстностей Штатовъ и Канады; они перекидываются также черезъ рѣку по мостамъ Кантілеверъ и Всячему пониже водопада. Между прочими желѣзнодорожными линіями здѣсь сходятся Центральная Нью-Йоркская, Гудсонова вѣтвь, вѣтвь долины Лейгъ, Буффало, Рочестерская, Питтсбургская, Мичиганская Центральная и большая Канадская. Такъ какъ Ніагарскій водопадъ служитъ стокомъ для большихъ

внутреннихъ озеръ, занимающихъ въ общей сложности площадь въ 92,000 кв. миль, съ бассейномъ въ 290,000 кв. миль, то объемъ воды р. Ниагары, выливающейся каждую секунду черезъ водопадъ, равняется приблизительно 300,000 кубическихъ футовъ; а это при паденіи въ 276 футовъ отъ уровня верхнихъ пороговъ до бурныхъ стремнинъ внизу составитъ около 9 милліоновъ, или, исключивъ расходъ на турбины — около семи милліоновъ лошадиныхъ силъ. Кромѣ того, большія озера, выливающіяся одно въ другое, образуютъ цѣль громадныхъ резервуаровъ, и такъ какъ уровень рѣки мало мѣняется подъ вліяніемъ разлива или засухи, то запасъ воды въ дѣйствительности остается круглый годъ постояннымъ. Рядъ разсчитать, что потребовалось бы 90 дней для того чтобы количество водяныхъ осадковъ въ три дюйма отъ дождя льющаго въ теченіе сутокъ въ бассейнѣ Верхняго озера, вылилось въ озеро Гуронъ и столько же времени нужно, чтобы ему перелиться въ озеро Эри; слѣдовательно, прошло бы полгода прежде чѣмъ такое количество водяныхъ осадковъ израсходовалось въ водопадѣ.

Въ 1886 г. было основано Общество Ниагарской гидравлической силы, за которымъ послѣдовало Общество для эксплуатаціи силы Ниагарскаго водопада. Первоначальный планъ эксплуатаціи при помощи открытаго канала силы воды оказался неудобнымъ и компанія приняла проектъ Томаса Эвершеда, бывшаго инженера каваловъ штата Нью-Йорка. Его планъ состоялъ въ томъ,

чтобы запрудить рѣку выше водопада, и воспользоваться давленіемъ воды для приведенія въ движеніе турбинъ; затѣмъ вернуть воду въ рѣку ниже водопада, но, вмѣсто канала на поверхности земли, устроить гидравлическій туннель или подземный стокъ. Для этой цѣли около 1500 акровъ *) пустопорожней земли на верхнихъ порогахъ были отчуждены по низкой цѣнѣ 300 долларовъ за акръ; земля эта такъ поднялась въ цѣнѣ благодаря успѣху работъ, что теперь ее, вѣроятно, нельзя было бы получить за 200 долларовъ арендной платы въ годъ съ акра. На этой землѣ раскинулся цѣлый промышленный городъ, съ кварталомъ, гдѣ помѣщаются производители работъ, пристанями вдоль рѣки и съ подъездными желѣзнодорожными вѣтвями для соединенія съ главными линіями. Преслѣдуя свою цѣль, компанія развѣтвилась на другія побочныя—одна для покупки земли, другая для сооруженія желѣзныхъ дорогъ, третья для производства инженерныхъ работъ, имѣющихъ цѣлью утилизировать водяную силу—последняя самая важная изъ всѣхъ. Образовалось еще вспомогательное общество для передачи путемъ электричества части полезной силы въ городъ Буффало, у устья р. Ніагары, на озерѣ Эри, отстоящій миль на 20. Всѣ эти второстепенныя компаніи находятся однако подъ управленіемъ Главнаго Общества эксплуатаціи водопада. Самыми

*) Акръ—англійская мѣра, нѣсколько больше $\frac{1}{3}$ десятины.

видными дѣятелями этого общества являются президентъ Адамсъ, профессоръ Кольманъ Селлерсъ, инженеръ-консультантъ, и профессоръ Джорджъ Форбсъ — инженеръ-электротехникъ, сынъ покойнаго Форбса изъ Эдинбурга.

При покупке земель для отчужденія подъ гидравлическій туннель, компанія дѣйствовала очень ловко. Нѣкоторые владѣльцы отказались принять предлагаемыя условія, и компанія избрала другой путь, параллельный первому. Заручившись согласіемъ владѣльцевъ на продажу земель, она увѣдомила о томъ тѣхъ, по землѣ которыхъ предполагалось провести первый путь, и заявила, что теперь компанія можетъ обойтись безъ нихъ. Тогда тѣ выразили готовность принять первоначальныя условія; такимъ образомъ во владѣніи компаніи очутились пути для двухъ туннелей, и она намѣрена воспользоваться обоими. Директора общества вмѣсто того, чтобы ограничиться привлеченіемъ къ работамъ исключительно американскихъ инженеровъ, заручились содѣйствіемъ лучшихъ ученыхъ всего міра. Надо было рѣшить важный вопросъ относительно наилучшаго способа распределенія и примѣненія силы, находящейся въ ихъ распоряженіи. Въ 1890 году, послѣ того какъ Адамсъ и д-ръ Селлерсъ съѣздили въ Европу съ ученой цѣлью, была назначена международная комиссія для разсмотрѣнія различныхъ проектовъ и назначены преміи для наиболѣе удачныхъ. Прислано было множество проектовъ и нѣсколько выдающихся инженеровъ давали объясненія передъ комиссіей.

Обсуждались сравнительныя достоинства сжатого воздуха и электричества, какъ способовъ для распределенія силы; въ общемъ, мнѣнія склонились въ пользу электричества. Преміи въ 200 и 250 ф. стерл. были выданы многимъ фирмамъ, представившимъ свой проектъ, однако ни одинъ изъ нихъ сначала не былъ принятъ обществомъ. Впослѣдствіе, однако, остановились на турбинахъ Феша и Пиккара изъ Женевы, за которыя выдана была премія въ 250 ф. стерл. Затѣмъ профессору Форбсу дано было порученіе поѣхать въ любую часть свѣта и сдѣлать докладъ о той системѣ распределенія электричества, какую онъ найдетъ наиболѣе пригодной.

Когда выборъ остановился на электричествѣ, то возникъ другой вопросъ, что удобнѣе употреблять— постоянныя или переменныя токи. Въ то время были особенно въ ходу постоянныя токи, но профессоръ Форбсъ смѣло отстаивалъ переменныя, въ особенности для передачи силы въ Буффало. Его предложенія встрѣтили сначала сильную оппозицію, но впослѣдствіе, отчасти благодаря поразительному усилію опыта, произведеннаго во Франкфуртѣ для передачи за 100 миль силы переменными токами по обнаженной проволоцѣ на столбахъ, директора и инженеры склонились на сторону проекта Форбса, и рѣшили употреблять переменныя токи, по крайней мѣрѣ для линіи Буффало, а также для главнаго снабженія промышленнаго поселка. Постоянные токи, текущіе всегда въ одномъ направленіи, какъ токъ баттарей, можно, правда, собирать въ

аккумуляторахъ, но ихъ нельзя превращать въ токи болѣе высокаго или низкаго напряженія въ трансформаторѣ. Переменные токи можно пускать при сильномъ напряженіи по очень тонкой проволоцѣ и затѣмъ превращать въ токи высокаго или низкаго напряженія, смотря по надобности и даже въ постоянные. Слѣдовательно, каждый родъ токовъ имѣетъ свои преимущества и надо пользоваться тѣмъ и другимъ, смотря по обстоятельствамъ.

Гидравлическій туннель направляется отъ берега рѣки, отъ того мѣста, гдѣ она судоходна, т. е. отъ пункта, лежащаго въ полутора мили выше водопада, идетъ вдоль берега, перерѣзаетъ луку ниже города Ниагарскаго водопада и оканчивается ниже висячаго моста, подъ водопадомъ, на уровнѣ воды. Онъ около 6 верстъ длины, 19 футовъ ширины, 21 футъ вышины. Онъ прорытъ на глубинѣ 160 футовъ въ известнякѣ и глинистомъ сланцѣ, но выложенъ кирпичомъ, а у истока закрѣпленъ желѣзными связками. Уклонъ равенъ 36 футамъ на одну милю, а общій уклонъ 205 ф., изъ коихъ 140 ф. годны для пользованія. Емкость туннеля соответствуетъ 100,000 лошадиныхъ силъ. На землѣ, принадлежащей обществу, туннель отстоитъ на 400 футовъ отъ берега рѣки, съ которой соединенъ каналомъ, имѣющимъ болѣе 1,500 ф. длины, 500 ф. ширины у устья и 12 ф. глубины.

