

ОСНОВНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА.

Н. А. РУБАКИНЪ.

# ВѢЧНОЕ ДВИЖЕНІЕ

Разсказъ о проявленіи энергіи.

Съ рисунками

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ.



BOOK STORE  
M. BORISOFF & E. PEROFF  
HARBIN

ИЗДАНИЕ МЕЖДУНАРОДНАГО КОМИТЕТА ХРИСТИАНСКИХЪ  
СОЮЗОВЪ МОЛОДЫХЪ ЛЮДЕЙ СЪВЕРНОЙ АМЕРИКИ.  
347, MADISON AVE. NEW-YORK.

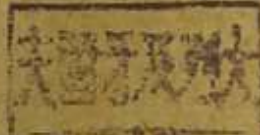
## Замѣченныя опечатки и поправки.

Стр.	Строка:	Написано:	Слѣдуетъ читать:
4	15 снизу	чертають	чертятъ
32	14 снизу	дфопаніе	дрожаніе
39	3 снизу	Его рисунокъ смотри на страницѣ	Эту фразу выброситъ
40	12 снизу	Выбросить 5 строкъ. Отъ словъ «Это смотря по массѣ м лота..... до «скорость паденія можно измѣрить. Замѣнить такъ. Это смотря по количеству вещества въ м лоткѣ и по скорости его паденія на наковальню, какъ о этомъ было уже сказано. А ихъ величины можно узнать точно: вѣдъ количество вещества въ молоткѣ можно у нать по вѣсу молотка, а его можно свѣшать на вѣсахъ, скорость паденія можно измѣрить.	
41	12 снизу	живой	это слово выбросить
54	6 сверху	тѣ	молекулу [шеп
56	15 снизу	ворочающій колеса	напирающій на пор
61	17 сверху	паровозѣ	паровомъ котлѣ
61	18 сверху	его колеса	колеса паровоза
67	14 сверху	цѣпанкомъ а	цѣликомъ. Видна
74	6 сверху	такимъ	не такимъ
95	8 снизу	особагоп рибора	особаго прибора
96	14 снизу	на рисунокѣ	на рисунокѣ (стр. 98)
97	5 снизу	на рисунокѣ	на рисунокѣ (стр. 98)
97	4 снизу	на рисунокѣ	на томъ же рисунокѣ
98	6 сверху	соединены	соединены
102	15 снизу	и	N
103	14 снизу	И	N
105	5 снизу	Внутри	внутри
107	15 сверху	показано	показано (стр. 108)
108	4 снизу	двигательну силую	двигательную силу
108	Въ концѣ страицы добавить слѣдующую фразу. Маши которая даетъ двигательную силу при помощи электри ства, называется электродвигателемъ.		
110	13 сверху	кольцо этой машины, кольцо съ катушками	якорь этой машины т. е. кольцо.
110	14 сверху	электромагнита	электромагнита (см стр. 107)
110	18 снизу	Выбросить 4 строки. Отъ словъ «Динамо-шина..... до ея токомъ.	
Замѣнить эту фразу такъ. Динамо-машина устроена такъ: благодаря своему электр магниту и его магнитному полю, да благодаря кругови щенію якоря въ этомъ магнитномъ полѣ, машина эта дае электрической токъ. А этотъ самый электромагнитъ дѣл ется изъ мягкаго желѣза и намагничивается этимъ самы ея токомъ.			
111	3 сверху	какъ на рис. показано	выбросить [11
113	9 снизу	на рисунокѣ показано	на рис. показано (с
114	13 сверху	буквъ А	буквъ g.
115	12 снизу	на страницѣ?	на страницѣ 96. [9
116	6 сверху	слектроскопомъ	электроскопомъ (ст
116	11 сверху	проскакиваніе	перескакиваніе

ОСНОВНАЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

22.3  
P82

Н. А. РУБАКИНЪ



ГАВРИИЛЪ СЕРГѢЕВИЧ  
ТРЕТЬЯКОВ

# ВѢЧНОЕ ДВИЖЕНІЕ

Разсказъ о проявленіи энергіи

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ.



ИЗДАНИЕ МЕЖДУНАРОДНАГО КОМИТЕТА ХРИСТИАНСКИХЪ  
СОЮЗОВЪ МОЛОДЫХЪ ЛЮДЕЙ СЪВЕРНОЙ АМЕРИКИ  
347, MADISON AVE. NEW-YORK,

80080

ГУМАНИТАРНЫЙ  
ЦЕНТР

## ОТЪ АВТОРА ТОЙ КНИГИ.

Эта книжка написана для всѣхъ тѣхъ, кому еще неизвѣстны главнѣйшія, основныя тайны Вселенной — тайны ея устройства, ея жизни.

Вотъ о чемъ долженъ знать каждый человѣкъ.

1. Изъ какого вещества и какъ построилась Вселенная? 2. Какъ Вселенная живетъ и дѣйствуетъ? 3. Что такое небо и небесныя свѣтила? 4. Какъ все это появилось, произошло?

Этимъ четыремъ великимъ и труднымъ вопросамъ посвящены четыре книжки, онѣ называются такъ:

1. Вещество и его тайны. 2. Вѣчное движеніе. 3. Что есть на небѣ. 4. Начало всѣхъ началъ.

Во всѣхъ этихъ книжкахъ идетъ рѣчь только о томъ, что и какимъ способомъ узнано и что еще не узнано наукой, то есть точнымъ и достовѣрнымъ знаніемъ.

Обо всемъ этомъ рассказано въ этихъ книжкахъ такъ, чтобы все это могло сдѣлаться и извѣстнымъ, и понятнымъ всякому читателю, даже такому, которому не пришлось учиться ни въ какой школѣ.

При чтеніи этихъ книжекъ не слѣдуетъ забывать вотъ чего: знаніе точное и достовѣрное, представляетъ изъ себя страшную силу. А оно потому и сила, что ведетъ къ познанію наиболѣе полной истины, какая только доступна людямъ о Вселенной.

Но для того, чтобы жить на свѣтѣ, и возможно лучше и правильнѣе жить, еще не достаточно одного только знанія, хотя бы самаго точнаго, достовѣрнаго. И даже знанія всѣхъ наукъ, вмѣстѣ взятыхъ. И вотъ почему: точное и достовѣрное знаніе, наука, раскрываетъ намъ только то, что есть, — что существуетъ. Но она вовсе не указываетъ ни цѣли, ни смысла человѣческой жизни, ни ея путей, — самыхъ высокихъ и добрыхъ. Такъ, на примѣръ, вовсе не наука научаетъ любви человѣка къ человѣку, замѣняя ненависть доброжелательствомъ. И вовсе не наука ведетъ къ оцѣнкѣ добра и зла, правды и неправды, справедливости и несправедливости, красоты и безобразія и вообще къ оцѣнкѣ всей жизни, какъ личной, такъ общественной. Самую правильную, добрую, глубокую и свѣтлую оцѣнку надо искать въ другомъ мѣстѣ.

Но гдѣ именно?

Главная суть жизни — въ безграничномъ доброжелательствѣ всякаго человѣка ко всякому человѣку. Независимо отъ его рода и племени, словія и класса, убѣжденій и вѣрованій и исповѣданій.

Объ этомъ идетъ рѣчь особо, — въ книжкѣ «Великія слова жизни».

Авторъ этихъ всѣхъ книжекъ желаетъ, чтобы всѣ онѣ служили добру, а не злу, увеличивая счастье человѣческое, а не страданія.

Въ научномъ отношеніи книжки его проредактированы и просмотрѣны №№ 1, 2, 4, — М. А. Чернявскимъ, бывшимъ ассистентомъ при кафедрѣ физики Женевскаго Университета, № 3, — П. П. Бирюковымъ, изъ морской академіи и бывшимъ физикомъ главной физической обсерваторіи въ Петербургѣ.

Вторыя изданія были просмотрѣны инженеромъ С. П. Кайдановскимъ.

Н. А. РУБАКИНЪ.

Clarens (Suisse) maison Lambert.

(Постоянный адресъ.)

ВЪ  
ОТОНОВО

## ГЛАВА I.

# Машины работаютъ.

### Во дворецъ машинъ.

Вотъ что рассказываетъ одинъ путешественникъ, который побывалъ на Всемирной выставкѣ въ Парижѣ въ 1900 году.

„ Я видѣлъ дворецъ машинъ. Я видѣлъ это огромное красивое зданіе, длиною больше, чѣмъ въ полверсты. Я цѣлыхъ два мѣсяца каждый день ходилъ туда и оставался тамъ съ утра до вечера. Я забывалъ о ѣдѣ и о питьѣ. Мнѣ не хотѣлось уходить оттуда, не смотря на все мое утомленіе. И чѣмъ больше я присматривался къ тому, что тамъ есть, тѣмъ больше хотѣлось мнѣ все разсмотрѣть, все понять...

„ Во дворецъ машинъ были только машины. Туда онѣ были привезены изъ разныхъ странъ, изъ всѣхъ государствъ, иной разъ за многія тысячи верстъ, изъ-за океана, — изъ Америки, изъ Австраліи, изъ Японіи, даже изъ Китая. Но больше всего было машинъ французскихъ, англійскихъ и бельгійскихъ, а также и нѣмецкихъ. Изъ Россіи было совсѣмъ мало.“

„ Все огромное зданіе было полно разными машинами, и всѣ онѣ работали. Вертѣлись колеса, лязгали ремни, отъ ихъ стука и грохота дрожалъ воздухъ. И какихъ машинъ тамъ не было! Я видѣлъ огромные паровозы, — они походили на какихъ-то желѣзныхъ великановъ съ широкой грудью. Видѣлъ я всякаго рода паровыя машины.

Среди нихъ были и большія, и малыя. Но и малыя давали очень большую силу сравнительно со своей величиной. Машины пыхтели, свистѣли, словно на какомъ-то заводѣ. Колеса вертѣлись, сверкая и звеня. Иная машина удивляла своей сложностью. Она походила на настоящую гору рычаговъ, зубчатыхъ колесъ, винтиковъ и винтовъ. Рычаги дѣйствовали словно чьи-то желѣзныя лапы. Зубчатые колеса дружно работали, цѣпляясь другъ о дружку. И каждый винтикъ былъ на своемъ мѣстѣ, и каждый былъ необходимъ и помогать работѣ всей машины. Было очень занятно присматриваться къ такой дружной работѣ. Я невольно удивлялся, какъ и кто могъ все это придумать и устроить, и все наладить такъ ловко и стройно... “

„Около многихъ машинъ вовсе не было машинистовъ, — людей. Машины работали однѣ, сами, безъ человѣческаго руководства. И дѣлали какъ разъ то самое, что нужно.“

„Я видѣлъ машины, которыя ткуть, прядутъ, скоблятъ, строгаютъ, шлифуютъ, пилятъ и рубятъ, и не только дерево, но и желѣзо, и камень. Я видѣлъ машины, которыя шьютъ одежду и сапоги, вяжутъ чулки, пишутъ, чертаютъ, печатаютъ, раскрашиваютъ, свѣтятъ, грѣютъ, перетаскиваютъ на себѣ огромныя тяжести, возятъ людей съ удивительной быстротой и силою и по водѣ, и по землѣ, и по воздуху. Я видѣлъ машины, которыя измѣряютъ пространство и время. Я слышалъ машины, которыя говорятъ, играютъ. А тутъ, не далеко отъ нихъ, машины мѣсятъ, пекутъ хлѣба, готовятъ пирожныя, разныя кушанья, питья. А вотъ машина-буравъ, съ помощью котораго можно добывать воду въ безводной пустынѣ съ большой глубины... Дѣйствительно, я былъ во дворцѣ машинъ, — въ какомъ-то особомъ царствѣ, которое только машинами и населено... “

Такъ рассказываетъ путешественникъ. Но вѣдь такія самыя машины существуютъ не только на выставкѣ. Онѣ разсѣяны и по лицу земли. Онѣ имѣются у разныхъ

народовъ, во многихъ странахъ. Правда, встрѣчаются онѣ иной разъ еще не очень-то часто, потому что дорого стоятъ. Но это только теперь : съ каждымъ годомъ по свѣту распространяется все больше и больше машинъ; приготовляются онѣ уже не въ одиночку, а гуртомъ, и поэтому дѣлаются все дешевле. Кромѣ того, постоянно придумываются все новыя машины, все болѣе и болѣе дешевыя и выгодныя. Выгодныя потому, что всѣ эти машины работаютъ, во первыхъ, вмѣсто человѣка, а во вторыхъ, лучше человѣка, — ровнѣе, быстрѣе, аккуратнѣе, и — неустанно. Сколько же ихъ придумано? Объ этомъ написано множество книгъ, и вкратцѣ обо всѣхъ машинахъ не расскажешь. А сколько всѣхъ машинъ существуетъ на свѣтѣ? Ихъ и не сосчитаешь. Однѣхъ паровыхъ машинъ было насчитано во всѣхъ странахъ, еще 30 лѣтъ тому назадъ, въ 1888 году, много милліоновъ. Сколькихъ же работниковъ замѣнили однѣ только паровыя машины? По меньшей мѣрѣ шестьсотъ милліоновъ работниковъ. Это выходитъ такъ, словно бы на землѣ было, благодаря этимъ машинамъ, на 600 милліоновъ человѣкъ работниковъ больше, чѣмъ сколько теперь. А за каждые 10 лѣтъ это огромное число машинъ удваивается, потому что придумываются, строятся, появляются все новыя и новыя машины. Такая громадная сила въ настоящее время работаетъ на людей и по человѣческой волѣ! Но вѣдь кромѣ машинъ паровыхъ работаетъ и великое множество всякихъ другихъ. — Машины повсюду. Одну машинку многіе изъ насъ носятъ, даже у себя постоянно въ карманѣ, да еще какую необходимую машинку, — часы. И мы всѣ теперь такъ привыкли къ машинамъ, что и забываемъ иной разъ о томъ, что ихъ когда-то и вовсе не было. А жить безъ машинъ мы уже во всякомъ случаѣ не можемъ. Сломайся-ка всѣ машины на всемъ свѣтѣ сразу, тогда бы всѣ люди быстро сдѣлались вродѣ какъ дикарями. И правда, вся наша жизнь не могла бы такъ идти, какъ теперь, безъ желѣзныхъ дорогъ, безъ фабрикъ, безъ

заводовъ, безъ телеграфовъ и телефоновъ, безъ часовъ и безъ всякихъ другихъ машинъ. Машины не только работаютъ, — онѣ облегчаютъ многимъ людямъ жизнь.

### Машины сотрудничаютъ съ машинами.

Но особенно достойно вниманія вотъ что: машины помогаютъ машинамъ, машины необходимы машинамъ. Онѣ существуютъ на свѣтѣ не каждая сама по себѣ, а какъ бы все вмѣстѣ. Однѣ машины нужны другимъ. Безъ однѣхъ не можетъ быть другихъ.

И правда, — вотъ, на примѣръ, стоитъ на столѣ швейная машинка. Почему она существуетъ на свѣтѣ? Почему кто-то смогъ придумать и сдѣлать ее? Да потому, что до этого уже были на свѣтѣ разныя другія машины, — такія, которыя могли приготовить все ея колеса, винтики и винты изъ чугуна, желѣза и стали. А уже до этого времени должны были существовать еще другія машины, которыя обрабатываютъ желѣзо и сталь. Но вѣдь прежде чѣмъ ихъ обработать, нужно сначала добыть руду, изъ которой получаютъ желѣзо и сталь. А для этого нужны опять таки машины, прокладывающія глубокіе ходы внутри земли. Кроме того, нужны и разные инструменты для всехъ такихъ работъ. Нужны машины и для приготовленія этихъ инструментовъ. Нужны машины для обработки земли, которая всехъ работниковъ кормитъ. Нужны всякія другія машины, много, много разныхъ. Такимъ способомъ и выходитъ, дѣйствительно, что появленію какой либо одной машины всегда способствовали многія другія. Такъ идетъ жизнь въ царствѣ машинъ.

Стоитъ зайти на какой нибудь большой заводъ и большую фабрику и посмотреть, какъ работаютъ тамъ машины. Всякая большая фабрика разбита, обыкновенно, на отдѣленія. Въ разныхъ отдѣленіяхъ разныя машины. Одно отдѣленіе подготавливаетъ работу другому отдѣленію. Остановись одно, — должны остановиться и другія, ко-



торыя за нимъ слѣдуютъ. Вотъ, напримѣръ, стоитъ огромная мануфактурная фабрика. Въ одномъ ея отдѣленіи особая машина приготовляетъ пряжу; въ другомъ отдѣленіи другія машины крутятъ изъ пряжи нитки; въ третьемъ—изъ этихъ нитокъ особія машины ткуть разныя ткани, въ четвертомъ—тоже особія машины ровняютъ и гладятъ ихъ, въ пятомъ—раскрашиваютъ, въ шестомъ—сушатъ, въ седьмомъ—крахмалятъ, въ восьмомъ—гладятъ, въ девятомъ—складываютъ, завертываютъ, затѣмъ везутъ на продажу... Машины помогаютъ машинамъ. Одна общая работа, — производство тканей, распределена между множествомъ разныхъ машинъ.

А вотъ громадная бумагодѣлательная фабрика. И здѣсь то же самое. Вотъ стоятъ въ одномъ изъ ея отдѣленій особія машины, которыя скоблятъ дерево, дѣлаютъ изъ полѣнъ мелкую труху, и изъ нея приготовляютъ сырой матеріалъ для бумаги. Въ другомъ отдѣленіи другія машины рѣжутъ солому, или крошатъ тряпку, въ третьемъ идетъ обработка этихъ сырыхъ матеріаловъ тоже при помощи особыхъ машинъ. Въ особыхъ отдѣленіяхъ эти матеріалы обрабатываются по разному, гдѣ какъ. Особая машина рѣжетъ ихъ, особые жернова перетираютъ, особые валы съ ножами рубятъ и крошатъ, и промываютъ, на особыхъ машинахъ готовый матеріалъ превращается въ длинныя и широкія ленты бумаги. Особія машины сушатъ, и гладятъ, и проклеиваютъ ихъ. Особія машины рѣжутъ эти ленты на маленькіе листы, загибаютъ, запаковываютъ. И здѣсь машина помогаетъ машинѣ. И каждая дѣйствуетъ правильно и быстро, ловко и точно, — лучше, чѣмъ самый опытный мастеръ изъ мастеровъ.

И такъ на всѣхъ большихъ фабрикахъ и заводахъ.

Но еще чаще бываетъ и такъ: фабрика работаетъ на фабрику, заводъ на заводъ. Машины однихъ заводовъ и фабрикъ готовятъ то, что нужно для другихъ. И эта подготовка происходитъ въ разныхъ мѣстахъ, и даже въ разныхъ странахъ: машины одной страны готовятъ нужный матеріалъ для машинъ другихъ странъ.

## Удивительныя превращенія.

Но вотъ о чемъ стоитъ особенно подумать: машина машинъ доставляетъ не только матеріаль, а и силу. И правда, машина вертитъ машину. Иногда бываетъ и такъ: одна какая нибудь большая машина приводитъ въ дѣйствіе тысячи разныхъ станковъ и приборовъ, то есть маленькихъ машинокъ. И вотъ, всѣ эти станки и приборы эту силу перерабатываютъ, передѣлываютъ. Каждая машинка исполняетъ это на свой ладъ и дѣлаетъ свою работу, смотря по своему устройству: иная машина шьетъ, иная куетъ желѣзо, иная свѣтитъ, иная грѣетъ, иная возитъ тяжести. Иначе говоря, есть машины, которыя даютъ силу, а есть машины, которыя передѣлываютъ ее. Вотъ, на примѣръ, какое устройство существуетъ въ сѣверной Америкѣ, близъ Ніагарскаго водопада.

Этотъ водопадъ—одинъ изъ самыхъ большихъ на всемъ свѣтѣ. Находится онъ на рѣкѣ Ніагарѣ. Рѣка эта соединяетъ два большихъ озера. Одно называется Эри и лежитъ выше, а другое называется Онтарио и лежитъ ниже. Верстъ за двѣнадцать отъ этого озера ложе рѣки Ніагары сразу обрывается. Тутъ вода падаетъ въ пропасть съ высоты въ 25 сажень. Это примѣрно почти такая же высота, какъ поль-колокольни Ивана Великаго въ Москвѣ. Ніагара — рѣка довольно многоводная, а при такой большой высотѣ сила паденія у воды очень большая. Но какимъ же способомъ эту силу использовать? Искусные инженеры придумали, какъ это сдѣлать. Выше водопада они рѣшили выкопать большіе колодцы, глубиной сажени въ 25, одинъ на правомъ, другой на лѣвомъ берегу рѣки. Къ этимъ колодцамъ они провели канавы отъ рѣки Ніагары. Канава начинается за двѣ съ половиной версты выше водопада, и глубиной сажени двѣ, а длина ея—безъ малаго поль-версты. Изъ колодца идетъ широкій подземный ходъ длиною версты въ двѣ, и сажени двѣ въ ширину, да сажени три въ высоту. По этому ходу вода течетъ

изъ колодца обратно въ рѣку Ніагару и впадаетъ туда на этотъ разъ ниже водопада. Проходя черезъ колодець, вода и дѣлаетъ ту работу, которая нужна людямъ. И вотъ какимъ способомъ. Колодець имѣетъ сажень 20 въ длину, да сажень 25 въ глубину. Вода падаетъ въ колодець съ такой же высоты, какъ и водопадъ. Въ колодець поставлено 10 огромныхъ стальныхъ трубъ, каждая по сажени въ поперечникъ. По этимъ трубамъ вода бѣжитъ внизъ къ особымъ колесамъ, крѣпкимъ, — изъ стали и желѣза. Эти колеса такъ устроены, что вода, падающая въ колодець, сильно и быстро вертитъ ихъ. Поставлено было въ колодець всего лишь 8 такихъ колесъ. Каждое колесо, вертясь, даетъ огромную работу и можетъ замѣнить работу многихъ тысячъ лошадей. Работа всѣхъ восьми колесъ — тоже, что работа 250 тысячъ лошадей! Но падающая вода Ніагары могла бы совершать работу еще того больше. Вѣдь къ колодцу идетъ лишь самая небольшая часть рѣчной воды и тамъ дѣлаетъ свое дѣло. Вся же остальная вода рѣки по прежнему низвергается водопадомъ и пропадаетъ безъ пользы. Но и при помощи двухъ колодцевъ все же извлекается огромная польза отъ падающей воды. Водяныя колеса вертятъ особыя электрическія машины. При помощи этихъ машинъ получается электричество. Для него идутъ отъ машинъ особыя проволоки, и по нимъ электричество течетъ въ разныя стороны, во всѣ сосѣдніе города, на разныя заводы и фабрики. А тамъ электричество дѣлаетъ всевозможныя дѣла. Оно вертитъ всякіе станки и машины, и колеса вагоновъ, и освѣщаетъ, и грѣетъ. Недалеко отъ Ніагарскаго водопада есть большой заводъ, гдѣ при помощи электричества добывается изъ глины металлъ алюминій. На другомъ заводѣ, тоже при помощи электричества, добывается изъ известки особый металлъ кальцій. А тутъ же, по близости, есть еще заводы, приготавливающіе такимъ самымъ способомъ разныя щелочи и соли. Есть заводы, которые электричествомъ отаплиются. Для этого придуманы тоже особые приборы и машины.

Электричество, проходя черезъ нихъ, нагрѣваетъ особья грѣлки до бѣла и до красна. Все возможные машины, приборы и станки пускаются въ ходъ при помощи электричества. И выходитъ въ концѣ концовъ такъ, что падающая вода рѣки Ниагары работаетъ на всю округу. Она и свѣтитъ, и грѣетъ, и передвигаетъ тяжелые вагоны желѣзной дороги, и возитъ на нихъ большія тяжести, и вѣрочаетъ колеса всякихъ машинъ, станковъ и приборовъ. И такъ не переставая, и постоянно исполняетъ огромную работу. Чтобы вѣрочать все эти машины съ такой же силой и скоростью, нужна была бы, по меньшей мѣрѣ, сила двухсотъ пятидесяти тысячъ лошадей.

### Откуда берется сила ?

Но откуда же берется эта сила ? Изъ рѣки Ниагары. Но почему же эта самая рѣка имѣетъ ее ? Потому что ея вода *падаетъ съ высоты*. Если бы вода не падала съ высоты 25 сажень въ колодець, такъ не могла бы она вѣртѣть огромныя тяжелыя колеса, а, значить, и все машины : не будь паденія съ высоты, вода не могла бы и работать. Но откуда же взялась у рѣки эта способность работать ? Это произошло оттого, что *вся рѣка течетъ по высокому мѣсту*, изъ озера Эри, а это озеро тоже находится на высотѣ. Вся вода озера и рѣки падаетъ съ высоты.

Но что же подняло туда воду и сообщило ей такимъ способомъ такую работоспособность ? Можно понять и это. И правда, вѣдь вода стекается въ озеро Эри изъ разныхъ сосѣднихъ рѣкъ и ручьевъ. А тѣ находятся еще выше, чѣмъ озеро Эри. Безъ этого вода не стекала бы туда. Рѣки же и ручьи эти питаются снѣгами и дождями, которые идутъ въ той странѣ. А снѣга и дожди падаютъ на землю съ облаковъ, — значить, еще съ большей высоты. Вся ихъ вода — оттуда ; значить, и вода въ озерѣ Эри и въ рѣкѣ Ниагарѣ — оттуда тоже. Что же подняло воду въ

видѣ облаковъ, то есть, въ видѣ водяного пара высоко къ небу?

Разумѣется, солнце, солнечная теплота. Отъ солнечной теплоты земля сохнетъ, а влага подымается высоко вверхъ въ видѣ водяного пара, тумана и облаковъ. Подымается паръ и съ воды, — съ океановъ, морей, озеръ и рѣкъ, — отовсюду, гдѣ есть вода. На это дѣло и затрачивается теплота. Затѣмъ вѣтеръ разноситъ, разгоняетъ облака повсюду. Вода падаетъ съ высоты облаковъ на землю. Не будь солнца, не было бы ни облаковъ, ни дождей, ни ручьевъ, ни рѣкъ, ни Ниагарскаго водопада. Значитъ, вотъ откуда идетъ его сила: отъ солнца. Поэтому выходитъ такъ: вотъ, на примѣръ, городъ Буфало освѣщается электричествомъ! Каковъ же его источникъ? Солнце. Вотъ электрическіе трамваи везутъ по улицамъ этого города цѣлыя толпы людей. Чья же именно сила совершаетъ эту работу? Опять таки сила солнца. Всюду его сила, всюду она. Солнце — настоящій источникъ этой силы, а значитъ, и всей работы, какую дѣлаетъ Ниагарскій водопадъ. Ниагара работаетъ, — это значитъ, солнце работаетъ. А когда солнце работаетъ, — это значитъ, — и вся природа на землѣ работаетъ, — и рѣки, и ручьи, и облака, и капельки дождевыя....

**Природа обладаетъ работоспособностью, иначе говоря, энергіей. Что такое энергія?**

Ну, а машины? Онѣ работаютъ тоже только потому, что солнце посылаетъ на землю свою теплоту. Перестань солнце работать такимъ способомъ, — не будетъ ни облаковъ, ни дождей, ни рѣкъ, ни ручьевъ: вся вода стечетъ къ морю, да тамъ и останется. Не будетъ тогда и Ниагарскаго водопада. Не будутъ дѣйствовать тогда и водяныя колеса въ его колодцахъ. Не будетъ солнца, — не будетъ ни деревьевъ, ни лѣсовъ, потому что и они безъ солнечныхъ лучей не могутъ существовать. А не будетъ деревьевъ и лѣсовъ,

— не будетъ и угля. Каменный уголь — тоже уголь, обуглившіеся остатки когда-то жившихъ растений. Значить, и этотъ уголь появился благодаря солнцу. А безъ угля не могутъ дѣйствовать и паровыя машины. Значить, если онѣ работаютъ, — это то же, что работаетъ солнце. Ихъ сила — это его сила. Не будетъ его, — не будетъ и ихъ.

И вотъ о чемъ особенно стоитъ подумать: вѣдь въ природѣ выходитъ вродѣ какъ на большомъ заводѣ или фабрикѣ: одно помогаетъ другому, одно другому служить подготовкой. И правда, — вѣдь фабрики и заводы близъ Ниагарскаго водопада пользуются силой, которую даетъ имъ водопадъ. Ея же работою освѣщаются и нагрѣваются всѣ сосѣдніе города. Сила эта подготовлена падающей водой, а та — рѣкой, а та — озеромъ, а оно — ручьями, рѣками и облаками, а они — солнцемъ. И все это такъ расположилось и такъ дѣйствуетъ, словно какія отдѣленія на огромной фабрикѣ: не будетъ одного, — не будетъ и другого. И для всѣхъ этихъ отдѣленій природы необходима правильность и постоянство въ работѣ. А для такой дѣятельности необходима *работоспособность*.

Поэтому о всей природѣ можно сказать то же, что говорится о машинахъ и о людяхъ. Человѣкъ работаетъ, — тоже работаютъ и машины. Тоже работаетъ и природа. О работѣ всякаго человѣка судятъ по тому, что даетъ эта его работа, и что изъ нея выходитъ. Подобно этому, приходится судить и о работѣ машинъ, да и о работѣ природы. Для всякой работы требуется сила, — есть сила и въ природѣ. Для всякой работы непременно должна быть хоть какая нибудь сила, потому что непременно приходится преодолевать какое нибудь препятствіе, сопротивленіе, — сопротивленіе вещества, которое передѣляется на новый ладъ. Безъ такого преодоленія разныхъ препятствій не обходится и работа машины, — также и самой природы. Вотъ, на примѣръ, люди передвигаютъ большой камень и на это затрачиваютъ свою работу,

устають. Но камень такой же самой величины может перетащить и машина. А иной разь передвигаются очень большіе камни и морскими волнами, то есть самой природой, безъ помощи человѣка. Значить, можно говорить и о машинахъ, и о природѣ что онѣ способны къ работѣ : у нихъ тоже имѣется *энергія*, — она видна въ ихъ работѣ. Энергія — слово греческое и по русски значить „дѣятельность“, „работоспособность“. Вся природа полна ею. Энергія — это и есть жизнь. Гдѣ нѣтъ энергіи, тамъ и жизни нѣтъ. Но есть энергія большая и малая. Вѣдь встрѣчаются илюди и то съ большой, то съ малой энергіей, илюди вовсе не энергичные. Въ разныхъ людяхъ бываетъ то больше, то меньше энергіи. Иначе говоря, — то больше, то меньше работоспособности. Подобно этому, не одинаковы и разныя машины. Работоспособность различна и у нихъ, смотря по ихъ качествамъ и величинѣ. Тоже и работоспособность природы. Напримѣръ, морскія волны иной разь перекатываютъ и большіе камни, а иной разь волны лишь намыываютъ самый мелкій песокъ. Иной разь солнце печетъ немилосердно, и отъ его лучей высыхаютъ цѣлыя озера и рѣки. А иной разь солнце едва лишь свѣтитъ и почти не грѣветъ. Но и свѣтитъ вѣдь можно по разному: то съ большой, то съ малой энергіей, — иначе говоря, сильно или слабо. Значить, выходитъ такъ: и люди, и машины, и сама природа работаютъ, — постоянно работаютъ, а ихъ работа показываетъ, что все существующее обладаетъ энергіей, иной разь большой, иной разь малой.