Изъ этого канала, отводы со шлюзами отводятъ воду въ нѣсколько колодцевъ 160 ф. глубиною,

вырытыхъ у края канала и соединяющихся внизу съ туннелемъ. На днѣ cadaго колодца находится двойная турбина Жирара, надѣтая на вертикальный валъ, который приводитъ въ движеніе двигательный валъ, поднимающійся до поверхности земли; этотъ валъ приводитъ въ дѣйствіе динамо-машина въ 5,000 лошадиныхъ силъ. Двадцать такихъ турбинъ, сдѣланныхъ на заводѣ Морриса въ Филадельфій по рисунку Феша и Пиккара, требуется для того чтобы утилизировать всю силу туннеля.

Общество владѣетъ полосой земли, тянущейся на двѣ мили вдоль берега; когда рыли туннель, былъ устроенъ кессонъ, чтобы вода рѣки не затопляла работы. Эта дамба въ настоящее время составляетъ часть системы, благодаря которой полоса земли была отрѣзана отъ рѣки. Часть ея уже приобретена Ниагарскимъ обществомъ для выдѣлки бумаги изъ древесной массы; это общество строитъ громадныя фабрики, съ цѣлью утилизировать туннель, построенный Обществомъ Эксплоатациі силъ водопада. На этомъ берегу будутъ также построены верфи для надобностей судовъ на каналѣ. Сухимъ путемъ и водою сырые матеріалы съ Запада будутъ доставляться въ возникающій теперь промышленный городъ; хлѣбное зерно съ полей Иллинойса и Дакоты; лѣсъ изъ Мичигана и Висконсина, уголь и мѣдь изъ коней Верхняго Озера и проч. Ожидаютъ, что если одна отрасль промышленности укоренится и разовьется, то она привлечетъ и другія.

Такъ, бумажныя фабрики привлекутъ фабрикан-

товъ картонныхъ колесъ и боченковъ; выплавка чугуна привлечетъ желѣзодѣлательные заводы, машинныя мастерскія и т. д.; электрическая очистка мѣди поведетъ къ устройству фабрикъ для выдѣлки проволоки, кабелей, и т. п. Алюминій также обѣщаетъ создать важную отрасль промышленности въ будущемъ. А тѣмъ временемъ Общество Эксплоатации силъ водопада готовится пустить въ ходъ собственный электрическій заводъ, который дастъ занятіе множеству рабочихъ. Оно предприняло водоснабженіе новаго города у Ниагарскаго водопада. Электрическое общество города Буффало заручилось исключительнымъ правомъ пользоваться электричествомъ, проведеннымъ въ этотъ городъ; линія будетъ проведена подземнымъ путемъ. Эта подземная линія будетъ стоить дороже, чѣмъ еслибъ линія была протянута надъ землею, но зато не потребуетъ обновлять ее черезъ каждыя 8—15 лѣтъ, и кромѣ того, она не будетъ подвергаться опасности разрыва отъ сильныхъ вѣтровъ, дующихъ съ озеръ, и тяжести инея; вдобавокъ за ней легче будетъ наблюдать и она будетъ совершенно безопасна. Кромѣ предполагаемаго туннеля въ 100,000 лошадиныхъ силъ, это же общество владѣетъ концессіей на пользованіе 250,000 лошадиныхъ силъ изъ подковообразнаго водопада на канадскомъ берегу. Такимъ образомъ, общество обладаетъ монополіей на пользованіе всей водяной силой Ниагары и инициаторы предпріятія не сомнѣваются, что его ожидаетъ громадный финансовый успѣхъ. Уже одна Питсбургская фирма начала

пользоваться электричествомъ для добыванія алюминія изъ минерала, называемаго бокситомъ, при посредствѣ электрическаго горна.

Благодаря заботливости администраціи штата Нью-Йоркъ и Канады, живописное мѣстоположеніе водопада будетъ охранено сооруженіемъ общественныхъ парковъ, а предстоящія работы не будутъ портить воздухъ мѣстности, потому что будутъ бездымны. Богартъ, инженеръ штата Нью-Йоркъ, вычислилъ, что вода, отведенная изъ рѣки, понизитъ средній уровень водопада всего на два дюйма, слѣдовательно не будетъ никакой замѣтной разницы въ красотѣ вида. Вообще это предпріятіе представляетъ нѣчто новое въ міровой исторіи. Это не только самое грандіозное приложеніе электрической силы, но одно изъ самыхъ замѣчательныхъ предпріятій нашего вѣка, когда романъ сталъ наукой, а наука романомъ.

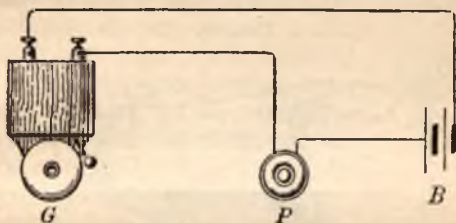
ГЛАВА IX.

Различныя примѣненія электричества.

Электрическій звонокъ — столь распространенный въ настоящее время, впервые былъ изобрѣтенъ Джономъ Мирандомъ въ 1850 г. На рис. 81 изображено расположеніе цѣпи этого звонка: *В* обозначаетъ небольшую батгарею, изъ двухъ-трехъ элементовъ, обыкновенно сухихъ или Декланше, соединенныхъ при помощи изолированной проволоки

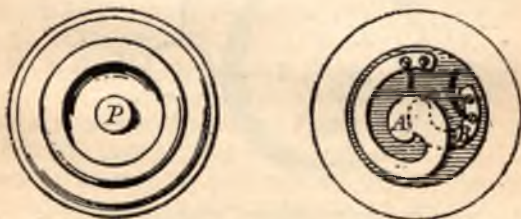
съ P —наружной пуговкой, или контактнѣмъ ключомъ, а G —электромагнитный звонокъ. Если надавить пуговку P , то при помощи пружинки про-

Рис. 81.



изводится соприкосновеніе, цѣпь замыкается и токъ проходитъ черезъ звонокъ. Дѣйствіе контакта станетъ понятнымъ изъ рис. 82, гдѣ пуговка P

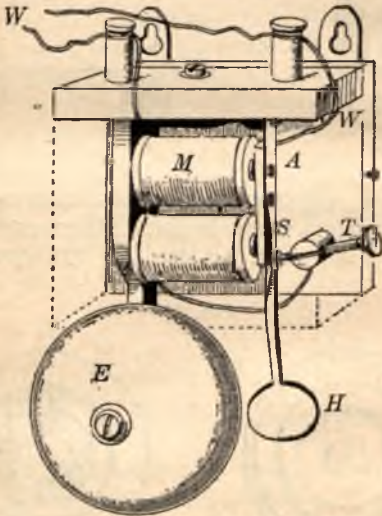
Рис. 82.



снята, чтобы виденъ былъ находящійся подъ нею механизмъ, состоящій просто изъ металлической

пружинки *A* надъ металлической же пластинкой *B*. Пружинка сообщается проволокой съ полюсомъ батареи, а пластинка съ зажимнымъ винтомъ звонка, или же наоборотъ. Если надавить пальцемъ пуговку *P*, то пружинка нажимаетъ на пластинку,

Рис. 83.



цѣль замыкается и звонокъ дѣйствуетъ. Если отпустить пуговку, то пружина отскакиваетъ назадъ, токъ прерывается и звонокъ перестаетъ звонить.

Рис. 83 представляетъ внутренній механизмъ

звонка, который состоитъ изъ двухъ-полюснаго электромагнита *M*, вмѣщающаго якорь *A* изъ мягкаго желѣза, висящій на прямой пружинѣ или языкѣ *S*, который однимъ концомъ укрѣпленъ, а другимъ опирается на винтъ *T*. Молотокъ *H*, придѣланный къ якорю, приходится противъ самага края колокольчика *E*.

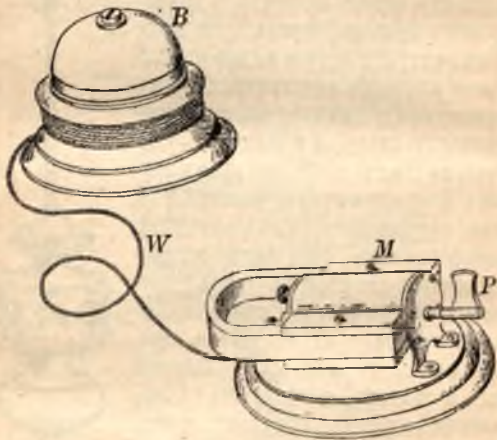
Рис. 84.

Проходя черезъ приборъ, токъ идетъ отъ одного зажимнаго винта, скажемъ праваго, черезъ проволоку *W* къ винту *T* и оттуда по пружинѣ *S* черезъ катушки электромагнита къ другому винту. Электромагнитъ притягиваетъ якорь *A* и молотокъ ударяетъ въ гонгъ; но въ это время пружина *S* оттягивается отъ винта *T*, и цѣпь прерывается. Слѣдовательно, электромагнитъ, уже болѣе не возбуждаемый, отпускаетъ якорь, пружина отскакиваетъ и снова нажимаетъ на винтъ *T*. Но теперь приборъ опять въ томъ же положеніи какъ и сначала, токъ течетъ снова, молотокъ ударяетъ объ гонгъ и вторично отскакиваетъ назадъ. Такимъ образомъ, пока пуговку будутъ снаружи надавливать, молотокъ все будетъ ударять въ колокольчикъ и производить звонъ. Электрическія пуговки бываютъ разныхъ видовъ: ихъ или привинчиваютъ къ стѣнѣ или придѣлываютъ къ ручкѣ обыкновенной софетки (см. рис. 84).



Обыкновенный электрический звонок, приводимый в действие батареей, перестает действовать, если в батарее истощится сила или засорится контакт в пуговке. Поэтому за последние годы введены в употребление магнито-электрические звонки. Для них не требуется ни батарей,

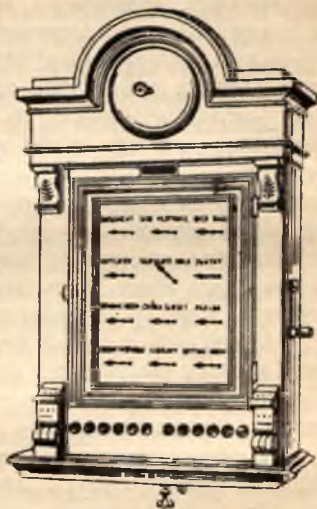
Рис. 85.



ни прерывающих контактов, так как сонетка или пуговка устроена в видъ маленькой динамомашины, которая сама возбуждает токъ. Рис. 85 изображаетъ такой аппаратъ: *M P*—сонетка, а *B* звонокъ; они соединены двойной проволокой *W* для передачи тока. Сонетка состоит изъ подково-

образнаго магнита M , между полюсами котораго находится катушка изолированной проволоки, насаженная на ось. Если поворачивать рукой ключъ P , то катушка будетъ вращаться въ магнитномъ полѣ между полюсами магнита, и токъ, возбужденный такимъ образомъ, потечетъ по проволокамъ W и, проходя черезъ электромагнитъ подзвонкомъ, притянетъ его якорь и ударитъ молоточкомъ по звонку. Разумѣется, звонокъ можно помѣстить на любомъ разстояніи отъ генератора. Въ другихъ видахъ такого звонка токъ возбуждается и колокольчикъ звонитъ, если просто потянуть за сонетку, какъ въ обыкновенныхъ домашнихъ колокольчикахъ.

Рис. 86.



Въ большихъ домахъ и гостиницахъ электрическіе звонки обыкновенно снабжены указателями, (рис. 86), по которымъ видно, изъ какой комнаты зовутъ. Пожарные сигналы устраиваются такъ: въ случаѣ пожара, отъ сильнаго повышенія темпе-

ратуры, въ большихъ домахъ и гостиницахъ электрическіе звонки обыкновенно снабжены указателями, (рис. 86), по которымъ видно, изъ какой комнаты зовутъ. Пожарные сигналы устраиваются такъ: въ случаѣ пожара, отъ сильнаго повышенія темпе-

ратуры таетъ кусочекъ сала или какого-нибудь легкоплавкаго металла, благодаря чему освобождается гирька, которая падаетъ на пуговку и замыкаетъ токъ электрическаго звонка. Или же отъ повышенія температуры расширяется ртуть въ трубочкѣ, поднимается, какъ въ термометрѣ, и такимъ образомъ соединяетъ двѣ платиновыя проволоки, которыя пропущены черезъ стекло и находятся въ одной цѣпи съ звонкомъ. Нѣкоторые употребляютъ изогнутую пружину изъ двухъ металловъ для того, чтобы произвести требуемое соприкосновеніе. Пружина устроена такъ: полоски мѣди и желѣза снаены одна съ другой, а такъ какъ эти металлы отъ нагрѣванія расширяются неодинаково, то пружина вытягивается, касается контактнаго винта, цѣпь замыкается и звонокъ звонитъ. Еще лучше небольшой приборъ, состоящій изъ ящичка съ тонкой металлической діафрагмой, которая расширяется отъ теплоты и, выгибаясь въ центрѣ, касается контактнаго винта и такимъ образомъ замыкаетъ цѣпь.

Эти автоматическіе или самодѣйствующіе пожарные сигналы могутъ быть, конечно, введены въ цѣпь обыкновенныхъ уличныхъ пожарныхъ сигналовъ, которые устраиваются такъ, что надо лишь дернуть за рукоятку для того чтобы произвести требуемое соприкосновеніе.

Изъ всего сказаннаго легко понять, какъ устроить, чтобы узнать, благодаря электрическимъ звонкамъ или сигнальной лампѣ, если въ домъ заберутся воры. Надо устроить контактные ключи

на оконныхъ рамахъ, на дверныхъ косякахъ или на ступеняхъ лѣстницы, такъ что когда отворить дверь или окно или ступить ногой на лѣстницу, то замыкается электрическій токъ, подающій тревожный сигналъ. Разумѣется, соединенія дѣлаются только въ случаѣ надобности. Лавки и конторы можно караулить, устройвъ такъ, чтобы при помощи тока показывался красный свѣтъ въ лампѣ, висящей у входа, для предупрежденія ночного сторожа. Это не трудно сдѣлать, приспособивъ электромагнитъ такъ, чтобы отъ его дѣйствія опускался щитъ изъ краснаго стекла передъ пламенемъ лампы. Можно также устроить, чтобы въ случаѣ взлома кассы или витринъ, о томъ давалось знать особымъ сигналомъ; въ Америкѣ нѣсколько лѣтъ тому назадъ воръ былъ сфотографированъ при вспышкѣ огня, зажженнаго такимъ образомъ, и потомъ арестованъ по сходству со снимкомъ.

Объ уровнѣ воды въ цистернахъ и резервуарахъ можно оповѣщать такимъ же путемъ, приспособивъ поплавокъ, который бы поднимался вмѣстѣ съ водою и, замыкая цѣпь при помощи контакта, подавалъ сигналъ. Пониженіе температуры въ оранжереѣ также оповѣщается посредствомъ уже упомянутаго выше ртутнаго «термостата» или другого подходящаго приспособленія.

Лагъ Массея есть снарядъ для опредѣленія скорости судна посредствомъ вращенія особаго рода винта, опущеннаго въ воду и слѣдующаго за судномъ; винтъ, сдѣлавъ полный оборотъ, замыкаетъ электрическую цѣпь и число оборотовъ, дѣлаемое

пмъ въ секунду, оповѣщается звонкомъ на суднѣ. Въ одной системѣ электрическаго лага, токъ возбуждается химическимъ дѣйствіемъ цинковыхъ и мѣдныхъ пластинокъ непосредственно погруженныхъ въ воду, а въ другой системѣ токъ доставляется батареей на суднѣ.

Капитанъ Макъ - Ивой изобрѣлъ тревожный сигналъ для миноносокъ и торпедъ—это настоящій сторожевой чesъ въ морѣ. Снарядъ состоитъ изъ желѣзнаго колокола, опущеннаго въ воду на глубину, ниже прибоа морскихъ волнъ. Въ верхней части колокола, тамъ, гдѣ давленіе воздуха удерживаетъ напоръ воды, находится чувствительная контактная игла, замыкающая цѣнь батареи и электрическаго звонка или лампы. Звуковыя волны, проходящія сквозь воду отъ винтового двигателя торпедо или какого-нибудь судна, замыкаютъ и размыкаютъ токъ и заставляютъ звонить звонки или зажигаютъ лампу. Этотъ снарядъ имѣетъ цѣлью подавать сигналъ тревоги флоту, стоящему на якорѣ или въ портахъ въ военное время.

Электричество примѣняется также для записыванія показаній флюгеровъ и анемометровъ. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ оно съ успѣхомъ примѣнялось для телеграфированія курса, показываемаго судовымъ компасомъ вахтенному офицеру на мостикѣ.

«Домашній телеграфъ»—американское изобрѣтеніе: это маленькій аппаратъ съ цинферблатомъ, при помощи котораго обыватель можетъ подавать

сигналы, призывая полисмена, прислугу, доктора, а также и пожарныхъ, — просто-на-просто прикоснувшись рукою къ циферблату.