## ГЛАВА II

# Что такое теплота, и какъ и во что она превращается?

### Какъ добывать теплоту безъ помощи огня?

Но природа работаетъ особенно удивительно. Съ перваго непривычнаго взгляда даже и не замѣтишь самую главную ея работу, потому что она невидима и то и дѣло мѣняетъ свой видъ. Непривычный взглядъ видитъ только самое крупное. А самое крупное не всегда бываетъ самымъ важнымъ. Это можно понять лучше всего изъ разсказа о томъ, какъ была впервые замѣчена самая важная сторона въ работѣ природы.

Было это слишкомъ полтора ста лѣтъ тому назадъ. Жилъ тогда въ Баваріи, на службѣ у баварскаго государя, одинъ англичанинъ, по фамиліи графъ Румфордъ, человекъ очень добрый и ученый. Румфордъ всячески старался чѣмъ-нибудь помогать бѣднымъ, а ихъ въ Баваріи въ тѣ времена было не мало. По улицамъ ходило много нищихъ, а среди нихъ трудно было отличить настоящаго бѣдняка отъ лѣнтяя — тунеядца. Въ тѣ времена мало кто понималъ, что нищихъ дѣлаетъ не лѣнность, а несправедливое устройство государетва и всей жизни. Не понималъ этого и Румфордъ. И вотъ онъ убѣдилъ баварскаго государя совсемъ запретить нищенство на улицахъ, а для безработныхъ нищихъ устроить особые „работные дома“. Всѣхъ, кто не могъ найти себѣ работы, полиція стала забирать и сажать въ работный домъ, а тамъ давали имъ и работу, и хорошую одежду, и сытную здоровую пищу, но при этомъ



заставляли работать насильно, чтобы хоть оплатить этимъ свое содержаніе. Изъ этихъ работныхъ домовъ въ концѣ концовъ ничего хорошаго для бѣдныхъ, разумѣется, не вышло. Нищихъ оказалось очень много. Въ первое же время пришлось посадить въ работные дома больше двухъ съ половиною тысячъ человѣкъ. Но нѣтъ худа безъ добра: забота Румфорда о бѣдныхъ помогла ему сдѣлать очень важное дѣло на пользу науки и открыть одну великую тайну природы.

Вышло это такъ: заботиться о бѣдныхъ выпало на долю самого Румфорда. Денегъ на работные дома казна отпустила очень мало. И Румфордъ долженъ былъ старательно рассчитывать, какимъ бы это способомъ подешевле содержать большое число людей и на самыя малыя деньги давать имъ и ѣду, и одежду, и отопленіе, и освѣщеніе. Но какъ же это сдѣлать? Румфордъ задумалъ хорошенько изучить и ѣду, и одежду, и отопленіе, и освѣщеніе. Прежде всего изучить, изслѣдовать. И вотъ онъ сталъ сначала изучать, какъ бы получше устраивать печи, такъ чтобы меньше тратить въ нихъ угля. Скоро Румфордъ, дѣйствительно, понялъ самую суть выгоднаго отопленія и, дѣйствительно, устроилъ отличныя печи, — такія, которыя угля берутъ мало, а грѣютъ сильно. Затѣмъ Румфордъ принялся изслѣдовать, изучать и освѣщеніе, и придумалъ особую масляную лампу, — керосина тогда еще не знали: эта масляная лампа давала свѣтъ очень хорошій, а масла брала меньше всѣхъ другихъ тогдашнихъ лампъ. Позаботился затѣмъ Румфордъ и насчетъ одежды: онъ сталъ пробовать разныя ткани, — какая изъ нихъ лучше всего удерживаетъ тепло въ человѣческомъ тѣлѣ и мѣшаетъ ему холодѣть. Но дороже всего обходилось отопленіе. Румфордъ придумалъ отапливать дома не углемъ, а водянымъ паромъ. Его стали проводить изъ одного общаго парового котла во всѣ комнаты по трубамъ. При такомъ устройствѣ одинъ и тотъ же паръ сразу нагрѣвалъ много комнатъ, — лучше всякой печки. Румфордъ же придумалъ особый

способъ стряпать кушанья тоже при помощи горячаго пара. Но для такого отопленія нужно было *изучить теплоту*, — иначе говоря, изучить разные выгодные способы ея полученія, да и самые бережливые способы ея расходованія. За это дѣло Румфордъ и принялся.

До того времени знали только одинъ способъ полученія теплоты, — при помощи огня. А нѣтъ ли какихъ нибудь и другихъ способовъ? Румфордъ сталъ всячески искать ихъ.

Однажды пришелъ онъ въ военную пушечную мастерскую. Въ это время въ ней на особомъ станкѣ сверлили пушку. Румфордъ подошелъ къ станку, дотронулся до пушки и вдругъ замѣтилъ, что она очень сильно нагрѣта. Пушка около сверла была совсѣмъ горячая. Мастера сверлильщики никогда и не думали о томъ, да почему же это пушка при сверленіи всегда нагрѣвается, и къ тому же безъ всякаго огня? Румфордъ же надъ этимъ не могъ не задуматься. Въдь онъ все время только о томъ и думалъ, откуда бы добывать теплоту? Тотчасъ же онъ внимательно изслѣдовалъ пушку, изслѣдовалъ и опилки, падавшіе изъ нея, и сверло, которымъ пушку сверлили. И что же оказалось? И пушка, и опилки, и сверло были горячѣе кипящей воды!

### **Теплота есть невидимое внутреннее движеніе частицъ вещества.**

До этого времени думали, что теплота — какая-то особая „жидкость“. Думали, что такая жидкость можетъ переливаться съ мѣста на мѣсто, переходить изъ одного вещества въ другое. Но такъ ли это? Румфордъ рѣшилъ и это изслѣдовать. Онъ внимательно разсмотрѣлъ пушку, опилки и сверло и въ горячемъ, и въ холодномъ видѣ: не теряютъ ли они чего послѣ ухода теплоты изъ нихъ? Не дѣлаются ли они, напримѣръ, послѣ этого легче вѣсомъ? Оказалось послѣ изслѣдованія, что ни пушка, ни сверло.

ни опилки при этомъ рѣшительно ничего не теряютъ: никакой потери въ веществѣ и въ вѣсѣ незамѣтно. А теплота все таки ушла! Значить, теплота-не вещество. Она не имѣетъ вѣса. Что же такое теплота? Но еще непонятнѣе было вотъ что: вѣдь сверлить-то пушку можно сколько угодно, а во время сверленія теплота появляется да появляется откуда-то. И такъ все время, пока идетъ сверленіе. Въ такомъ случаѣ какая-же это жидкость? Если бы теплота была жидкостью, она бы притекала, притекала, да и изсякла- бы въ концѣ концовъ. А тутъ оказывается, что появленіе теплоты зависитъ только отъ сверленія.

Но не изъ воздуха-ли притекаетъ теплота? Румфордъ изслѣдовалъ и это: онъ сталъ сверлить желѣзо подь водой, то есть, безъ доступа воздуха. И что же оказалось? И желѣзо, и сверло, и опилки нагрѣлись при сверленіи даже и подь водой! Кромѣ того, они нагрѣли и самую воду. Поэтому Румфордъ правильно разсудилъ: теплота появляется не изъ воздуха, и не изъ воды.

Но откуда же въ такомъ случаѣ? Румфордъ сталъ искать отвѣта и на такой вопросъ. Сталъ онъ читать книги разныхъ ученыхъ и философовъ, что они-то думали о теплотѣ и ея природѣ? Нашлись такія книги, гдѣ и вправду говорилось о теплотѣ. Одна такая книга была написана еще почти за двѣсти лѣтъ до Румфорда. Написалъ ее знаменитый англійскій мыслитель и ученый Францискъ Бэконъ. Этотъ ученый догадывался, что теплота вовсе не жидкость, а внутреннее движеніе частичекъ вещества, — скрытое движеніе, невидимое для человѣческаго глаза; оно чувствуется лишь на оцупь, какъ теплота. Подобно этому думали о теплотѣ и нѣкоторые другіе ученые. Но одно дѣло - догадаться, и совсѣмъ другое дѣло — доказать правильность своей догадки. До Румфорда никто еще не сумѣлъ доказать, что такое теплота. А Румфордъ спросилъ себя: а можетъ быть, и вправду, что теплота — внутреннее движеніе невидимыхъ частичекъ нагрѣтаго вещества. Надо полагать, что это такъ и есть:

МБУК  
«ГЦ»

ФОНДЪ РЕДКИХЪ КНИГ

вѣдь когда металлъ трется о металлъ, то ихъ частицы задѣваютъ за частицы, а тѣ начинаютъ дрожать, колебаться; а такое ихъ колебаніе люди и чувствуютъ какъ теплоту и называютъ теплотой.

Такова была догадка. Но вѣрна ли она? Это тоже нужно было провѣрить. И вотъ Румфордъ разсудилъ: чтонибудь одно изъ двухъ: теплота — или жидкость, или не жидкость. Коли теплота есть жидкость, тогда при треніи металла о металлъ она хоть появится, но не во всякомъ количествѣ, а лишь до тѣхъ поръ, пока не изсякнетъ вся наличность такой жидкости, скрытая въ этихъ металлахъ. Если же теплота не жидкость, а внутреннее движеніе частицъ, тогда посредствомъ тренія можно получить какое угодно ея количество. Какая же догадка вѣрна, какая нѣтъ? Надо попробовать, то есть, дѣлать опытъ.

И вотъ Румфордъ взялъ большой кусокъ мѣди, отлитый въ формѣ пушки, и съ углубленіемъ на одномъ его концѣ. Въ это углубленіе Румфордъ вставилъ стальной буравъ съ тупымъ концомъ. Буравъ этотъ стали прижимать къ мѣди при помощи тяжести въ 300 пудовъ. И буравъ, и мѣдь помѣстили въ особый ящикъ, а въ него налили воды, такъ, чтобы вода совсѣмъ покрывала ихъ. Затѣмъ стали вертѣть буравъ, и тотъ началъ тереть своимъ тупымъ концомъ мѣдь. И вотъ что вышло: черезъ два съ половиною часа вода закипѣла!

Закипала вода безъ всякаго огня. И кипѣть могла какое угодно долгое время, лишь подбавляй теплоту при помощи бурава, — вплоть до окончательнаго выкипанія. А прибавь послѣ того новой воды въ ящикъ, можно и ее нагрѣть тѣмъ же способомъ въ какомъ угодно количествѣ.

Значить, при помощи тренія можно было добыть сколько угодно теплоты. Значить, теплота вовсе не жидкость, а просто напросто невидимое движеніе частичекъ въ веществѣ мѣди.

Но вѣдь вмѣсто мѣди можно взять и желѣзо, и золото, и дерево, все, что угодно. При треніи всегда появляется теплота. Напримѣръ, можно добыть огонь и такимъ способомъ : тереть кусокъ сухого дерева о кусокъ сухого же дерева, пока оно не загорится. Такимъ способомъ разные дикари, дѣйствительно, добываютъ себѣ огонь.

При треніи всякаго вещества о всякое вещество появляется откуда-то хоть немножко теплоты.

Ну, а если тереть ледъ о ледъ? Появится ли теплота и въ этомъ случаѣ?

Одинъ знаменитый англійскій ученый, Гемфри Дэви, сдѣлалъ такъ: онъ взялъ два куска льда и сталъ тереть ихъ другъ о друга. И вотъ отъ этакого тренія ледъ черезъ нѣкоторое время сталъ таять. И растаялъ. Но отчего же онъ растаялъ? Оттого что появилась откуда-то теплота. Но откуда она могла появиться? Не изъ воздуха ли? Нѣтъ, воздухъ въ это время былъ морозный. А если не изъ воздуха, то не отъ теплоты ли рукъ? Нѣтъ, и это было предусмотрено, чтобы теплота отъ рукъ не доходила до льда. Значить, теплота могла появиться и появилась именно отъ тренія льда объ ледъ. Дэви сдѣлалъ особый приборъ, чтобы убѣдиться въ этомъ. Съ помощью этого особаго прибора кусокъ льда терся о другой кусокъ льда такъ, что никакой человѣкъ къ этому льду и не прикасался. Ледъ былъ плотно покрытъ стекляннымъ колпакомъ, а изъ - подъ него воздухъ былъ выкачанъ. Въ концѣ концовъ ледъ растаялъ цѣликомъ отъ одного тренія ледяного куска о такой же ледяной кусокъ. Значить, теплота вовсе не есть какая-то особая жидкость, а вотъ что такое она : это просто напросто дрожаніе или движеніе маленькихъ невидимыхъ частичекъ нагрѣтаго вещества.

Такъ дрожать могутъ всякія частички всякихъ веществъ, а ихъ дрожаніе можетъ переходить, передаваться отъ частицы къ частицѣ. Вотъ, напримѣръ, поставлена на огонь кастрюлька съ водой. Когда плита нагрѣта, всѣ

невидимыя частички ея вещества дрожать, колеблются и движутся. Этого ихъ дрожанія человѣческой глазъ тоже не можетъ видѣть. Но ихъ дрожаніе — движеніе передается отъ плиты къ кастрюлькѣ, а отъ нея и къ водѣ, къ невидимымъ частичкамъ вещества воды. А намъ на оцупь кажется, что это переходитъ теплота къ кастрюлькѣ и къ водѣ отъ плиты. Значить, вотъ почему теплота кажется невѣсомой. Это потому, что невѣсомо движеніе частицъ. А оно, разумѣется, невѣсомо. Вѣдь движеніе — не вещество, а состояніе вещества. Частицы вещества холоднаго движутся медленнѣе; а частицы вещества нагрѣтаго — быстрѣе; а частицы вещества горячаго — еще того быстрѣе. Въ горячемъ веществѣ невидимыя частицы его какъ бы стремятся разбѣжаться въ разныя стороны другъ отъ друга. Онѣ бы и разбѣжались, но ихъ что-то сдерживаетъ другъ около друга. Что же именно? Взаимное притяженіе. Дѣло въ томъ, что всякая частичка всякаго вещества притягиваетъ всякую другую частичку. Это и мѣшаетъ имъ разбѣгаться. Но теплота вѣдь можетъ приходиться, прибавляться откуда-нибудь и со стороны, — и все больше и больше, — оттуда, гдѣ какое-нибудь вещество нагрѣто сильнѣе, на примѣръ, изъ горячей плиты въ кастрюльку съ водою. А такой переходъ теплоты отъ вещества къ веществу — это значить — переходъ невидимаго движенія. Иначе говоря, частички вещества нагрѣваемаго начинаютъ колебаться и дрожать при этомъ переходѣ все сильнѣе и сильнѣе. А съ такимъ ихъ движеніемъ, болѣе и болѣе сильнымъ, труднѣе имъ и держаться другъ около друга, — вотъ почему при усиленномъ нагрѣваніи взаимное притяженіе частицъ все хуже и хуже справляется съ этимъ.

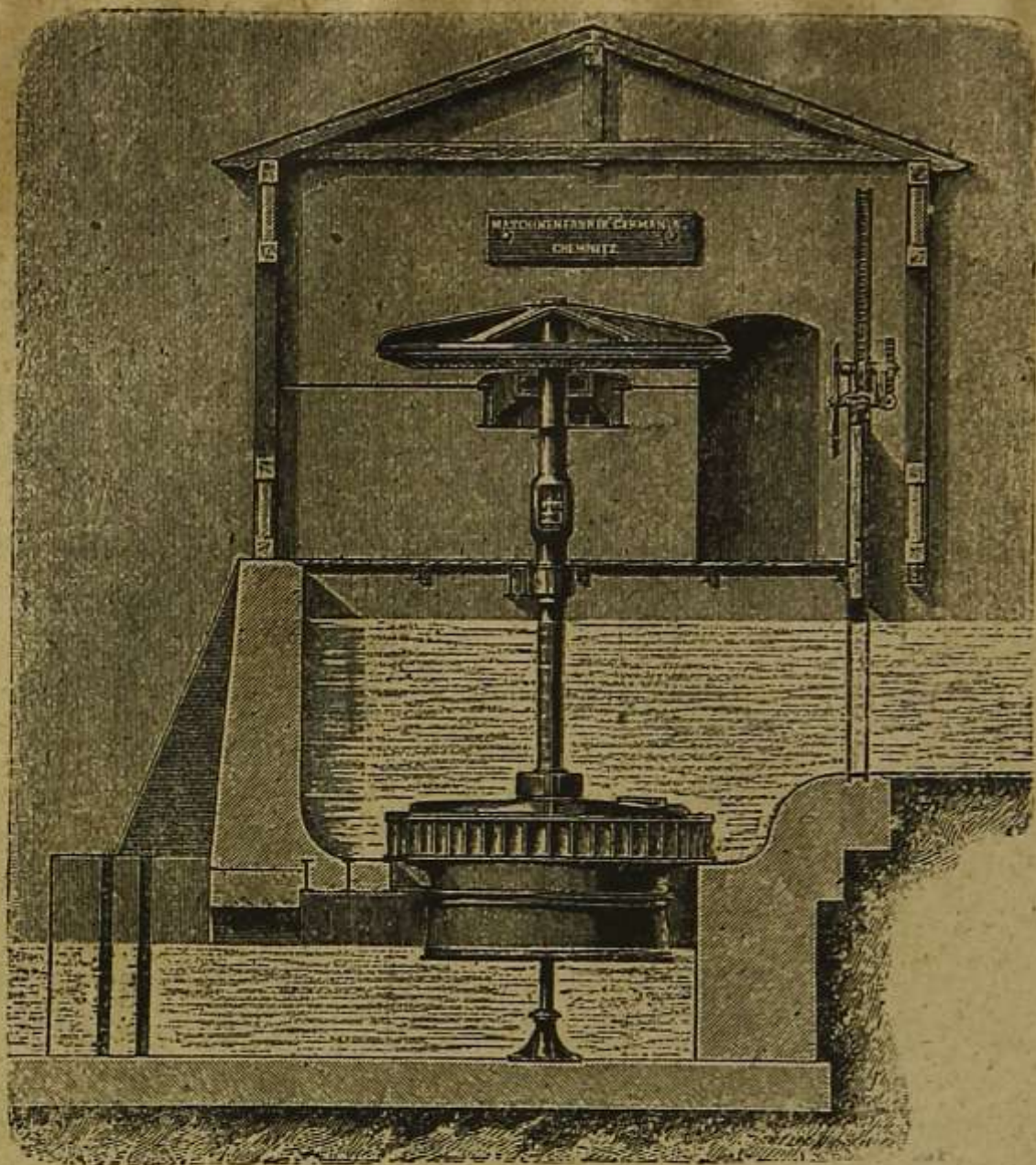
Въ концѣ концовъ, при дальнѣйшемъ нагрѣваніи вправду можетъ случиться такъ: быстро движущіяся частички станутъ разбѣгаться во всѣ стороны.

Тогда изъ жидкости, на примѣръ, изъ воды, станетъ дѣлаться паръ. Иначе говоря, паръ состоитъ изъ быстро

движущихся, разбѣгающихся частичекъ. Этимъ - то онъ и отличается отъ воды жидкой. И правда, паръ постоянно расходится самъ собою во всѣ стороны. Меньше теплоты въ какомъ - нибудь веществѣ -- это значить, меньше, слабѣе въ немъ движеніе частицъ его, — то-есть, слабѣе онъ дрожать, движутся. А больше теплоты въ веществѣ, сильнѣе оно нагрѣто — это значить, больше движенія въ немъ.

Теплота имѣется на землѣ повсюду, — въ иныхъ мѣстахъ, и въ иныхъ веществахъ ея больше, въ иныхъ меньше, а въ иныхъ еще и еще меньше. Теплота имѣется и въ только что замерзшей водѣ : вѣдь въ очень сильные морозы ледъ бываетъ еще холоднѣй, чѣмъ въ не такіе морозные дни, — значить, теплота только что замерзшей воды можетъ еще убавляться. Даже частички льда, — и тѣ все таки постоянно движутся и дрожать, — это и есть ихъ теплота. Даже въ самое холодное время и въ самыхъ холодныхъ странахъ земли — тоже все таки имѣется теплота, потому что надъ землей, въ глубинахъ неба стоитъ холодъ еще посильнѣе, и туда земная теплота можетъ уходить. Она и уходитъ. Такъ, на примѣръ, въ безоблачныя ночи даже въ жаркихъ странахъ бываетъ холодно. Только тамъ и нѣтъ никакой теплоты, гдѣ нѣтъ никакого дрожанія никакихъ частицъ. А гдѣ частицы вещества дрожать и дрожать, — значить, тамъ имѣется на лицо ихъ движеніе. Хоть и невидимое, а все таки движеніе. А гдѣ есть движеніе, — значить, тамъ есть въ природѣ ея энергія. Вѣдь все что движется, можетъ сдѣлать своимъ толчкомъ хоть какую-нибудь работу. Мало ли что движеніе малыхъ частичекъ вещества невидимо для человѣческаго глаза? Все таки и невидимое движеніе способно преодолевать хоть какія-нибудь препятствія и совершать хоть какую-нибудь работу.

Кто желаетъ взглянуть на работу природы и оцѣнить всю ея энергію, тотъ долженъ сдѣлать вотъ что : подумать именно о работѣ молекулъ, атомовъ, электроновъ и



Турбина или лежащее водяное колесо съ лопастями. Оно изображено въ разрѣзѣ. Отъ него идетъ кверху его ось. Когда колесо вертится, то вертитъ и свою ось, а круговращеніе оси приводитъ въ движеніе тѣ колеса, которыя находятся наверху. Движеніе передается отъ колеса къ колесу при помощи зубчатыхъ колесъ. Турбину ворочаетъ вода, которая находится поверху нея. Эта вода давитъ на колесо, на его лопасти. Для прохода воды сквозь колесо имѣются особія отверстія надъ самымъ колесомъ. Проходя въ нихъ, вода толкаетъ лежащее колесо съ лопастями и вертитъ его. При этомъ устройствѣ получается большая сила. При помощи такихъ турбинъ можно использовать всякую рѣчку, всякій водопадъ, а съ ихъ помощью ворчатъ какія угодно машины



частиць мірового эфира<sup>1</sup>. Тамъ - то среди нихъ и идетъ главная работа природы. Тамъ - то и скрыта самая суть ея. Нужно придумать и найти способы, чтобы увидѣть ее.

### Теплота—одинъ изъ видовъ энергіи.

**Энергія вещества даетъ себя знать и проявляется на множество ладовъ.**

Но вотъ что особенно интересно: во многихъ и многихъ случаяхъ невозможно даже и замѣтить этой самой энергіи природы, то есть энергіи всѣхъ движущихся и невидимыхъ частиць вещества. Иному кажется, что какъ будто никакой энергіи, никакого движенія даже и нѣтъ: въ одномъ-другомъ случаѣ ее еще видно, а въ другихъ— сколько ни смотри,—нѣтъ и нѣтъ. Вотъ, на примѣръ, изверженіе огнедышащей горы. Изъ ея жерла такъ и выбрасывается горячій водяной паръ,—такъ и текутъ потоки лавы, то есть расплавленнаго камня. Это ли не энергія, и она ли не видна? А настоящая-то, главная энергія изверженія все таки коренится въ энергіи маленькихъ - маленькихъ и невидимыхъ частиць, — въ энергіи каждой частички вещества, выбрасываемой изъ нѣдръ земли. Видимая энергія даже самаго страшнаго изверженія — это лишь самая малая часть энергіи невидимой, то есть энергіи невидимыхъ частиць вещества. Энергіей обладаетъ каждая молекула (частица) водяного пара, каждая молекула лавы.<sup>2</sup> Изъ энергіи то отдѣльныхъ невидимыхъ частичекъ и слагается, образуется энергія всего изверженія громадной огнедышащей горы. Иначе говоря, изъ невидимой энергіи образуется видимая. Но энергія отдѣльныхъ частичекъ

<sup>1</sup> Что такое молекулы, атомы, электроны и міровой эфиръ, — объ этомъ рассказано въ книжкѣ «Вещество и его тайны». Тамъ-же рассказано, какъ объ этомъ узнали съ достовѣрностью и точностью.

<sup>2</sup> Что такое молекула, объяснено въ книжкѣ «Вещество и его тайны».

существует повсюду, гдѣ только есть частички, потому что всѣ онѣ движутся, всѣ могутъ преодолевать хоть какія нибудь препятствія, на примѣръ, при ихъ столкновеніяхъ съ другими частицами вещества. Если же иной разъ съ перваго взгляда и не замѣтна ихъ энергія, то вотъ почему: энергія природы даетъ себя знать человѣку по разному — на многіе лады, — на примѣръ, то какъ теплота, то какъ электричество, то какъ свѣтъ, то какъ магнитное дѣйствіе, то какъ тяготѣніе (тяжесть), то какъ звукъ.

Все это называется иногда „силами природы“. Всѣ такія „силы природы“ — разные виды энергіи, разныя проявленія энергіи. Понять и изучить эти проявленія ея — это и значить изучить энергію природы. А ее изучить и понять, — это значить самую природу изучить и понять. Энергія — самая суть природы, ея дѣятельность, ея сила, ея жизнь.

Въ этой книжкѣ объ энергіи и будетъ рассказано.

\* \* \*

Вотъ, на примѣръ, что такое тепло, и что такое холодъ? Это всякій изъ насъ знаетъ отлично. Но какимъ способомъ мы узнаемъ о теплѣ и холодѣ? На ощупь. Только на ощупь. По виду, то есть съ помощью глазъ, никто не отличить, на примѣръ, горячую печку отъ холодной. А что происходитъ съ молекулами, атомами и электронами внутри вещества нагрѣтой печки, то есть внутри каждаго ея кирпичика, и въ ея известкѣ, и въ желѣзной заслонкѣ? Этого тоже не увидишь глазами. А вѣдь навѣрно тамъ, внутри вещества, что-то происходитъ и что-то не совсѣмъ такое, какъ въ томъ же веществѣ печки, только холодной. Иначе говоря, вѣдь холодная-то печка отъ горячей печки чѣмъ-то все таки отличается. Но чѣмъ же именно? Тѣмъ, что въ горячей есть теплота. Когда печку топятъ, теплота откуда-то появляется. Когда печка холодѣетъ, — теплота куда-то уходитъ. Теплота можетъ и приходиться, и ухо-

дять. Ея можетъ дѣлаться то больше, то меньше. И люди, по своему желанію, могутъ *добывать теплоту*. И правда: вѣдь печки для того и устраиваются, чтобы добывать теплоту, да къ тому же въ такомъ количествѣ, какое требуется. Съ помощью теплоты можно и нагрѣть комнату, и накалить кочергу до красна, а то и до бѣла. Лишь въ такомъ случаѣ, то есть при накаливаніи, можно отличить горячую кочергу отъ холодной и по ея внѣшнему виду, а не только на оцупь. Но вѣдь въ этомъ-то случаѣ мы видимъ не теплоту горячей кочерги, а цвѣтъ желѣза, которое сдѣлалось краснымъ или бѣлымъ отъ прибавки теплоты. А почему мы знаемъ, что здѣсь этотъ бѣлый или красный цвѣтъ жжется? Опять таки лишь на оцупь. Теплоту мы только оцупью и познаемъ, то есть при посредствѣ нашей кожи. Или вотъ еще примѣръ: на желѣзныхъ плавильныхъ заводахъ огромныя доменные печи даютъ такую теплоту, что плавится даже и желѣзо. Въ жидкомъ видѣ его, разумѣется, тоже не трудно отличить отъ желѣза холоднаго и твердаго. А почему мы знаемъ, что жидкое желѣзо жжется? Опять таки лишь на оцупь. Значить, энергія природы ощущается нами по разному, а какъ именно, — это смотря по тому, какимъ способомъ и какъ она дѣйствуетъ на наше тѣло, на органы нашихъ чувствъ, — на примѣръ, на глазъ, на уши, на кожу, — а также на мышцы. Органы-то чувствъ у насъ разные, и устроенны по разному, а энергія-то природы, надо полагать, одна. Будь у насъ иное устройство тѣла, — иначе ощущалась бы нами и энергія природы.

### **Вещества твердыя, жидкія и газообразныя и теплота.**

Значить, вотъ что такое теплота: это особый видъ энергіи. Самая суть теплоты — энергія невидимыхъ частицъ вещества, — молекулъ, атомовъ, электроновъ, мірового эфира. Это можно видѣть на примѣръ простого градусника.

Что такое градусникъ? Это приборъ для измѣренія степени нагрѣванія или охлажденія. А они бываютъ то больше, то меньше, значить—разной степени. Степень же нагрѣванія или охлажденія и называется обыкновенно температурой. Значить, градусникъ—это такой приборъ, который показываетъ температуру.

Кто градусника не знаетъ? Устроенъ градусникъ очень просто: взята стеклянная трубочка, очень тонкая; одинъ ея конецъ раздутъ на огнѣ въ небольшой пузырекъ; въ этотъ пузырекъ налита какая-нибудь жидкость, на примѣръ, ртуть. Налита она особымъ способомъ, такъ, что внутри трубочки надъ ртутью совсѣмъ нѣтъ воздуха. Чтобы онъ не вошелъ туда, верхній конецъ трубочки запаивають. Когда все это сдѣлано, берутъ такую трубочку съ ртутью и опускаютъ въ тающій снѣгъ. И вотъ что тогда можно видѣть своими глазами: отъ холода ртуть начинаетъ сжиматься, съезживаться. А, холодѣя, ртуть начинаетъ занимать все меньше и меньше мѣста, чѣмъ сколько она же занимала, когда была теплѣй. Ртуть внутри трубочки, холодѣя, все больше уходитъ въ шарикъ, а въ трубочкѣ остается ея все меньше; да и въ шарикѣ ртуть тоже сжимается. Наконецъ, ртуть перестаетъ съезживаться и уже больше не уходитъ въ шарикъ градусника. Такъ она и стоитъ все то время неизмѣнно на одной точкѣ, пока трубка лежитъ въ тающемъ снѣгу. Эту точку слѣдуетъ на трубочкѣ отмѣтить, потому что какъ разъ до этой то точки и съезживается ртуть, когда ни опусти ея въ тающій снѣгъ или въ ледяную воду. А что будетъ, если трубочку эту вынуть изъ тающаго снѣга и опустить въ кипятокъ или погрузить въ горячій паръ? Тогда ртуть внутри шарика и трубочки расширится и станетъ занимать въ такомъ видѣ гораздо больше мѣста, чѣмъ прежде на холоду. Поэтому ртуть при своемъ нагрѣваніи отчасти выйдетъ изъ шарика въ трубочку, а тамъ поднимется до какой нибудь высоты и, наконецъ, остановится да и будетъ такъ стоять, на одной точкѣ,

пока вода кипитъ. На этой точкѣ ртуть всегда и стоитъ, сколько разъ ни опускай трубочку въ кипятокъ. Значитъ, и эта точка устойчива, и потому ее слѣдуетъ замѣтить тоже. Значитъ, при нагрѣваніи и при охлажденіи ртуть внутри градусника можетъ то расширяться, то сѣживаться и, вслѣдствіе этого, ползаетъ и занимаетъ то больше, то меньше мѣста, — и это смотря по тому, насколько она нагрѣта и насколько расширилась. А по этому ея передвиженію можно судить съ точностью и о степени ея нагрѣванія. Такъ издавна и дѣлаютъ: къ трубочкѣ придѣлываютъ дощечку; на ней отмѣчаютъ двѣ главныхъ точки, на которыхъ уровень ртути держится устойчиво: во первыхъ, точку нижнюю, отмѣченную въ ледяной водѣ, во вторыхъ, точку верхнюю, отмѣченную при кипѣніи воды. Около нижней точки ставятъ цифру 0 (нуль), около верхней — какуюнибудь другую цифру, напримѣръ, 100, — а промежутокъ между этими цифрами дѣлятъ на равныя части — ихъ и называютъ градусами. „Градусъ“ значитъ по русски „степень“. О степени нагрѣванія можно судить по тому, сколько этихъ дѣленій или градусовъ занимаетъ въ трубочкѣ ртуть.