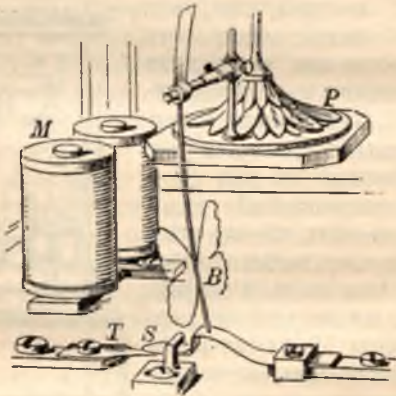
Александръ Бэнь первый открылъ способъ приведенія въ движеніе часовъ электричествомъ вмѣсто гирь; онъ устроилъ маятникъ, имѣющій желѣзный балансиръ, который притягивался то въ одну, то въ другую сторону электромагнитомъ, но такъ какъ ходъ такихъ часовъ зависитъ отъ постоянства тока, что не легко поддерживать, то это изобрѣтеніе не получило широкаго распространенія. Часы Лемуана, изображенные на рис. 87—усовершенствованный типъ электрическихъ часовъ; здѣсь балансиръ изъ мягкаго желѣза *P* качается взадъ и впередъ надъ полюсами двойного электромагнита *M*, находящагося въ одной цѣпи съ батареей и контактнѣмъ ключомъ. Когда ходъ замедляется, то ключъ замыкаетъ цѣпь и токъ, проходя черезъ электромагнитъ, подталкиваетъ маятникъ, исправляя такимъ образомъ ходъ часовъ. Это дѣлается съ помощью остроумнаго приспособленія Гиппа, показаннаго на рис. 88. *M* обозначаетъ электромагнитъ, *P* желѣзный балансиръ, отъ котораго идетъ

Рис. 87.



провода съ легкой флюгаркой *B* изъ слюды, въ формѣ бабочки. Когда балансиръ качается, проволока задѣваетъ выступъ, въ видѣ горба, металлической пружины *S*, и если балансиръ движется черезъ чуръ медленно, то проволока приводитъ пружину въ соприкосновеніе съ другой пружиной внизу *T*, такимъ образомъ замыкая цѣпь и посылая

Рис. 88.



токъ черезъ электромагнитъ *M*, который притягиваетъ балансиръ и даетъ толчокъ маятнику.

Провѣрка мѣстныхъ часовъ по главнымъ часамъ посредствомъ электричества имѣетъ больше примѣненія на практикѣ и употребляется въ разныхъ городахъ, наир. въ Глазго. За циферблатами мѣстныхъ часовъ помѣщены электромагниты, которые

при помощи якоря, приводящаго въ движеніе зубчатое колесо, толкають стрѣлки впередъ черезъ каждую минуту или полминуты, когда токъ посылается изъ главныхъ часовъ.

Электрическій хронографъ есть снарядъ для измѣренія минутныхъ промежутковъ времени посредствомъ штифта, проводящаго черточку на подвижной полосѣ бумаги или вращающемся валикѣ закопченнаго стекла. Токъ, возбуждая электромагнитъ, толкаетъ штифтъ, и промежутокъ между двумя толчками опредѣляется длиною черточки и скоростью движенія бумаги или закопченной поверхности. Часы иногда употребляются какъ электрическіе измѣрители для показанія расхода электричества. Токъ, который требуется измѣрить, пропускается черезъ проволочную спираль подъ баланспромъ маятника, которая становится магнитомъ и такимъ образомъ вліяетъ на ходъ часовъ. Въ другихъ измѣрителяхъ токъ проходитъ черезъ родъ гальванометра, называемаго амперометромъ и контролируетъ часовой механизмъ. Въ третьей разновидности того же аппарата пользуются химическимъ дѣйствіемъ тока, напр. въ Эдисоновскомъ—разложеніемъ сѣрнокислой мѣди.

Электрическимъ свѣтомъ пользуются въ наше время для подачи сигналовъ и сообщенія вѣстей ночью, самыми разнообразными способами. Для военныхъ цѣлей въ ходу лампы накалыванія, помѣщенные въ прозрачныхъ шарахъ, причемъ свѣтъ ихъ управляется ключомъ, какъ въ телеграфной цѣпи, такъ что токъ даетъ короткія и

длительныя вспышки, согласно алфавиту Морза. На морѣ подаются сигналы подборомъ красныхъ и бѣлыхъ электрическихъ лампъ, сочетаемыхъ согласно тому же алфавиту. Сильный свѣтъ лампы съ вольтовою дугою чрезвычайно полезенъ для развѣдокъ, въ особенности на военныхъ судахъ и въ крѣпостяхъ; пробовали подавать сигналы отражая свѣтъ на облака при помощи экрана и заслоняя его, согласно условному кодексу.

Въ 1879 г. профессоръ Грэмъ Белль, изобрѣтатель телефона, въ сотрудничествѣ съ Соммеръ

Рис. 89.



Тэнтеромъ изобрѣли интересный аппаратъ, называемый фотофономъ, посредствомъ котораго музыка и рѣчь передаются при помощи свѣтовыхъ лучей за нѣсколько сотъ сажень. Дѣйствіе фотофона основано на томъ особомъ явленіи, наблюденномъ въ 1873 г. Мэйхью, что электрическое сопротивленіе кристаллическаго селена уменьшается, когда на него падаетъ лучъ свѣта. На рис. 89 показано, какъ Белль и Тэнтеръ воспользовались этимъ его свойствомъ для фотофона. Лучъ солнца или электрическаго свѣта, собраннаго чечевицей

L , отражается тонкимъ зеркаломъ M и, пройдя черезъ другую чечевицу L_1 , идетъ къ параболическому рефлектору R , въ фокусъ котораго помѣщено сопротивленіе изъ селена, находящееся въ одной цѣпи съ батареей B и двумя телефонами TT . Когда кто-нибудь говоритъ въ трубку, помѣщенную позади зеркала M , то это заставляетъ свѣтъ вибрировать вмѣстѣ съ звуками, и колеблющійся лучъ свѣта, падая на селенъ, измѣняетъ его сопротивленіе. Сила тока такимъ путемъ измѣняется вмѣстѣ съ звуковыми волнами, и слова, произносимыя отправителемъ, слышны въ телефонахъ получателемъ. Фотофонъ однако скорѣе научная игрушка, чѣмъ практическій аппаратъ.

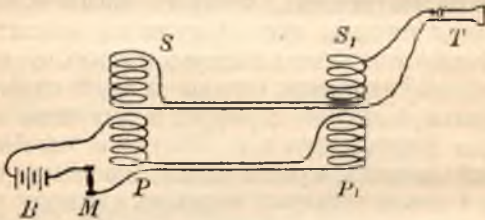
Французскій химикъ Беккерель открылъ, что двѣ серебряныя пластинки, которыя съ одной стороны покрыты іодистымъ серебромъ и погружены въ слегка подкисленную воду, образуютъ гальваническій элементъ, чувствительный къ свѣту. Въ этомъ можно убѣдиться соединивъ пластинки черезъ гальванометръ и направивъ на іодированную поверхность одной изъ нихъ лучъ свѣта (другая пластинка должна быть предохранена отъ вліянія свѣта) *). Открыты были и другія комбинаціи такого рода, и профессоръ Минчинъ, прландскій физикъ, примѣнилъ одинъ изъ этихъ элементовъ для измѣренія силы свѣта звѣздъ.

«Индукціонныя вѣсы» профессора Юза основаны

*) Описаніе опыта Беккереля въ переводѣ измѣнено согласно статьи самаго Беккереля.

на индукціи токовъ токами. Устройство въсовъ понятно изъ рис. 90, гдѣ P и P_1 —двѣ одинаковыхъ спирали или катушки съ толстой проволокой, сообщающіяся въ цѣпи съ батареей B и микрофономъ M ; а S и S_1 —двѣ одинаковыхъ спирали или катушки тонкой проволоки въ цѣпи съ телефономъ T . Почти излишне объяснять, что если микрофонъ M привести въ колебаніе какимъ-нибудь звукомъ, то токъ въ первичныхъ спираляхъ $P P_1$ индуцируетъ соответствующій токъ во вто-

Рис. 90.



ричныхъ спираляхъ $S S_1$; но спирали $S S_1$ закручены такъ, что индукція P на S нейтрализуетъ индукцію P_1 на S_1 и тока во вторичной цѣпи не будетъ; поэтому не будетъ слышно и звука въ телефонъ. Если же нарушить равновѣсіе въ индукціонныхъ вѣсахъ, поднеся какой-нибудь металлическій предметъ, напр. монету, къ одной изъ спиралей S или S_1 , то во вторичной цѣпи появится токъ, который и будетъ обнаруженъ звукомъ въ телефонъ.

Индукціонные вѣсы употреблялись какъ «сонометръ» для измѣренія тонкости слуха, а также для распознаванія фальшивой монеты. Этотъ же снарядъ въ нѣсколько иной формѣ употребляется для угадыванія присутствія золота и рудъ различныхъ металловъ. Имъ пользовался капитанъ Макъ-Ивой въ своемъ «подводномъ развѣдчикѣ» для изслѣдованія морского дна, съ цѣлью отыскать утерянные якоря и затонувшіе цѣнные предметы. Когда ранили президента Гарфильда, то положеніе пули было опредѣлено тѣмъ же способомъ.

Микрофонъ, какъ средство усиленія слабыхъ звуковъ, употреблялся для опредѣленія мѣста течи въ водопроводныхъ трубахъ и при медицинскихъ осмотрахъ. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ микрофонъ спасъ одну русскую отъ опасности быть погребенной заживо, такъ какъ благодаря ему услышали слабое бѣненіе ея сердца.

Электрическое перо Эдиссона можетъ быть применено къ копированію писемъ. Оно дѣйствуетъ пунктируя рядъ дырочекъ вдоль строкъ письма и воспроизводя такимъ образомъ трафаретную доску; если ее наложить на листъ чистой бумаги и смазать чернилами, то она дастъ точную копию съ документа, такъ какъ чернила проникнутъ сквозь дырочки на бумагу подъ ними. Приборъ изображенъ на рис. 91: *P*—перо, состоящее изъ полаго стерженька, въ которомъ тонкая игла, приводимая въ движеніе якоремъ маленькаго электромагнита, быстро ходитъ вверхъ и внизъ, прокалывая бумагу. Токъ получается изъ

маленькой батареей *B*, а валъ, подобный тому, какой употребляется при печатаніи, служитъ для смазыванія чернилами.

Въ 1878 г. Эдиссонъ оповѣстилъ объ изобрѣтеніи имъ прибора, для записыванія и воспроизведенія рѣчи; это заявленіе было встрѣчено довольно недовѣрчиво, несмотря на сравнительный успѣхъ Фабера и другихъ въ изобрѣтеніи механическихъ приборовъ. Простота Эдиссоновскаго изобрѣтенія, когда его увидали и услышали, возбудила всеобщій

Рис. 91.



восторгъ, и хотя первый его приборъ былъ, конечно, несовершененъ, на него посмотрѣли, какъ на предвѣстникъ чего-то еще лучшаго впереди. Рѣчь передавалась съ такой точностью, что одинъ членъ Академіи наукъ въ Парижѣ настойчиво объяснялъ этотъ опытъ чревовѣщаніемъ или другимъ какимъ-нибудь фокусомъ. Однако, было очевидно, что прежде чѣмъ фонографъ можетъ стать практически-полезнымъ приборомъ, требуются дальнѣйшія усовершенствованія его съ технической стороны. Занятія по электрическому освѣщенію отвлекли Эдис-

сона отъ задачи усовершенствованія фонографа, хотя онъ не утратилъ вѣры въ свое изобрѣтеніе. Въ теченіе послѣдующихъ десяти лѣтъ онъ нажилъ большое состояніе и былъ главнымъ ревнителемъ распространенія электрическаго свѣта и силы во всемъ мѣрѣ. Совершивъ это, онъ опять вернулся къ своему любимому дѣтищу и наконецъ успѣлъ усовершенствовать его настолько, чтобы исполнить свои давнишнія обѣщанія и оправдать собственныя надежды.

Приборъ въ первоначальномъ видѣ состоялъ изъ барабанной перепонки, въ центрѣ которой было укрѣвлено стальное остріе или штифтикъ. Колебанія барабанной перепонки подъ вліяніемъ звуковыхъ волнъ, заставляли штифтикъ вдавливаться въ оловянный листъ, движущійся мимо его острія. Оловянный листъ былъ наложенъ на валъ съ нарѣзками, которыя позволяли поверхности оловяннаго листа подаваться подъ нажимомъ штифтика и получать углубленія, соотвѣтствующія звуковымъ волнамъ голоса. Такимъ образомъ, запечатлѣнныя на поддающемся, хотя до нѣкоторой степени твердомъ матеріалѣ, волны эти могутъ быть сохранены, а затѣмъ, когда угодно, ихъ можно опять воспроизвести, вода по впадинамъ оловяннаго листа остріемъ штифтика и приводя такимъ образомъ въ колебаніе соотвѣтствующую діафрагму или перепонку, такъ что получаются первоначальные звуки или подражаніе имъ.

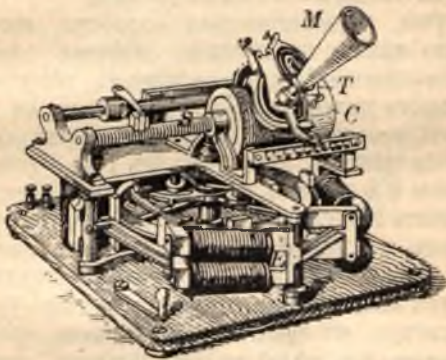
Листовое олово, однако, не совсѣмъ подходящій матеріалъ для первоначальнаго воспринятія коле-

баній. Оно не отвѣчаетъ въ точности движеніямъ отмѣчающаго штифтика и не достаточно удовлетворительно направляетъ принимающій штифтикъ при воспроизведеніи звуковъ. Поэтому Эдиссонъ замѣнилъ его воскомъ, и вмѣсто вала съ нарѣзками употребляетъ теперь для отпечатка колебаній восковой цилиндръ. Кромѣ того, онъ уже не употребляетъ одинъ и тотъ же родъ діафрагмы для отпечатанія и воспроизведенія звуковъ, но для послѣдней цѣли пользуется болѣе тонкой діафрагмой. Отмѣчающій цилиндръ теперь приводятъ въ движеніе электрическимъ двигателемъ вмѣсто того, чтобы вертѣть его ручкой, какъ это было въ первоначальномъ приборѣ.

Фонографъ въ томъ видѣ, какъ его теперь дѣлаютъ, изображенъ на рис. 92; онъ размѣромъ въ обыкновенную швейную машину и очень тонкой работы, такъ какъ дѣйствіе его въ значительной степени зависитъ отъ совершенства и точности механизма. Онъ состоитъ изъ горизонтальнаго стержня *S*, вмѣщающаго на одномъ концѣ восковой цилиндръ *C*, на которомъ отпечатываются звуковыя волны. Надъ цилиндромъ приспособлена на подставкѣ діафрагма или барабанная перепонка *T* съ коническимъ мундштукомъ *M* для приѣма звуковъ. Въ центрѣ барабанной перепонки находится штифтъ, съ остриемъ, направленнымъ къ поверхности воскового цилиндра, такъ что, когда говорятъ въ амбушюръ *M*, то голосъ заставляетъ дрожать перепонку и нажимаетъ кончикъ штифта на поверхность воскового цилиндра, причемъ онъ дѣ-

даетъ на ней выемку болѣе или менѣе глубокую, сообразно съ звуковыми колебаніями голоса. Цилиндръ поддерживается въ вращательномъ движеніи по спиралѣ, съ равномерной скоростью, при помощи электрическаго двигателя *E*, снабженнаго чувствительнымъ регуляторомъ и помѣщеннаго на подставку прибора. Въ результатѣ на поверхности

Рис. 92.



воска вдоль спиральной линіи получается тонкій извилистый слѣдъ. Здѣсь запечатлѣны звуки голоса. При помощи другой барабанной перепонки, болѣе тонкой, можно опять воспроизвести эти звуки, заставляя неровности и извилины слѣда привести въ движеніе легкой штифтъ, упирающійся въ нихъ и такимъ образомъ вызвать въ тонкой перепонкѣ колебанія, соответствующія въ точности колебаніямъ

отъ первоначальныхъ звуковъ. Діафрагма, предназначенная для воспроизведенія звуковъ, дѣлается изъ клшечной перепонки; она имѣетъ посрединѣ пуговку и пружинный штифтъ изъ стальной проволоки. Звуки, издаваемые этимъ приборомъ, похожи на шопоть въ сравненіи съ первоначальными, но они вѣрно передаютъ произношеніе, что и есть главная цѣль; они передаются уху посредствомъ гибкихъ слуховыхъ трубокъ.

Ручка, поддерживающая барабаны, которые можно мѣнять по желанію, снабжена особымъ приспособленіемъ для сглаживанія поверхности воскового цилиндра передъ тѣмъ, какъ на немъ будутъ производиться отпечатки. Цилиндры дѣлаются разныхъ размѣровъ, отъ 1 до 8 дюймовъ длиною и 4 дюймовъ въ діаметрѣ. Первый можетъ записать 200 словъ, слѣдующій по размѣру вдвое больше, т. е. 400 словъ и т. д. Эдиссонъ говоритъ, что четыре большихъ 8-ми-дюймовыхъ цилиндра могутъ записать всего «Николая Никльби» *), слѣдовательно его можно автоматически прочесть больному или цѣлой палатѣ больныхъ, которые всѣ услышатъ чтеніе сразу посредствомъ цѣлой связки слуховыхъ трубокъ. Цилиндры можно пересылать, какъ письма, и они передадутъ содержимое viva voce въ фонографѣ соответствующихъ размѣровъ, при чемъ каждая интонація, каждый звукъ голоса будутъ переданы съ большей или меньшей точностью. Фонографъ оказался очень

*) «Николай Никльби» извѣстный романъ Диккенса.

полезнымъ въ дѣлѣ записыванія языка п діалектовъ исчезающихъ расъ, а также при преподаваніи пропзношенія.