Градусникъ — приборъ очень простой, а разъясняетъ онъ очень многое. Благодаря градуснику, приходъ и уходъ теплоты можно не только чувствовать на ощупь, но и видѣть глазами, — судить о немъ по перемѣщенію ртути внутри пустой трубки. И не только видѣть, но еще *сравнивать*. И сравнивать не на глазомѣръ, и не приблизительно, а вполне точно и определенно.

Но градусникъ наглядно доказываетъ еще вотъ что: теплота есть особый видъ энергіи. И правда, отъ прихода теплоты ртуть расширяется. Но что же значитъ ея расширение? И какъ объяснить его? Когда ртуть расширяется, это значитъ, — ея невидимыя молекулы отодвигаются внутри вещества ртути одна отъ другой, — промежутки между ними становятся больше, чѣмъ прежде. И чѣмъ больше нагрѣта ртуть, — тѣмъ больше эти про-

межутки. Переползаніе ртути въ градусникѣ уже свидѣтельствуесть о невидимомъ движеніи невидимыхъ молекулъ ея. При помощи огня можно довести до кипѣнія и ртуть, какъ и воду, и тогда отъ кипящей ртути станутъ подыматься ртутныя пары. Что же они такое? Это та же ртуть, то есть ея молекулы, но только еще больше раздвинувшіяся, и даже отошедшія другъ отъ дружки, и сдѣлавшіяся свободными. Въ парообразномъ видѣ каждая молекула ртути можетъ летать, да и летаетъ между другими, такими же молекулами ея. Всякій паръ, всякій газъ представляетъ изъ себя такое собраніе летающихъ молекулъ.

Но правда ли, что молекулы всѣхъ газовъ и паровъ летаютъ? Можно убѣдиться и въ этомъ, и ктому же очень простымъ способомъ: взять какое нибудь пахучее вещество, на примѣръ, духи, керосинъ, спиртъ, и оставить ихъ въ открытой бутылкѣ: тогда очень скоро запахъ такихъ веществъ почувствуется во всей комнатѣ, даже далеко отъ бутылки. Почему же онъ появился? А потому что изъ открытой бутылки распространились по всей комнатѣ пахучіе пары; другими словами, ихъ молекулы разлетѣлись во всѣ стороны. Это бываетъ при всякомъ испареніи или усыханіи. Значитъ, и вправду, молекулы паровъ летаютъ. И при этомъ бываетъ такъ: въ теплой комнатѣ испареніе идетъ сильнѣе; въ комнатѣ же, которая холоднѣе, испареніе идетъ меньше и слабѣе. Частички летаютъ быстрѣе въ болѣе теплой комнатѣ, чѣмъ въ болѣе холодной. А быстрѣе ихъ полеть—больше и ихъ сила.

Въ этомъ тоже можно убѣдиться еще такимъ способомъ: посмотрите, какъ работаетъ паровая машина. Всякій знаетъ, что такая машина идетъ въ ходъ только тогда, когда имѣется въ ней горячій паръ. Если паръ не очень горячъ, машина дѣйствуетъ слабѣе, а то и совсѣмъ стоитъ. Это потому, что у остывшаго пара меньше силъ, меньше энергіи; если же паръ нагрѣтъ побольше, — онъ дѣлается сильнѣе. А очень горячій паръ еще могущественнѣе. Но

откуда же берется сила у водяного пара? Паръ силенъ потому, что постоянно всѣ его молекулы движутся и налетаютъ, ударяются о препятствія, напираютъ на все то, что встрѣчается на ихъ пути, напримѣръ, на стѣнки чугуннаго парового котла. Значить, сила пара—это сила летающихъ молекулъ его.

### Лучи теплоты.

А работаетъ ли при этомъ мировая эфиръ? Да, и онъ работаетъ.

И вотъ доказательство этому. Всякій знаетъ, что солнце грѣетъ. А оно отъ насъ очень далеко. Почему же оно грѣетъ? Потому что къ намъ отъ солнца доходитъ теплота. Но въ какомъ же видѣ она къ намъ доходитъ? Въ видѣ солнечныхъ лучей. Значить, теплота можетъ принимать и такой видъ, — она можетъ расходиться лучами.

Дѣйствительно, такъ и есть на самомъ дѣлѣ. Вѣдь и печка грѣетъ на разстояніи. Теплота и изъ нея расходится во всѣ стороны. Но, можетъ быть, печка грѣетъ благодаря воздуху? Не воздухъ ли единственно и разноситъ теплоту отъ печки? Чтобы отвѣтить на такой вопросъ, надо его изслѣдовать. Съ этой цѣлью вотъ что сдѣлалъ одинъ ученый. Онъ взялъ градусникъ и положилъ его въ стеклянный закрытый сосудъ, а изъ сосуда выкачалъ воздухъ. Есть такіе насосы, при помощи которыхъ воздухъ тоже можно выкачивать. Когда же онъ былъ выкачанъ, взяли желѣзную палку, раскалили ее до красна, а затѣмъ и поднесли къ тому сосуду, внутри котораго лежалъ градусникъ. И вотъ что тогда увидѣли: ртуть въ градусникѣ тотчасъ же стала подниматься, хотя градусникъ и не коснулся до раскаленной палки. Почему-же такъ? Да потому, что градусникъ нагрѣлся. На разстояніи! Значить, теплота отъ раскаленной желѣзной палки доходила до него и чрезъ пустоту! Значить, безвоздушная пустота вовсе не задержка для теплоты. А въ такой пустотѣ нѣтъ

ничего, кромѣ мірового эфира. Значить, онъ то и можетъ переносить на себѣ теплоту. А ее переносить — это вѣдь уже работа. Иначе говоря: гдѣ излучается теплота, тамъ и міровой эфиръ работаетъ.

Міровой эфиръ можетъ передавать, переносить на себѣ движеніе отъ однѣхъ молекулъ къ другимъ, съ одного мѣста на другое, и такъ переносить его даже на огромныя разстоянія, на примѣръ, отъ солнца къ землѣ. Молекулы, атомы и электроны горячаго солнца раскачиваютъ эфиръ своимъ быстрымъ движеніемъ, и онъ волнуется, и волны его доходятъ до земли, до ея молекулъ, атомовъ и электроновъ и въ свою очередь раскачиваютъ ихъ и приводятъ въ движеніе, а это ихъ движеніе мы, люди, и чувствуемъ на оцупь, какъ теплоту. Значить, самъ-то эфиръ не нагрѣвается, но тепловое движеніе въ себѣ онъ переноситъ при помощи своихъ волнъ, своего дрожанія. Во всякомъ нагрѣтомъ веществѣ молекулы его движутся, дрожатъ. Будь это вещество какое угодно, на примѣръ, газъ, или жидкость, или будь это вещество твердое, — все едино: когда вещества нагрѣты, ихъ молекулы двигаются, шевелятся. Дрожатъ и атомы ихъ, и электроны. Внутри всѣхъ газовъ или всякихъ паровъ молекулы ихъ носятся, сталкиваются, летаютъ, а во всякихъ жидкостяхъ, на примѣръ, въ ртути, молекулы при нагрѣваніи не летаютъ, а лишь передвигаются одна около другой, мѣняютъ свои мѣста, какъ бы скользятъ другъ около дружки. А въ твердомъ кускѣ какого нибудь вещества, на примѣръ, желѣза, молекулы его вовсе не мѣняютъ своихъ мѣстъ, а только дрожатъ. Такое ихъ дрожаніе и кажется намъ на оцупь теплотою. Но только на оцупь. На самомъ же дѣлѣ теплота есть движеніе частицъ.

Но вѣдь у всякаго движенія есть своя энергія, какъ объ этомъ уже и было сказано. Значить, энергію-то движущихся молекулъ мы и чувствуемъ на оцупь, какъ теплоту. Иначе говоря, — теплота есть энергія. Потому то ее и называютъ *тепловой энергіей*.



Гдѣ есть невидимое движеніе молекулъ, тамъ есть и теплота. Иначе говоря, — эта энергія во всей Вселенной, — вѣдь невидимое движеніе молекулъ происходитъ повсюду. Въ иныхъ мѣстахъ его больше и оно сильнѣе, въ другихъ — его меньше, и оно слабѣе. Напримѣръ, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ холодъ, морозъ, снѣгъ, — движеніе молекулъ внутри вещества идетъ медленнѣй. А тамъ, гдѣ огонь и жаръ — оно быстрѣй. Коли гдѣ нибудь что либо нагрѣвается, это значитъ — дрожаніе молекулъ нагрѣваемыхъ веществъ становится все ускореннѣе; а гдѣ приближается холодъ и морозъ, тамъ молекулы носятся, движутся и дрожатъ все тише и тише, все медленнѣе, словно замирая. Когда ихъ движеніе, ихъ дрожаніе замираетъ, этимъ молекуламъ требуется уже меньше мѣста, — во всякомъ случаѣ меньше, чѣмъ тогда, когда онѣ дрожали сильнѣе. Поэтому-то и бываетъ такъ: при нагрѣваніи происходитъ расширение вещества, при охлаждѣваніи же — его съезживаніе. При очень сильномъ расширеніи, изъ жидкаго вещества получается газъ или паръ; а при съезживаніи получается изъ газа жидкость, а изъ жидкости твердое вещество.

Значитъ, вотъ въ чемъ тайна вещества: оно бываетъ твердымъ, жидкимъ или газообразнымъ, смотря по силѣ внутренняго и невидимаго движенія его частицъ. Правда, это ихъ движеніе для насъ невидимо, но оно все таки существуетъ внутри всякаго вещества и происходитъ всегда и всюду, вродѣ какъ по одному и тому же правилу, всегда одинаково.

**Тепловая энергія повсюду. Она можетъ превращаться въ разные другіе виды энергіи, а видимое движеніе можетъ превратиться въ теплоту.**

Но вотъ что особенно интересно: невидимое движеніе невидимыхъ частичекъ всякаго вещества можетъ получаться и благодаря движенію видимому, — иначе говоря, движеніе молекулъ, атомовъ, электроновъ и мірового

эфира нерѣдко начинается какъ разъ тогда, когда какое-нибудь видимое движеніе кончается. Вотъ, напримѣръ, большое пушечное ядро летѣло, летѣло и, наконецъ, попало въ толстую стальную броню корабля, а въ ней застряло. Всякій артиллеристъ отлично знаетъ, что всякое ядро *нагрѣвается* при ударѣ о броню. Значить, бываетъ такъ: видимый полетъ, видимое движеніе ядра остановилось, задержалось, окончилось и пропало, — но зато вмѣсто этого появилась въ немъ и въ пробитой бронѣ *теплота*. Почему же она появилась? Да потому, что при этомъ ударѣ внутренне задрожало все вещество стальной брони, — все, вплоть до самыхъ мельчайшихъ его частицъ, вплоть до молекулъ, атомовъ и электроновъ его. А это ихъ невидимое движеніе, какъ сказано, и называется теплотой, — потому что оно такимъ кажется на оцупь. Въ такомъ случаѣ можно ли уже говорить, что при ударѣ ядра о броню движеніе его пропало? Ничуть не пропало, — оно лишь сдѣлалось невидимымъ изъ видимаго. Движеніе только перемѣнило свой видъ. Оно лишь сдѣлалось такимъ, что мы уже не можемъ видѣть его, то есть ощущать его нашими глазами, вмѣсто этого мы можемъ чувствовать лишь на оцупь. И не движеніе самого ядра, но дѣланіе движеніе невидимыхъ частичекъ его. Подобно ядру нагрѣвается и пуля, ударяясь о какое-нибудь препятствіе ея полету; нагрѣвается при этомъ же и это самое препятствіе. Значить, движеніе остановившейся пули тоже не пропадаетъ, — оно тоже лишь мѣняетъ видъ и лишь изъ видимаго дѣлается невидимымъ, то есть теплотой.

Но и это еще не все. Движеніе ядра не цѣликомъ переходитъ въ теплоту, а отчасти и въ грохотъ, то есть въ звукъ. И правда, всѣмъ извѣстно, что при ударѣ ядра о броню человѣческое ухо слышитъ грохотъ. И воздухъ при этомъ дрожитъ, и стекла по сосѣдству дрожать тоже. Подобно этому бываетъ и при раскатахъ грома во время грозы. Но что же такое это самое дрожаніе

воздуха и стекла? Это тоже движеніе, — и именно движеніе ихъ невидимыхъ частицъ. Значить, вотъ еще во что переходитъ движеніе пушечнаго ядра, — въ движеніе воздуха и въ дрожаніе стекла и другихъ сосѣднихъ предметовъ. Иначе говоря, сила этого движенія тоже не пропадаетъ, она опять таки лишь перемѣняетъ свой видъ на нашихъ человѣческихъ глазахъ. Но почему же перемѣняетъ? Да потому, что послѣ удара о препятствіе, о броню, приходится и въ этомъ случаѣ узнавать о невидимомъ-то движеніи уже инымъ способомъ, — не при помощи глазъ, а на ощупь, то есть при помощи нашей кожи, и, кромѣ того, при помощи ушей. Объ этомъ уже было сейчасъ сказано. Съ перваго взгляда кажется, что теплота и звукъ, откуда-то появившіяся при ударѣ ядра о броню, — совсѣмъ не то, что самый полетъ ядра. Но стоитъ немножко подумать, — и самая суть такого превращенія будетъ совсѣмъ ясна и понятна. Вѣдь никакого особаго превращенія вовсе не произошло, потому что и до удара было движеніе, и послѣ удара осталось движеніе; только сначала-то это было движеніе ядра, то есть всей его массы, всего количества его вещества цѣликомъ; а послѣ удара появилось движеніе внутри вещества, то есть движеніе его молекулъ, атомовъ и электроновъ. Значить, вотъ въ чемъ самая суть удивительнаго превращенія полета пушечнаго ядра въ теплоту и въ грохотъ, — это превращеніе только кажущееся, и при остановкѣ ядра энергія не пропала.

Значить, выходитъ такъ: Всякое движеніе имѣетъ свою энергію. У всякаго летящаго ядра есть своя энергія, а эта энергія послѣ остановки ядра не пропадаетъ, а переходитъ въ звукъ и въ теплоту. Поэтому и говорятъ, что звукъ и теплота, — тоже *энергія*, только другіе виды ея: полетъ ядра — это энергія видимаго движенія, теплота и звукъ, — это энергія — невидимая, но все таки осязаемая. — А именно: теплота — энергія тепловая, звукъ — это энергія звуковая. Значить, когда полетъ какого-

нибудь ядра переходить въ звукъ и въ теплоту, — это значитъ — энергія его зидимаго движенія переходитъ въ энергію тепловую и звуковую. Иначе говоря, энергія въ природѣ можетъ мѣнять свой видъ и постоянно мѣняетъ его, да еще по разному.

---

### ГЛАВА III

## Энергія въ природѣ и главныя правила ея превращенія.

Энергія одного вида переходитъ въ энергію другого вида не кое-какъ. Въ основѣ этого ея перехода лежитъ мѣра и число.