На рис. 93 изображено приспособленіе для за-
жиганія газа электрической искрой: *A*—плоская
коробка изъ вулканита, содержащая приборъ, ко-
торый производитъ электричество, а *B* стержень,
который передаетъ искру рожку. Генераторъ со-
стоитъ изъ небольшой
электрофорной машины,
которая приводится въ
дѣйствіе, если нажать
пальцемъ ключъ *C* сбоку
коробки. Вращеніе диска
внутри коробки разви-
ваетъ извѣстное количе-
ство электричества, ко-
торое проходитъ пото-
комъ искръ между двумя
острѣями въ открытомъ
концѣ стержня *D*. По-
слѣдній — полый, въ ви-
дѣ трубки, и содержитъ
проволоку, изолирован-
ную отъ металла въ трубкѣ и образующую съ труб-
кой цѣпь для электрическаго разряженія. Этотъ
приборъ—одно изъ немногихъ удачныхъ примѣне-
ній статическаго электричества.

Другіе электрическіе снаряды для за-
жиганія газа состоятъ изъ металлическихъ острѣй, помѣ-
щенныхъ надъ горѣлкою, такъ что электрическая

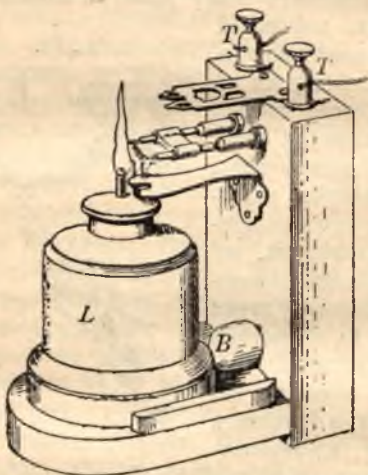
Рис. 93.



искра изъ небольшой индукціонной спирали или динамо-машины воспламеняетъ струю газа.

Платиновую проволокою, раскаленную до-бѣла пропущеннымъ черезъ нее электрическимъ токомъ также пользуются иногда для зажиганія лампъ,

Рис. 94.



какъ показано на рис. 94, гдѣ *W* есть небольшая спираль изъ платины, соединенная въ цѣпи съ генераторомъ посредствомъ зажимовъ *TT*. Когда лампу нажимаютъ на пуговку *B*, то проволока раскаляется и зажигаетъ лампу.

Взрывчатые вещества, какъ порохъ и пироксилины, также воспламеняются электрической искрой отъ индукціонной спирали или раскаленной проволокой. На рис. 95 изображено устройство обыкновеннаго электрическаго запала для взрыва подземныхъ минъ. Онъ состоитъ изъ деревяннаго или металлическаго ящичка, начиненнаго порохомъ

Рис. 95.



или другимъ взрывчатымъ веществомъ, и платиновой проволоки *P*, припаянной къ парѣ толстыхъ мѣдныхъ проволокъ *W*, изолированныхъ гуттаперчей. Если по этимъ проволокамъ пустить токъ, то платина раскаляется и воспламеняетъ взрывчатое вещество. Трубки для взрыва бомбъ начиняются гремучею ртутью.

Часовыя пружины и другіе предметы закаливаются нагрѣваніемъ ихъ электрическимъ токомъ и погруженіемъ потомъ въ масло.

Хирургическія операціи производятся иногда при помощи раскаленной электрическимъ токомъ платиновой проволоки вмѣсто ножа, въ особенности въ такихъ случаяхъ, какъ отнятіе языка или вырѣзаніе онухолей.

Еще древнимъ было извѣстно, что въ Средиземномъ морѣ водилась рыба, которой достаточно было

коснуться человѣка, чтобы потрясти и оглушить его. Рыба «торнедо» или «электрической скать» водится и въ Атлантическомъ океанѣ, точно также какъ въ Средиземномъ морѣ. Въ головѣ его помѣщается электрической органъ, состоящій изъ 800 или 1000 многоугольныхъ ячеекъ, причемъ разряженіе проходитъ отъ спинны — или положительнаго полюса къ брюху или отрицательному полюсу черезъ воду. «Gymnotus» или суринамскій угорь, который достигаетъ въ длину 5 или 6 футовъ, обладаетъ электрическимъ органомъ отъ головы до хвоста и можетъ произвести разряженіе, способное убить человѣка. Гумбольдтъ живо описалъ бѣшеную борьбу дикихъ лошадей, загнанныхъ индѣйцами Венецуэлы въ озеро въ степи, кишѣвшее этими угрями, съ тѣмъ, чтобы угри разрядили свои громы и чтобы потомъ легко можно было переловить ихъ.

Другія рыбы — *silurus*, *malapterurus* и т. д. также снабжены электрическими батгареями, посредствомъ которыхъ онѣ оглушаютъ свою добычу. Дѣйствіе этихъ органовъ до сихъ поръ тайна, какъ вообще и все касающееся животнаго электричества. Нобили и Маттеучи открыли, что слабые токи зарождаются возбужденіемъ нервовъ и сокращеніемъ мускуловъ въ человѣческомъ организмѣ.

Электричество обѣщаетъ сдѣлаться драгоценнымъ пособіемъ въ медицинѣ; токи — постоянные, переменные и прерывчатые примѣняются къ леченію разнообразныхъ нервныхъ и мускульныхъ страданій съ большимъ успѣхомъ; но къ этому

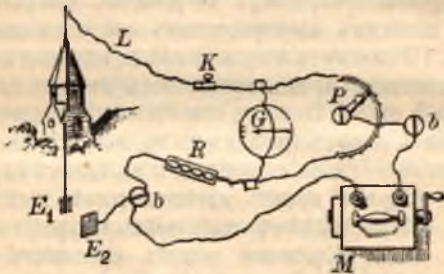
слѣдуетъ прибѣгать не иначе какъ подѣ наблюдениемъ врача и съ надлежащими приборами.

Вслѣдствіе сильнаго электрическаго сотрясенія или удара молніей, является мнимая смерть и пораженнаго субъекта можно вернуть къ жизни, при помощи искусственнаго дыханія и мѣрнаго тренія языка, какъ это дѣлается съ утопленниками и при глубокихъ обморокахъ.

Хорошій громоотводъ не долженъ обладать болѣе высокимъ электрическимъ сопротивленіемъ, какъ 10 омовъ отъ острія до земли, включая и земной контактъ; лучшіе громоотводы имѣютъ только около 5 омовъ. Большое сопротивление въ стержнѣ зависитъ или отъ трещинъ въ проводникѣ, или отъ плохого сообщенія съ землею, и въ такомъ случаѣ этотъ снарядъ можетъ служить скорѣе источникомъ опасности, чѣмъ спасительнымъ средствомъ, такъ какъ разряженіе можетъ проложить себѣ путь къ землѣ черезъ какую-нибудь часть зданія, а не исключительно по громоотводу. Поэтому весьма важно повременамъ испытывать громоотводы; магнито-электрической снарядъ Сименса, изображенный на рис. 96 и 97, весьма полезенъ для этой цѣли и не требуетъ батареев. Аппаратъ состоитъ изъ магнито-электрической машины *M*, которая даетъ испытующій токъ, если повернуть ручку, и затѣмъ изъ мостика Уитстона. Въ послѣдній включено кольцо изъ проволоки новаго серебра, образующее двѣ вѣтви. Контактный рычагъ *P* движется надъ кольцомъ и употребляется какъ ключъ батареев. Небольшой гальванометръ

G отмѣчаетъ показанія испытующаго тока. Мѣдная скользящая пластинка S закрѣпляетъ или освобождаетъ стрѣлку гальванометра. Имѣется также нѣсколько соединительныхъ оконечностей b, b, l и т. д. и сопротивленіе R (магазинъ сопротивленія) (рис. 96). Небольшой ключъ K при-

Рис. 96.



дѣланъ къ концу l (рис. 97) и употребляется для того, чтобы пускать токъ въ громоотводъ или прекращать его. Кожаный мѣшокъ A , придѣланный на одной сторонѣ деревяннаго ящика, содержитъ двойной проволочный проводникъ для соединенія магнито-электрической машины съ мостикомъ. Если повернуть ручку M , то возбуждается токъ; а если замкнуть ключъ K , то онъ направится отъ концовъ машины черезъ мостикъ и громоотводъ, соединенный съ послѣднимъ. Стрѣлка гальванометра отклоняется токомъ, пока сопротивленіе громоотвода не будетъ уравновѣшено со-

противленіемъ ящика R . Когда это произойдетъ, то стрѣлка гальванометра будетъ оставаться въ покоѣ. Такимъ образомъ опредѣляется сопротивленіе громоотвода и всякое измѣненіе въ немъ отмѣчается приборомъ. Для этого испытанія необходимо имѣть два листа въ землѣ E_1 и E_2 : одинъ листъ (E_1), принадлежащій громоотводу, а другой (E_2) для соединенія съ провѣряющимъ аппаратомъ съ помощью зажима b (рис. 97). Весь снарядъ вѣситъ не болѣе 9 фунтовъ. Чтобы испытать сопротивле-

Рис. 97.



ніе одной «земли», надо приять къ стержню громоотвода, на удобной высотѣ надъ почвой, мѣдную проволоку и придѣлать къ ней зажимные винты T (рис. 97) такъ, что вмѣсто того чтобы вводить весь громоотводъ въ дѣль аппарата, вводится только часть ниже T .

Въ январѣ 1896 г. электричество изумило весь міръ новымъ чудомъ, которое вполне подтверждаетъ

его право считаться самымъ удивительнымъ изъ всѣхъ явленій. За послѣднія двадцать лѣтъ электричество дало намъ телефонъ Белля, благодаря которому Лондонъ можетъ разговаривать съ Парижемъ; микрофонъ Юза, благодаря которому движеніе лапокъ мухи можно слышать такъ же отчетливо какъ «поступь слона», какъ выразился лордъ Кельвинъ; фонографъ Эдиссона, въ которомъ мы можемъ услышать голоса давно умершихъ; электрическій свѣтъ, сіяющій безъ воздуха и подь водою, электрическую теплоту безъ огня, электрическую силу безъ топлива, и еще многое другое. Ко всему этому надо прибавить теперь способъ фотографированія невидимыхъ предметовъ, какъ напр. костяка въ живомъ тѣлѣ; такимъ образомъ, мы имѣемъ способъ разоблачать невидимое.

Или печать и публика вообще стали болѣе свѣдущими въ научныхъ вопросахъ, или открытіе профессора Рѣнтгена особенно задѣло воображеніе общества, но несомнѣнно то, что это открытіе вызвало болѣе живой и всеобщій интересъ, нежели телефонъ, микрофонъ или фонографъ. Авторъ этой книги присутствовалъ на засѣданіи въ Лондонѣ, когда Лордъ Кельвинъ впервые объявилъ объ изобрѣтеніи телефона и демонстрировалъ самый приборъ, но эта новость была принята такъ апатично, словно публика не поняла всей его важности. На долю того же автора выпала обязанность нѣсколько лѣтъ спустя напечатать первый докладъ о фонографѣ и прошло много времени прежде чѣмъ публика отрѣшилась отъ недоувѣрчивости съ одной

стороны и апагіи съ другой, и дѣйствительно поняла важность изобрѣтенія. Быть можетъ, таинственные волшебные результаты открытія Рѣнтгена, какъ будто устанавливающаго связь между нимъ и «черной магіей», нѣсколько повліяли на то, какъ оно было принято публикой.

Какъ и большинство другихъ открытій и изобрѣтеній, это лишь плодъ изслѣдованій, уже раньше произведенныхъ другими учеными. Уже давно стало извѣстнымъ, что если пропустить электрическую искру отъ машины тренія черезъ стеклянный шаръ, въ которомъ воздухъ сильно разрѣженъ, то шаръ наполнится туманнымъ свѣтомъ, почему такой шаръ и названъ былъ «электрическимъ яйцомъ». Гитторфъ и другіе усовершенствовали этотъ опытъ, употребивъ искру изъ индукціонной катушки и большія трубки, наполненныя сильно разрѣженнымъ воздухомъ или другими газами. Такимъ способомъ получились великолѣпныя разноцвѣтныя сіянія, напоминающія нѣжныя отгѣнки тропическаго неба или сѣвернаго сіянія; это явленіе стало общезвѣстно подъ названіемъ Гейслеровыхъ трубокъ.

Круксъ, знаменитый англійскій химикъ, пошелъ еще дальше и, выкачавъ изъ баллоновъ воздухъ при помощи усовершенствованнаго воздушнаго насоса Шпренгеля, достигъ очень сильнаго разрѣженія и получилъ замѣчательные результаты (Глава VII). Разсѣянное сіяніе или туманное свѣченіе въ трубкѣ теперь сократилось въ однѣ лучи, который соединяетъ сверкающія оконечности, вставленныя въ концы трубки какъ бы свѣтя-

щеюся нитью. Магнитъ, поднесенный къ трубкѣ, отклонялъ лучъ свѣта отъ его направленія. Около отрицательнаго электрода или катода образуется темное пространство, черезъ которое отъ катода идутъ невидимые лучи, имѣющіе способность производить отпечатки на фотографической пластинкѣ и дѣлать всякое вещество, на которое они падаютъ, свѣтящимся и съ теченіемъ времени раскалять его до-красна. Та часть стѣнки стекляннаго баллона, на которую падаютъ эти лучи, свѣтится синеватымъ или зеленоватымъ свѣтомъ и черезъ нѣкоторое время можетъ размягчиться отъ жара.

Это и есть знаменитые «катодные лучи», о которыхъ за послѣднее время такъ много говорятъ. Очевидно, они не могутъ произойти иначе какъ при очень сильномъ разрѣженіи, когда давленіе воздуха равняется приблизительно одной стомилліонной атмосферы, т. е. такое, какое бываетъ на высотѣ 90 или 100 миль надъ поверхностью земли. Круксъ считаетъ эти лучи потоками воздушныхъ частичекъ, наэлектризованныхъ соприкосновеніемъ съ катодомъ или отрицательной точкой разряженія и отраженныхъ отъ него по прямымъ линіямъ. Разрѣженіе воздуха въ трубкѣ даетъ возможность этимъ частичкамъ двигаться по прямымъ линіямъ, не сталкиваясь съ другими частицами воздуха въ трубкѣ. Происходитъ, по мнѣнію Крукса, молекулярная бомбардировка изъ катода, причемъ частички воздуха, ударяя въ стѣнки трубки вызываютъ въ нихъ фосфоресценцію, флуоресценцію и теплоту. Это и есть знаменитая гипотеза «радіант-

ной матеріи», поддерживаемая въ Англіи такими учеными какъ лордъ Кельвинъ, сэръ Габріель Стоксъ и профессоръ Фиджеральдъ, но противъ которой однако возстаютъ Гольдштейнъ, Видеманъ, Эбертъ и другіе.

Молодой венгерець Ленардъ, ученикъ знаменитаго Генриха Герца, первый нанесъ серьезный ударъ этой гипотезѣ, доказавъ, что катодные лучи могутъ существовать внѣ трубки при обыкновенномъ давленіи воздуха. Герцъ открылъ, что эти лучи проникаютъ черезъ тонкій листъ алюминія, а Ленардъ сдѣлалъ трубку, имѣющую «окно» изъ алюминія, сквозь которое лучи устремлялись въ окружающій воздухъ. Ихъ путь можно было прослѣдить по голубоватому свѣченію, которое они производили въ воздухѣ, и Ленарду удалось заставить ихъ проникнуть въ тонкую металлическую коробку и снять фотографію внутри ея. Но если лучи эти—потокъ радіантной матеріи, которая можетъ существовать только въ очень сильно разрѣженномъ пространствѣ, то какъ могутъ они сохраниться въ воздухѣ при обыкновенномъ давленіи? Опыты Ленарда несомнѣнно оправдываютъ гипотезу, что это волны въ свѣтовомъ эфирѣ.

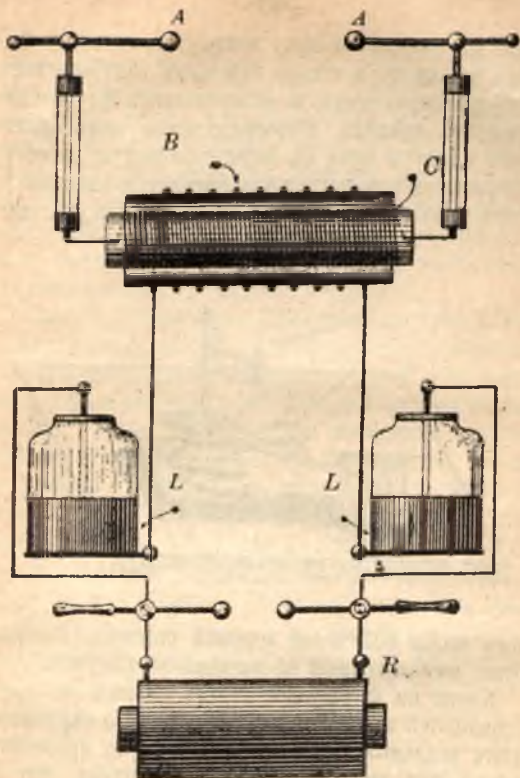
Профессоръ Рѣнтгенъ изъ Вюрцбурга, пользуясь результатами, достигнутыми Ленардомъ, случайно открылъ, что лучи, выходящіе изъ Круксовой трубки черезъ самое стекло, могутъ сфотографировать кости въ живой рукѣ, монеты въ кошелекѣ и другіе невидимые предметы. Нѣкоторыя тѣла, какъ мясо, бумага, дерево, тонкіе листы металловъ и

др. болѣе или менѣе прозрачны, а другія, какъ кости, уголь, кварць, толстыя металлическія пластинки—болѣе или менѣе непроницаемы для лучей. Человѣческая рука, напримѣръ, состоящая изъ мяса и костей, позволяетъ лучамъ проходить свободно сквозь мясо, но не черезъ кости. Поэтому, если ее поставить между лучами и фотографической пластинкой, то скелетъ руки будетъ сфотографированъ на пластинкѣ. Обыкновенный карандашъ, святой такимъ образомъ, даетъ въ отпечаткѣ только графитъ, а бритва съ роговой ручкой—только одинъ клинокъ.