Но вотъ что особенно достойно вниманія: энергія одного вида переходитъ въ энергію другого вида словно по мѣркѣ: это значитъ, — изъ такого - то количества какой - нибудь одной энергіи можетъ получиться лишь такое - то, опредѣленное количество другого вида ея, а вовсе не какое угодно.

Вотъ какимъ способомъ узнали объ этомъ.

Лѣтъ 70 тому назадъ въ Англіи жилъ одинъ богатый человѣкъ, по фамиліи Джуль. Онъ очень любилъ изслѣдовать жизнь природы. Много размышлялъ онъ и о томъ, что такое теплота. Джуль ясно понималъ, что теплота — это значитъ дрожаніе невидимыхъ частицъ нагрѣтаго вещества. Разными способами можно заставлятъ ихъ дрожать и по волѣ человѣка. Напримѣръ, можно при помощи огня добывать теплоту, нужную для нагрѣванія; можно добывать ее и при помощи тренія, какъ это дѣлалъ Румфордъ (о немъ было рассказано на страницѣ (17). Можно нагрѣть наковальню и ударяя о нее молоткомъ. Можно нагрѣть ее и такимъ способомъ: молоткомъ вовсе не ударять, а бросать его съ какой-нибудь высоты прямо на наковальню, — бросить разъ, другой, третій, много разъ, пока наковальня не нагрѣется. Но въ такомъ случаѣ придется

изрядно таки и самому поработать. Въдь чтобы бросить молотокъ сверху внизъ, нужно будетъ каждый разъ подымать его снова снизу на верхъ, на высоту. А это уже значить совершать работу. Выше поднимать, — это значить, дѣлать больше работы. Тяжелѣй взять молотокъ — тяжелѣй будетъ и работа поднимать его на высоту. Во сколько разъ тяжелѣе молотокъ, — во столько же разъ больше, смотря по его тяжести, бываетъ и работа на его поднятіе.

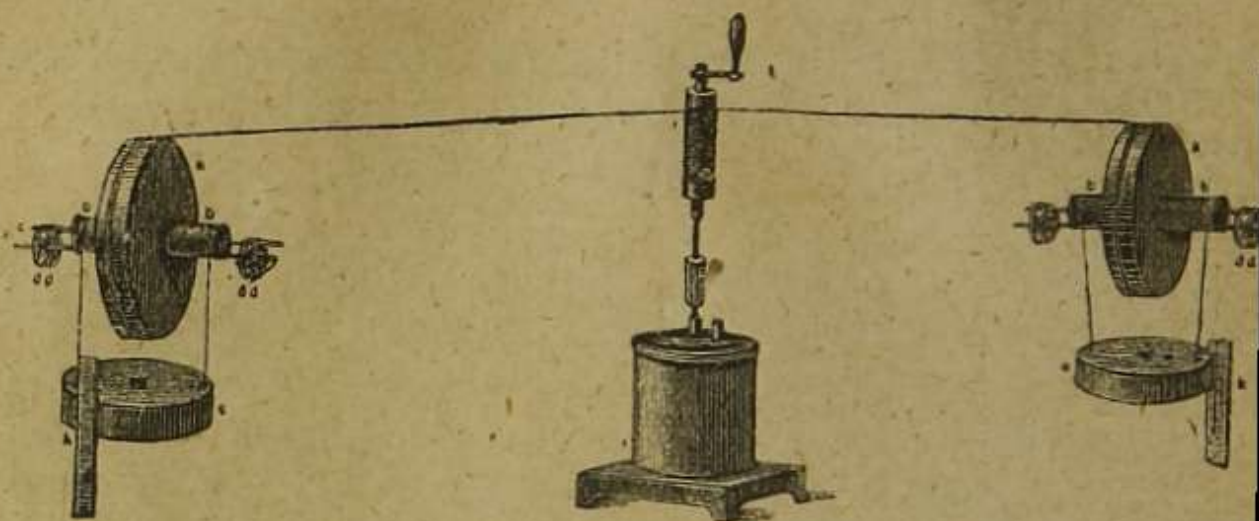


Рис. 2. — Приборъ Джуля. Направо и налево по колесу. Каждое сидитъ на лежащемъ валу. На него наматывается шнурокъ, а на шнурокъ — гиря въ видѣ кружка. Около гирь — линейка, по которой отсчитываютъ, съ какой высоты падаетъ гиря. Отъ обоихъ колесъ идетъ шнурокъ къ тому прибору, который нарисованъ посрединѣ. Внизу его — круглая сосудъ съ водою. Сквозь этотъ сосудъ проходитъ стоячій валъ. У него наверху — ручка.

Свою собственную работу, затраченную на поднятіе какой-нибудь тяжести на какую-нибудь высоту можно измѣрить въ точности. И правда: одно дѣло — поднять какой-нибудь грузъ на аршинъ отъ земли, и совсѣмъ другое дѣло — поднять его же на 2, на 3, на 4 аршина. Въ этихъ послѣднихъ случаяхъ работа выходитъ въ 2, и въ 3, и въ 4 раза больше. Словомъ сказать, о количествѣ своей работы можно судить по той высотѣ, на какую поднимается на примѣръ, какой-нибудь грузъ. Но надо же при этомъ

принимать въ расчетъ и тяжесть поднимаемаго груза. Одно дѣло — поднять фунтъ, и совсѣмъ другое дѣло — поднимать по 2, по 3, по 4 фунта. Чѣмъ больше поднимаемая тяжесть, да чѣмъ больше высота, на какую подымаешь, тѣмъ больше и работа, какую при этомъ дѣлаешь. А при какой именно работѣ въ какой именно степени нагрѣвается наковальня при бросаніи молотка съ высоты? Джулю очень хотѣлось съ точностью и достовѣрностью отвѣтить на этотъ самый вопросъ. И вотъ почему: вѣдь свою-то работу мы знаемъ и видимъ; а движенія маленькихъ частичекъ нагрѣваемаго вещества мы вовсе не видимъ. А вѣдь ихъ расшатать — это тоже работа. Въ такомъ случаѣ нельзя ли судить о работѣ невидимой по работѣ видимой? Вотъ это и захотѣлъ разузнать Джуль. Онъ разсуждалъ примѣрно такъ: устрой-ка я такой приборъ, который позволилъ бы мнѣ сравнить въ точности работу видимую съ работой невидимой. Работа видимая — это, на примѣръ, паденіе внизъ какой-нибудь тяжести или груза, поднятаго на высоту. А работа невидимая — это нагрѣваніе, то есть теплота. Джуль устроилъ такой приборъ, какой изображенъ на рисункѣ; въ этомъ приборѣ былъ лежачій валъ, а на него наматывался шнурокъ, а на шнуркѣ висѣла гиря. Когда гиря падала, то тянула внизъ и шнурокъ; отъ этого валъ вертѣлся. На томъ же валу было насажено особое колесо, а на него наматывался другой шнурокъ. Этотъ шнурокъ шелъ къ другому особому прибору; а этотъ приборъ тоже былъ придуманъ и

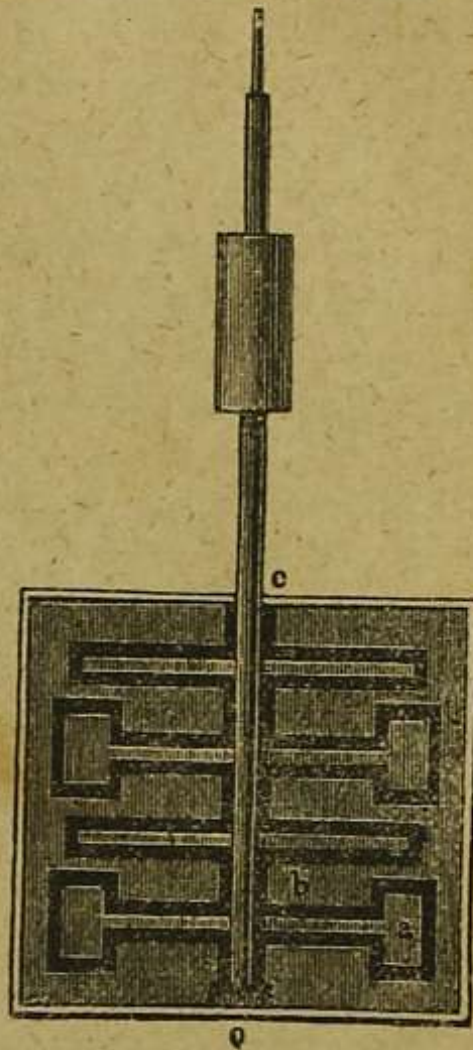


Рис. 3. — Сосудъ съ водою. Внутри него — лопасти, которыя вертятся а при этомъ трутся о воду

сдѣланъ Джулемъ. Вотъ какъ онъ былъ устроенъ имъ. Джуль взялъ особый сосудъ съ водой. Сквозь этотъ сосудъ снизу вверхъ проходилъ тоже валъ, но только не лежачій, а стоячій. Внутри сосуда была придѣлана на валу особая лопаточка съ лопастями, какъ это на рисункѣ показано. Когда стоячій валъ вертится, лопаточки внутри сосуда тоже вертятся на подобіе мельницы. А чтобы валъ этотъ могъ вертѣться, его обмотали шнуркомъ, идущимъ отъ гири. При такомъ приспособленіи выходило такъ: когда гиря на лежачемъ валу падаетъ, этотъ валъ вертится. Когда же онъ вертится, то тянетъ къ себѣ шнурокъ, намотанный на его колесо. А когда тянется этотъ шнурокъ, то начинаетъ вертѣться стоячій валъ. А когда тотъ вертится, то вертятся и лопасти внутри сосуда и трутся о воду. А отъ этого тренія должна нагрѣваться и вода. И такъ при каждомъ опусканіи или паденіи гири внизъ. Затѣмъ ее можно снова поднять и снова заставить падать, а тамъ еще и еще, и сколько угодно разъ. Чтобы удобнѣй было поднимать опущенный грузъ снова на высоту, Джуль придѣлалъ къ стоячему валу ручку. Когда нужно было его поднять, Джуль своей рукой вертѣлъ валъ, и снова наматывалъ шнурокъ, на какомъ висѣла гиря. Сколько же разъ именно падала гиря съ какой высоты? Это можно было сосчитать и узнать съ точностью. А насколько нагрѣвается отъ такой работы вода? Это можно узнать тоже съ достовѣрностью при помощи градусника, который вставленъ въ воду. Джуль заставлялъ гири падать разъ за разомъ нѣсколько часовъ подрядъ. Такой опытъ онъ продѣлывалъ великое множество разъ. И вотъ что оказалось въ концѣ концовъ: дѣйствительно, работа видимая превращается въ работу невидимую не кое-какъ, а по мѣркѣ. Изъ такого-то количества работы видимой, то есть работы поднятія, а затѣмъ паденія гири, всегда получается одно и то же количество работы невидимой, то есть теплоты! Напримѣръ, чтобы



нагрѣть килограммъ воды на одинъ градусъ<sup>1</sup>, гиря въ одинъ килограммъ<sup>2</sup> должна упасть съ высоты 427 метровъ, то есть почти на  $213 \frac{1}{6}$  сажень. А чтобы нагрѣть воду въ два раза больше, то есть на два градуса, гиря должна опуститься съ высоты тоже въ два раза большей. И такъ всегда. А чтобы нагрѣть килограммъ воды до кипѣнія, гирѣ нужно опуститься съ высоты 42700 метровъ, иначе говоря, почти 43 версты. Изъ этого видно, что раскачивать невидимыя частицы вещества не очень-то легко. Работа эта большая, хотя и невидимая. Это работа даже огромная, сравнительно съ работой видимою. И все таки ова совершенно незамѣтна съ перваго взгляда. Между тѣмъ такая работа идетъ въ природѣ повсюду, когда гдѣ-нибудь нагрѣвается какое-нибудь вещество. Значить, во всякомъ нагрѣтомъ веществѣ содержится огромный запасъ энергіи: ужъ коли это вещество нагрѣлось—это значить—появился въ немъ откуда-нибудь такой огромный запасъ энергіи. Ужъ коли какое-нибудь вещество нагрѣвается, — это значить, его частички, его молекулы дрожатъ все сильнѣе: Ихъ что-то раскачиваетъ да раскачиваетъ и тратитъ на это свою работу, свою энергію. Но вѣдь каждая

---

<sup>1</sup> Килограммъ воды нагрѣвается на одинъ градусъ, когда падаетъ съ высоты 427 метровъ. Это считая по градуснику, придуманному шведскимъ ученымъ Цельсіемъ. Этотъ градусникъ отличается отъ другихъ вотъ чѣмъ: разстояніе между точкой кипѣнія воды и точкой ея замерзанія разделено въ немъ на сто равныхъ частей. Значить, когда вода кипитъ, то этотъ градусникъ, въ нее опущенный, показываетъ 100 градусовъ, то есть ртуть внутри его стеклянной трубки стоитъ на высотѣ этой цифры 100, написанной на дощечкѣ градусника; а когда онъ опущенъ въ такую воду, гдѣ плаваетъ ледъ, ртуть стоитъ какъ разъ тамъ, гдѣ написанъ нуль, то есть ниже прежняго. Градусникъ Цельсія называется стоградуснымъ, хотя на дощечкѣ его и обозначено много дѣленій, какъ выше цифры 100, такъ и ниже цифры 0. Его рисунокъ смотри на страницѣ . Метръ — это мѣра длины, равна безъ малаго полутора аршину.

<sup>2</sup> Килограммъ — это то же, что  $2 \frac{4}{10}$  фунта.

молекула всякаго вещества состоитъ изъ атомовъ<sup>1</sup>. Значить, когда работаютъ молекулы, работаютъ и ихъ атомы. Но вѣдь атомы всѣхъ веществъ составлены изъ электроновъ. Значить, работаютъ и электроны. Но вѣдь ихъ дрожаніе передается и міровому эфиру. Значить, работаетъ и міровой эфиръ. Словомъ сказать, — во всей Вселенной всякое вещество работаетъ, — до самой своей глубины, до мельчайшихъ своихъ крупинокъ. А всякую работу, видимую и невидимую, можно измѣрить. И можно работу съ работой сравнивать. И это очень важно, если хочешь судить о какой-либо работѣ не на глазомѣрь, а съ точностью. Вѣдь мѣряя что-либо на глазомѣрь, легко очень ошибиться.

### Какъ измѣрить какую либо работу и количество энергіи, затрачиваемой на нее ?

Но какъ же измѣрять какую-нибудь работу? Это можно сдѣлать не только тѣмъ способомъ, какой былъ придуманъ Джулемъ. Есть и другіе способы. Вотъ, на примѣръ, какой-нибудь тяжелый молотъ разъ за разомъ падаетъ на наковальню. И она, и молотокъ отъ этихъ ударовъ могутъ сильно разогреваться. Это извѣстно всякому. Велика ли сила ударовъ? Это смотря по массѣ молота и по скорости его паденія на наковальню, какъ объ этомъ было ужъ сказано. А ихъ величины можно узнать въ точности: вѣдь массу молотка можно свѣшать на вѣсахъ, а скорость паденія можно измѣрить. А отъ массы да отъ скорости зависитъ и нагреваніе. Ученые люди рѣшили разузнать съ точностью и достовѣрностью, да какое же количество теплоты соотвѣтствуетъ какой силѣ ударовъ? Старались разузнать это разными способами. Силу удара придумали, на примѣръ, мѣрять такъ: пускали падать раз-

---

<sup>1</sup> Объ этомъ было разсказано въ книжкѣ «Вещество и его тайны».