Рѣнтгенъ употребляетъ для полученія лучей изъ баллона Крукса индукціонную спираль, изолированную масломъ. Скитонъ въ Англии съ успѣхомъ пользуется токомъ, получаемымъ изъ аппарата, сходнаго съ аппаратомъ Тесла и изображеннаго на рис. 98; это индукціонная катушка, изолированная масломъ и возбуждаемая непрерывнымъ разряженіемъ двѣнадцати лейденскихъ банокъ вмѣстимостью въ полъ-галлона *) каждая, заряженныхъ переменнымъ токомъ при разности потенциаловъ въ 20,000 вольтъ, пропзведеннымъ обыкновенной большой индукціонной катушкой.

Баллонъ съ весьма сильно разряженнымъ внутри пространствомъ, соединенный съ концами катушки, какъ показано на рис. 99, свѣтился розовымъ сіяніемъ, которое струилось отъ отрицатель-

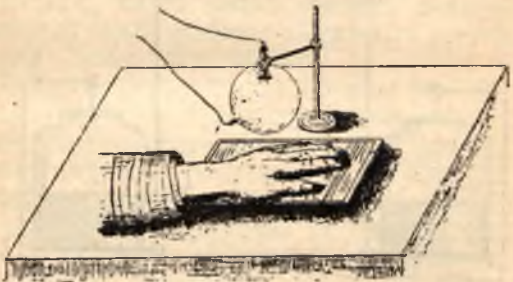
*) Галлонъ—англійская мѣра емкости, равная 4541 куб. сант. или приблизительно $\frac{1}{6}$ куб. фута.



- A, A*—концы вторичной индукционной катушки Румкорфа, обмотки которой изолированы маслом.
B—первичная ее обмотка (10 оборотовъ).
C—вторичная ее обмотка (500 оборотовъ).
L, L—12 лейденскихъ банокъ, по 6-ти съ каждой стороны.
R—первичная индукционная катушка Румкорфа.

наго къ положительному полюсу, то есть отъ катода къ аноду, а стекло свѣтилось голубоватымъ фосфоресцирующимъ и зеленоватымъ флуоресцирующимъ свѣтомъ. Непосредственно подь баллономъ кладутъ руку на фотографическую кассету, содержащую чувствительную бромистую пластинку. Достаточно экспозиціи отъ 5 до 10 минутъ, для

Рис. 99.



того чтобы получился хорошій снимокъ костька руки, изображенный на заглавномъ рисункѣ.

Кости на фотографическомъ снимкѣ не представляются въ видѣ плоскихъ тѣней, а округлены какъ реальные тѣла, какъ будто лучи проходятъ сквозь ихъ вещество. Согласно Рентгену, эти X лучи, какъ онъ ихъ назвалъ, не чисто катодные лучи, отчасти потому, что они не отклоняются магнитомъ, а катодные лучи преобразованные стекломъ трубки; вѣроятно, они и не ультра-фіолетовые

лучи, потому что они не преломляются въ водѣ и не отражаются отъ гладкихъ поверхностей. Онѣ полагаютъ, что это недостающіе «продольные» лучи свѣта, на существованіи которыхъ настаиваетъ лордъ Кельвинъ и другіе, — то есть волны, въ которыхъ эфиръ колеблется взадъ и впередъ по направленію луча, какъ въ звуковыхъ колебаніяхъ, а не перпендикулярно этому направленію, какъ въ обыкновенныхъ свѣтовыхъ волнахъ.

Какъ бы то ни было, Рѣнтгеновскіе лучи новое поле для изслѣдованій и изобрѣтеній. Удостоверено, что непосредственный источникъ лучей есть флуоресценція и фосфоресценція стекла и они болѣе дѣятельны, когда флуоресценція зеленовато-желтаго цвѣта. Нѣкоторыя соли, напр. сѣрнокислый цинкъ и кальцій, двойная соль спнеродистаго барія и платины, двойная сѣрнокислая соль урана и калия болѣе активны чѣмъ стекло и неускаютъ лучи послѣ выставленія также и на обыкновенный свѣтъ, даже и въ темнотѣ. Сальвіони изъ Перуджіи изобрѣлъ «кригоскопъ», съ помощью котораго можно видѣть скрытый предметъ безъ посредства фотографіи, если направить лучи на пластинку, покрытую слоемъ одного изъ этихъ свѣтлящихся веществъ. Новая метода уже примѣняется врачами для изслѣдованія искривленій и страданій въ костяхъ, или внутреннихъ органахъ, для локализациіи и извлеченія пуль, иглокъ и другихъ постороннихъ предметовъ изъ тѣла. Нѣтъ сомнѣнія, что это изобрѣтеніе окажется очень полезнымъ въ госпиталяхъ, особенно въ военное время, и если раз-

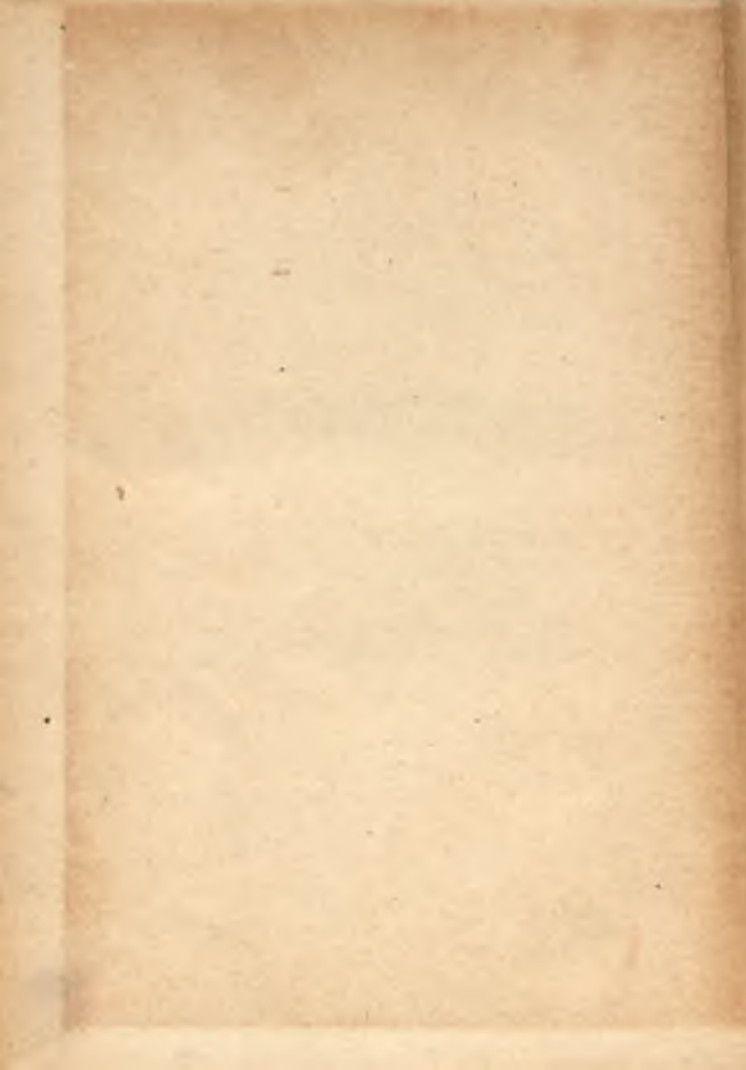
мѣръ аппарата будетъ уменьшенъ, то войдетъ въ употребленіе у простыхъ практикующихъ врачей. Имъ пользовались также для фотографированія скелета муміи и для распознаванія фальшивыхъ камней отъ настоящихъ. Пока еще нельзя предвидѣть все значеніе этого открытія въ будущемъ; новыя и новыя примѣненія будутъ возникать одно за другимъ съ теченіемъ времени.

#18132.



О Г Л А В Л Е Н І Е.

	стр.
Глава I. Электричество тренія	1
» II. Электрическій токъ	23
» III. Термоэлектричество	41
» IV. Электромагнетизмъ	46
» V. Электролизъ	81
» VI. Телеграфъ и телефонъ	90
» VII. Электричество, какъ источникъ свѣта и тепла	123
» VIII. Электрическая сила	138
» IX. Различныя примѣненія электричества	158





Biblioteka im. Hieronima
Łopacińskiego w Lublinie

1 324 016



1 000073246