ныя тяжести и съ разной высоты. Взяли при этомъ замѣрку паденіе однопудовой гири съ высоты одного фута. Гири падаетъ, ударяется о землю. При ударѣ и при остановкѣ ея паденія появляется теплота. Эту теплоту можно въ точности измѣрить при помощи градусника. Ее измѣрили. Продѣлали такой самый опытъ множество разъ. Бросали разные грузы съ разной высоты. Придумывали и иные способы измѣрять тоже самое. Соображали, высчитывали и, наконецъ, разными способами дошли вотъ до чего : при переходѣ энергіи видимой въ невидимую, она только превращается, то есть мѣняетъ свой видъ; энергія никогда, ни при какихъ обстоятельствахъ, не пропадаетъ, — никакое количество ея, даже самое маленькое, не исчезаетъ. Сколько было до этого, столько же и остается. Ровно столько же. И это не смотря ни на какія превращенія энергіи. Всѣ ея превращенія всегда и вездѣ совершаются удивительно правильно, вродѣ какъ по мѣркѣ : больше стало одной энергіи, — меньше осталось другой. И насколько меньше одной, настолько больше другой. Все какъ по мѣркѣ : на примѣръ : ударъ ядра такой-то силы о желѣзную броню даетъ только такое-то количество теплоты, ни больше, ни меньше ; ударъ такого-то молота да съ такой-то силой по наковальнѣ тоже даетъ такое-то количество теплоты, и тоже не больше и не меньше. Словомъ сказать, всякой живой силѣ движенія соотвѣтствуетъ свое особое количество теплоты, — это смотря по величинѣ этой силы. Пропастъ этой силѣ некуда, она можетъ лишь переходить и превращаться, а вовсе не уничтожаться. Но не можетъ энергія и появиться изъ ничего. Она только и можетъ что мѣнять видъ и распространяться, распредѣляться, вродѣ какъ разбѣгаться по молекуламъ, атомамъ да по электронамъ, да по міровому эфиру. Но и тамъ она не пропадаетъ, и вотъ почему : тѣ отъ ея прихода и прибавки сами начинаютъ двигаться быстрее. А насколько именно быстрее, — это смотря по тому, сколько къ нимъ пришло этой энергіи со стороны. Меньше стало ее тамъ, — боль-

ше стало ея здѣсь. Меньше здѣсь, — больше тамъ. Насколько больше тамъ, — настолько же меньше здѣсь. И обратно. Вотъ съ какой удивительной правильностью видимое движеніе летящаго ядра переходитъ въ теплоту. Все это дѣлается замѣчательно правильно, словно въ какой машинѣ.

Но такъ бываетъ не только въ случаѣ съ ядромъ или съ молоткомъ и наковальней, а и во всѣхъ другихъ случаяхъ, когда видимое движеніе переходитъ въ невидимую теплоту. Такъ, на примѣръ, бываетъ, когда ружейная пуля ударяется о камень. Или когда камень падаетъ на землю. Или когда молоткомъ вбиваютъ гвоздь. Или когда топоромъ рубятъ дрова. Даже капли дождевыя нагрѣваются, когда падаютъ съ высоты на землю. И здѣсь опять таки нагрѣваніе происходитъ по общему правилу: такой-то живой силѣ падающей капли соотвѣтствуетъ такое-то количество теплоты, появившейся при паденіи капли. Узнали и это количество. Оно оказалось такое самое, какое было узнано всѣми другими способами. Всегда выходитъ такъ: для того, чтобы каждыя два съ половиной фунта воды могли при своемъ паденіи нагрѣться ровно на одинъ градусъ, они должны упасть съ высоты примѣрно  $213 \frac{1}{6}$  сажень. Это значить, — что ему упасть съ такой высоты, и что нагрѣться на одинъ градусъ, — это все едино: количество энергіи и здѣсь, и тамъ одно и то же. — Иначе говоря, при паденіи — такая самая сила пропадаетъ, какъ движеніе, и такая самая сила проявляется въ видѣ теплоты.

Но такъ бываетъ не только при ударахъ да при столкновеніяхъ: теплота появляется и при треніи. Такъ, на примѣръ, когда въ тѣлѣ несмазанная ось колеса трется о втулку, тогда и втулка, и ось нагрѣваются, а то могутъ и загорѣться. Подобно этому сильно нагрѣваются и оси вагоновъ. Нагрѣваются и рельсы, по которымъ проходитъ поѣздъ. Почему такъ? Откуда берется эта теплота. Не изъ ничего, а изъ движенія, изъ видимаго движенія колесъ: въ этихъ случаяхъ видимое движеніе

колеса тоже переходить въ невидимую теплоту. Ужь если гдѣ есть треніе, тамъ есть и нагрѣваніе. Смотри по силѣ тренія, бываетъ и нагрѣваніе то больше, то меньше. А при очень сильномъ треніи можетъ получиться и очень сильное нагрѣваніе. Такъ, на примѣръ, трутся о воздухъ тѣ камни, которые иногда падаютъ съ неба. Они летятъ съ такой скоростью, что воздухъ не успѣваетъ разступиться передъ ними. Тогда быстро несущіеся камни напираютъ на воздухъ, а тотъ на нихъ. Поэтому сила ихъ полета задерживается, но зато и сами эти камни, и воздухъ около нихъ накаляются до красна и до бѣла, и ктому же такъ сильно, что даже камни начинаютъ горѣть.

**Невидимое движеніе молекулъ, то есть теплота, можетъ, въ свою очередь, превратиться въ движеніе видимое.**

Такъ происходятъ превращенія видимаго движенія въ теплоту. Но вотъ что особенно удивительно: теплота, въ свою очередь, тоже можетъ переходить въ видимое движеніе. Другими словами, невидимое движеніе молекулъ нагрѣтаго вещества можетъ переходить въ движеніе, на примѣръ, большой и тяжелой машины. И такой переходъ тоже совершается по точному и строгому правилу, — по мѣркѣ и числу; а именно: изъ такого-то количества теплоты можно получить не всякое количество видимой силы, а лишь такое-то, — но не больше и не меньше. Такой самый переходъ теплоты въ движеніе можно видѣть на каждомъ шагу. Вотъ, на примѣръ, летитъ по рельсамъ паровозъ. Почему онъ можетъ это дѣлать, да еще тянуть за собой вагоны съ грузомъ? Потому что колеса паровоза вертятся страшною силою пара. А паръ добывается изъ парового котла, а въ котлѣ вода; она превращается отъ нагрѣванія въ паръ, потому что подъ котломъ горитъ уголь. Не будь этого горѣнія, не будь его теплоты, не было бы и водяного пара, и не было бы и никакой силы у

него. Значитъ, на примѣрѣ паровоза можно видѣть, какъ теплота водяного пара и огня переходитъ въ движеніе всѣхъ колесъ машины. Подобно этому бываетъ и на всѣхъ заводахъ, на всѣхъ фабрикахъ, гдѣ только работаютъ паровыя машины. Почему же водяной паръ имѣетъ такую страшную силу? Да потому, что имѣетъ ее всякая частичка пара, всякая молекула его. Эти всѣ молекулы движутся и вродѣ какъ суетятся и толкуются, и напираютъ на стѣнки котла, и ударяютъ о нихъ, налетаютъ на нихъ гурьбой, и такъ миллионы разъ въ секунду, и къ тому же съ огромной быстротой, а значитъ, и съ огромной силой. Каждая частичка пара отдѣльно отъ другихъ незамѣтна, невидна и безсильна. Но тамъ, гдѣ такихъ частичекъ много, да гдѣ онѣ энергичны (дѣятельны), то есть гдѣ онѣ носятся съ большою скоростью, — тамъ у ихъ собранія имѣется энергія не то что большая, а даже огромная. И передъ напоромъ этихъ полчищъ невидимыхъ, но энергичныхъ частичекъ уступаютъ даже крѣпкія чугунныя стѣнки парового котла. Подъ этимъ напоромъ невидимыхъ частичекъ начинаютъ вращаться колеса паровоза, а за ними и колеса вагоновъ. Значитъ, вотъ что растолкало вагоны: маленькія невидимыя частички, да ихъ невидимое движеніе. И въ этомъ случаѣ тоже бываетъ всегда такъ: изъ такого-то количества теплоты можно получить лишь такую-то работу передвиженія, да и всякой иной машинной работы. Всякій машинистъ знаетъ, что паровыя машины работаютъ вродѣ какъ по правилу: гдѣ больше для нихъ работы, — тамъ нужно для нихъ и больше нагрѣтаго пара, и больше теплоты, и больше топлива; когда же машина совершаетъ меньшую работу, то требуется на нее и меньше паровъ, и меньше топлива. Такъ, на примѣрѣ, и для машины одно дѣло — перевезти съ мѣста на мѣсто грузъ въ двѣ тысячи пудовъ, и совсѣмъ другое дѣло для нея же — перевезти грузъ въ два раза меньшій. Работа и для машины въ этихъ двухъ случаяхъ разная, а потому и количество теплоты требуется для нея разное. Значитъ, и здѣсь между тепло-

той и работой есть строгое и точное соответствие. И в этомъ случаѣ энергія (работоспособность) тоже не теряется, а лишь мѣняетъ свой видъ.

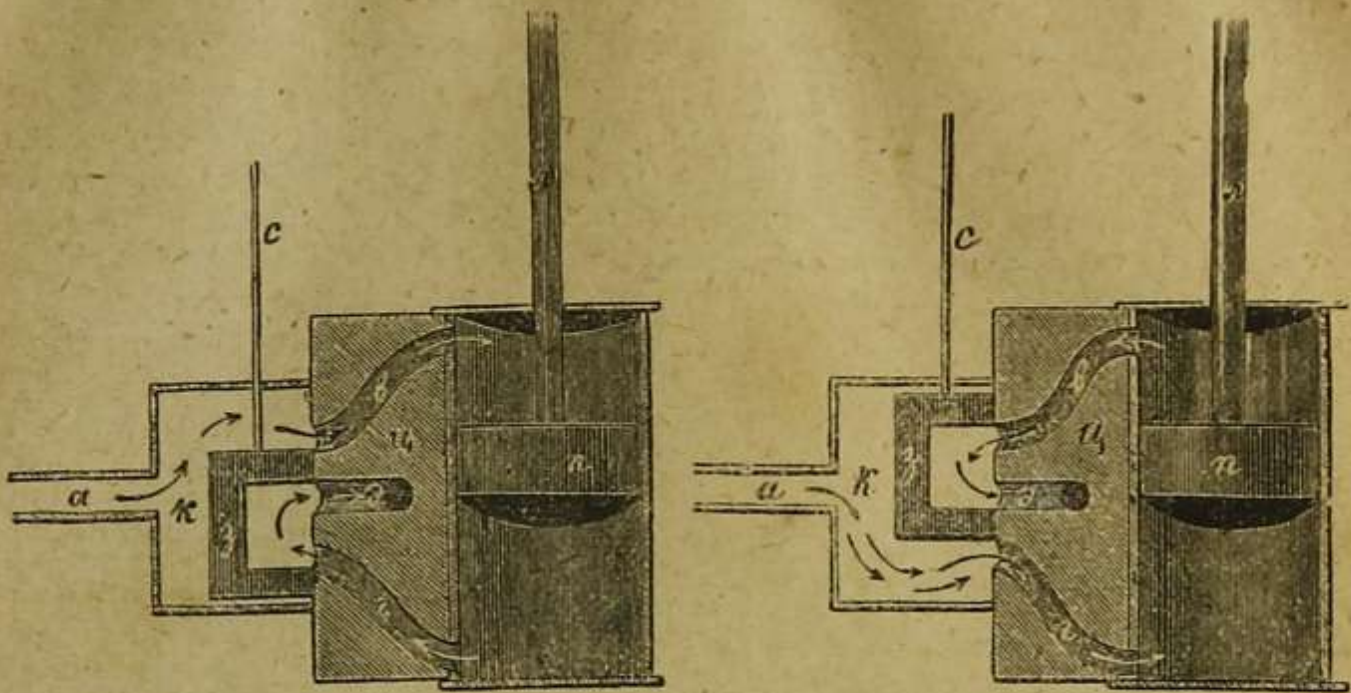


Рис. 4. — Самая суть паровой машины. Здѣсь изображенъ въ разрѣзѣ «цилиндръ» этой машины, по просту сказать, жѣзвчатая чугунная коробка, а въ ней поршень. Онъ можетъ передвигаться внутри коробки то въ одну, то въ другую сторону. Когда передвигается поршень, то передвигается и стержень, который къ нему придѣланъ. Для этого стержня имѣется особый выходъ изъ цилиндра-коробки. Выходъ устроенъ такъ, что стержень проходитъ чрезъ него туда и обратно можетъ, а воздухъ и паръ не пропускаются. Поршень ходитъ туда и обратно потому, что его толкаетъ паръ. А паръ толкаетъ его потому, что сама машина впускаетъ его внутрь коробки то по одну, то по другую сторону поршня. Какъ это дѣлается? При помощи особаго приспособленія, называемаго «золотникомъ». Онъ изображенъ тамъ, гдѣ стоитъ буква з. Золотникъ — это просто напросто чугунный ящикъ, который совсѣмъ плотно примыкаетъ къ стѣнкѣ коробки и можетъ передвигаться вдоль нея. А когда онъ такъ передвигается, то по разному закрываетъ входы внутрь коробки. Налѣво изображенъ золотникъ въ одномъ положеніи, а направо—въ другомъ. Стрѣлками показано, на лѣвомъ рисункѣ, что паръ входитъ въ верхнюю половину цилиндра, значитъ толкаетъ при этомъ поршень и его стержень внизъ. А на правомъ рисункѣ изображенъ золотникъ въ другомъ положеніи, здѣсь паръ входитъ въ нижнюю половину — и тол-

каетъ поршень вверхъ, то есть въ обратную сторону. Кружокъ, около котораго написана буква *n*, представляетъ изъ себя паровую трубу въ разрѣзѣ, — ту самую трубу, по которой отработавшій паръ выходитъ наружу. Стрѣлки показываютъ, какъ паръ входитъ внутрь и выходитъ. Въ то время какъ онъ входитъ въ верхнюю половинку коробки, онъ въ это-же самое время уходитъ изъ нижней половины ея наружу. Значитъ, сила пара толкаетъ поршень то вверхъ, то внизъ. А когда передвигается поршень, то передвигается и стержень его. А движеніемъ этого стержня вертятся какія угодно колеса. Такимъ способомъ и работаетъ паровая машина. Паровая машина можетъ служить примѣромъ того, какимъ способомъ движеніе невидимыхъ частицъ горячаго пара передѣлывается въ видимое движеніе большихъ колесъ. Здѣсь энергія тепловая переходитъ въ работу машинную.

**Никакое движеніе не можетъ само собой ни начаться,  
ни кончиться.**

Весь міръ, вся Вселенная состоитъ изъ маленькихъ — маленькихъ крупинокъ вещества, и всѣ эти крупинки постоянно движутся: сходятся, расходятся, сталкиваются, соединяются, разъединяются<sup>1</sup>. Весь міръ вродѣ какъ пропитанъ движеніемъ; начиная отъ огромныхъ небесныхъ свѣтилъ и кончая невидимымъ міровымъ эфиромъ. Все это узнано съ точностью и достовѣрностью, доказано и провѣрено.

Но почему же и какъ движутся эти крупинки вещества, то есть міровой эфиръ, электроны, атомы и молекулы? Почему началось такое ихъ движеніе? И почему не затихаетъ оно? А, можетъ быть, и затихаетъ? И можетъ ли быть, что когда-нибудь оно, въ концѣ концовъ, и совершенно затихнетъ? Нельзя ли узнать и это? И тоже съ точностью и достовѣрностью?

Когда останавливается какое-либо движеніе? Только тогда, когда встрѣчаетъ себѣ какое-нибудь препятствіе.

---

<sup>1</sup> Объ этомъ рассказано въ I-ой книжкѣ «Вещество и его тайны».



Вотъ, напримѣръ, катится по полу какой нибудь шаръ. Катясь, онъ, хоть немного, а все таки трется о полъ. Мѣшаетъ шару безъ конца катиться и воздухъ. И шаръ, въ концѣ концовъ, всегда останавливается: безъ конца катиться онъ не можетъ даже по самому гладкому полу.

Или вотъ, напримѣръ, несется надъ землею пушечное ядро. Несется очень быстро, несется нѣсколько верстъ. Но, въ концѣ концовъ, и оно все таки падаетъ. Почему такъ? Да потому что и его движенію есть помѣха: полету ядра мѣшаетъ воздухъ, — вѣдь его приходится разсѣкать. А, кромѣ того, земля постоянно тянетъ ядро къ низу. Меньше станетъ помѣхъ — дольше продолжится движеніе. Если еще меньше ихъ — движеніе продолжится еще дольше. И такъ всюду и всегда.

Ну, а если бы никакихъ препятствій движенію не было, — могло ли бы тогда остановиться движеніе? Такъ, напримѣръ, если бы ядро несло не черезъ воздухъ, а черезъ пустое пространство, — чрезъ пустоту, гдѣ никакого воздуха нѣтъ? И это далеко отъ земли, такъ чтобы и она къ себѣ не тянула? Остановится ли тогда ядро при такихъ обстоятельствахъ его движенія? На такой вопросъ вотъ какой отвѣтъ: чтобы какое-нибудь движеніе прекратилось, нужны, разумѣется, какія-нибудь причины, то есть, препятствія. Ничего и никогда безпричинно не бываетъ. А если нѣтъ причинъ для остановки, то не будетъ и самой остановки. Другими словами, тогда движеніе *никогда не прекратится*. И даже не можетъ прекратиться. Если бы прекратилось, это было бы настоящимъ чудомъ.

А можетъ ли прекратиться движеніе мірового эфира, и электроновъ, и атомовъ, и молекулъ? Для остановки этого ихъ движенія тоже нужны какія-нибудь препятствія. Какое же есть препятствіе въ пустотѣ? Только бы не столкнулись съ какими-нибудь частичками вещества. Если же никакихъ препятствій не встрѣтится, то нѣтъ и препятствій для движенія. А, значитъ, оно и будетъ

продолжаться въ пустотѣ вѣчно. И остановиться само собою не можетъ. И никакой поддержки для него со стороны вовсе не требуется. Значить, коли, на примѣръ, какая-нибудь крупинка мірового эфира движется въ пустотѣ,—такъ она и будетъ двигаться безъ конца, пока съ чѣмъ-нибудь не столкнется.

Но вотъ, на примѣръ, она налетѣла на атомъ какого-нибудь вещества. Но вѣдь атомъ всякаго вещества составленъ изъ электроновъ, а между электронами есть промежутки, пустыя мѣста, какъ объ этомъ было сказано<sup>1</sup>. Промежутки же эти пустыя, и входъ въ нихъ свободенъ. Значить, движеніе мірового эфира можетъ идти безъ задержки и внутри атома, въ этихъ самыхъ промежуткахъ, то есть, между электронами, гдѣ продолжается пустота.

Или вотъ, на примѣръ, движется въ пустотѣ электронъ. Онъ тоже самъ собою остановиться не можетъ. Но вотъ попался ему, на примѣръ, — какой-нибудь атомъ какого-нибудь вещества. Электронъ по своей величинѣ гораздо меньше атомовъ и потому тоже можетъ двигаться въ промежуткахъ между ними, то есть внутри молекулъ. Электроны могутъ пролетать сквозь разныя вещества, потому что между молекулами и ихъ атомами есть промежутки. Вотъ, на примѣръ, электроны вылетѣли изъ радія. На ихъ дорогѣ поставили тонкій листочекъ изъ алюминія. Черезъ него воздухъ, то есть молекулы воздуха, не проходятъ, и никакія другія вещества тоже. А электроны сквозь алюминіевый листочекъ проскакиваютъ отлично. Алюминіевый листокъ сложенъ изъ молекулъ, а тѣ изъ атомовъ этого металла. Значить, электроны могутъ носиться и носятся въ промежуткѣ между ними. Почему такъ? Да потому, что электроны ужъ очень маленькіе. Для нихъ есть достаточно простора и въ промежуткахъ между атомами. Разумѣется, эти промежутки извилисты, и всякій

---

<sup>1</sup> Въ книжкѣ «Вещество и его тайны».

несущійся электронъ то и дѣло натыкается на атомы и молекулы. Натыкается — и отскакиваетъ, и мѣняетъ направленіе своего пути. И летитъ въ другую сторону. А тамъ опять натыкается. И опять летитъ. И опять мѣняетъ направленіе. И опять летитъ. Но все таки, въ концѣ концовъ, электроны сквозь аллюминіевый листокъ проходятъ, — могутъ проходить.

. А вотъ, напримѣръ, гдѣ - нибудь въ пустотѣ несется большой камень. Его вещество тоже составлено изъ молекулъ, — а тѣ изъ атомовъ, а тѣ изъ электроновъ. Камень — это значитъ огромное собраніе ихъ безчисленнаго числа. Можетъ ли остановиться это движеніе, коли для него препятствій нѣтъ? Разумѣется, не остановится и движеніе камня, хоть онъ и сложенъ изъ множества такихъ составныхъ частей.

А если несется въ пустотѣ не камень, а какое-нибудь небесное свѣтило, — напримѣръ, солнце, луна, звѣзда? Безъ какихъ-нибудь препятствій не остановится и ихъ движеніе. Такъ эти свѣтила и будутъ носиться, хоть вѣки вѣчныя. И никакой поддержки, и никакихъ подталкиваній для этого вѣчнаго ихъ движенія совсѣмъ не требуется.

. Вокругъ всѣхъ небесныхъ свѣтилъ — міровой эфиръ. Но онъ для нихъ не препятствіе: зернышки мірового эфира проходятъ сквозь ихъ вещества.

Значитъ, выходитъ такъ: и огромныя небесныя свѣтила, и маленькіе - маленькіе электроны носятся въ пустотѣ однимъ и тѣмъ же способомъ: коли нѣтъ помѣхъ, они двигаются вѣчно.

**Никакое движеніе не можетъ измѣняться само собою.**

Но это еще не все: безъ вмѣшательства какого - либо препятствія никакое движеніе не можетъ мѣнять и своего направленія: въ какую сторону началось движеніе, въ ту самую сторону оно и будетъ направляться вѣчно, коли

электрону, отъ атома къ атому, отъ частички къ частичкѣ, отъ предмета къ предмету. Движеніе переходитъ и отъ электрона къ атомамъ, и обратно, и отъ нихъ къ молекуламъ и тоже обратно, и къ міровому эфиру и отъ него, это смотря по тому, что и съ чѣмъ сталкивается въ вѣчно кипучемъ круговоротѣ.

Но что же это значитъ „движеніе переходитъ“? Это значитъ, что послѣ столкновенія двухъ частичекъ вещества, напримѣръ, двухъ электроновъ, одинъ изъ нихъ начинаетъ двигаться быстрѣе, зато другой медленнѣе. Другими словами, одинъ изъ электроновъ свое движеніе какъ бы теряетъ, а другой въ это самое время какъ бы получаетъ его отъ того: движеніе и вправду вродѣ какъ переходитъ съ мѣста на мѣсто, отъ одного столкнувшагося къ другому: движеніе и въ этомъ случаѣ не пропадо, оно только перешло.

И вотъ что еще интересно: такой переходъ движенія среди невидимыхъ частицъ вещества совершается тоже удивительно правильно: вродѣ какъ по расчету: насколько меньше его стало въ одномъ мѣстѣ, настолько же больше въ другомъ. Это совсѣмъ такъ, какъ при движеніи видимомъ, напримѣръ, ядра или молотка. А) пропажи, то есть, уничтоженія движенія — *вовсе нѣтъ*. И нигдѣ. И никогда. Среди частичекъ вещества, невидимыхъ для нашего глаза, какъ и для видимыхъ, этого никогда и нигдѣ не бываетъ и быть не можетъ: такъ устроенъ міръ.

Какъ же это происходитъ, что при такомъ переходѣ своемъ движеніе не пропадаетъ? А вотъ какъ: при каждомъ такомъ переходѣ само собой принимается въ расчетъ и скорость движенія, и количество вещества въ каждой изъ столкнувшихся частичекъ. И правда: одно дѣло — столкнуться большому шару съ маленькимъ. И совсѣмъ другое дѣло — столкнуться двумъ одинаковымъ шарамъ. Одно дѣло — налетѣть другъ на дружку съ огромной скоростью, то есть съ большимъ разбѣгомъ, со всего маху. И совсѣмъ другое дѣло — столкнуться почти

безъ разбѣга. Другими словами, и скорость движенія, и количество вещества у разныхъ столкнувшихся частичекъ могутъ быть разные. А больше скорость, да больше вещества сталкивается, — больше и сила. Всякій знаетъ, что большой камень, летящій медленно, не причиняетъ такой боли, какъ маленькій камень, да пущенный съ большой силой. Значитъ, сила у несущагося камня и вправду зависитъ отъ его скорости да отъ его массы, то есть, отъ количества вещества въ немъ, отъ его увѣсистойи. Но то же самое можно сказать не только о какомъ угодно камнѣ, а и о какой угодно частичкѣ вещества : и о маленькомъ электронѣ, и о пушечномъ ядрѣ, и о небесномъ свѣтилѣ. Всякая частичка вещества, рѣшительно всякая, коли она движется, обладаетъ силой, смотря по своей скорости и смотря по своей массѣ. Всякая движущаяся частичка какого угодно вещества этою - то своею силой и отличается отъ всякой другой частички, коли у нея иная скорость и иная масса. Смотря по ихъ скорости и по ихъ массѣ, бываетъ различна и эта живая, то есть дѣятельная сила каждой движущейся частички. Поэтому о движущихся частичкахъ и говорятъ : у нихъ есть *живая сила*. Вотъ, на примѣръ, движущійся атомъ и движущійся электронъ : разумѣется, масса любого электрона гораздо меньше, чѣмъ любого атома. Ну, а какова скорость движенія ? О скорости электроновъ можно судить по скорости электрическаго тока, который бѣжитъ, на примѣръ, по мѣдной проволоцѣ. <sup>1</sup> Электрическій токъ, — это значитъ, множество электроновъ, летящихъ между атомами и молекулами проволоки. Скорость же тока громадна : она иной разъ можетъ быть больше ста верстъ въ секунду. Это узнали, на примѣръ, пуская токъ по проволоцѣ изъ города въ городъ. И вотъ съ такой - то скоростью и несутся маленькіе электроны. Вотъ почему они имѣютъ иной разъ куда больше силы, чѣмъ медленно движущіяся молекулы. Вотъ,

---

<sup>1</sup> Смотри въ книжкѣ « Вещество и его тайны ».

напримѣръ, пропустили электрическій токъ чрезъ воду. Это значитъ, напустили цѣлый рой электроновъ на молекулы воды. И вотъ молекулы воды отъ электрическаго тока начинаютъ распадаться на атомы водорода и атомы кислорода. Значитъ, маленькіе-то электроны, налетѣвшіе на тѣ съ огромной скоростью, въ силахъ разрушить и молекулу воды, хотя та гораздо больше ихъ самихъ. Почему такъ? Да потому, что огромная скорость движенія даетъ маленькому электрону очень большую живую силу. Электронъ бьетъ, такъ сказать, со своего большого разбѣга. А молекулы воды, хоть и гораздо крупнѣе электроновъ, зато движутся-то онѣ не съ такой большой скоростью, какъ тѣ.

Вотъ съ какой скоростью несутся электроны: въ пустомъ пространствѣ они могутъ пролетать слишкомъ по сту тысячъ верстъ въ секунду, лишь бы ихъ полету ничто не мѣшало. Такую огромную скорость трудно себѣ и представить. Впрочемъ, электроны такъ быстро летятъ только тамъ, гдѣ ихъ полету ничто не мѣшаетъ. Но уже гораздо медленнѣе ихъ полетъ, напримѣръ, внутри стеклянной трубки, изъ которой выкачанъ почти весь воздухъ. Тамъ они несутся раза въ два или въ три медленнѣе. Трубку, длина которой не больше аршина, электронъ пролетаетъ въ чрезвычайно малую долю секунды, — а именно, въ одну четыреста пятидесяти миллионную долю ея! Столь краткое время невозможно и вообразить себѣ. А въ воздухѣ движеніе электроновъ еще медленнѣе, а въ жидкомъ и твердомъ веществѣ еще и еще.

Какою же силой обладаютъ быстро несущіеся электроны? Разумѣется, у нихъ огромная сила. Но, благодаря своей скорости и силѣ, электроны всетаки могутъ двигаться, нести даже внутри разныхъ веществъ, напримѣръ, внутри желѣзной или мѣдной проволоки, или внутри человѣческаго тѣла, между его молекулами, — въ пустыхъ промежуткахъ, которые раздѣляютъ ихъ. Вотъ такой-

то ихъ полеть люди и называютъ электрическимъ токомъ. Электрическій токъ, — это значить электронный потокъ. Когда идетъ такой токъ по проволокѣ или чрезъ наше тѣло, это значить — сквозь нихъ летятъ электроны, миллионы миллионовъ ихъ, удивительно быстро, стремительно, сильно и вродѣ какъ пробиваются между частичками вещества.

Всѣ атомы, всѣ молекулы, всѣ электроны разныхъ веществъ отличаются между собой по количеству вещества въ нихъ: иные атомы, на примѣръ, золота, платины, радія, сравнительно крупны и очень увѣсисты; другіе атомы и молекулы, на примѣръ, водорода, гелія, — самыя легкіе. Вотъ, на примѣръ, налетаютъ на одно и то же препятствіе атомъ золота, атомъ платины и атомъ гелія; и всѣ при атомъ несутся съ одинаковой скоростью. Кто изъ нихъ стукнется съ наибольшей силой? Разумѣется, ударъ отъ атома платины будетъ сильнѣе ударовъ отъ другихъ атомовъ. Но во сколько же разъ сильнѣе? Во сколько разъ, во сколько разъ количество вещества въ немъ больше. То же можно сказать и о несущейся ружейной пулѣ и ядрѣ; при *одинаковой* скорости сила ядра больше, чѣмъ сила пули. Во сколько разъ больше количество вещества въ ядрѣ сравнительно съ пулей, во сколько разъ больше и сила ядра. Ровно во сколько разъ. Но это только въ случаѣ одинаковой скорости и большого ядра, и маленькой пули. То же можно сказать и о быстро несущихся звѣздахъ, и о другихъ небесныхъ свѣтилахъ: и въ большомъ повторяется одно и то же правило — одинаковое для всего міра.

Но особенную силу придаетъ несущейся пулѣ или ядру его скорость. Вѣдь одно дѣло удариться о препятствіе съ малаго разбѣга, и совсѣмъ другое дѣло налетѣть очень быстро. Какъ же вліяетъ скорость полета на силу удара? А вотъ какъ: больше скорость полета — больше и сила. Меньше скорость — меньше и сила. Сила растетъ отъ скорости очень быстро и вотъ въ какомъ размѣрѣ. Если скорость полета увеличится, на примѣръ, раза въ

два, то живая сила несущейся массы вещества увеличится не въ два, а въ четыре раза, то есть въ дважды два. Если же скорость полета увеличится раза въ три, то живая сила вырастетъ въ девять разъ, то есть трижды три раза; если скорость увеличится въ сто разъ, то сила увеличится въ сто разъ сто, то есть въ десять тысячъ разъ. И такъ всегда: гдѣ нарастаетъ скорость, тамъ и живая сила нарастаетъ въ квадратъ<sup>1</sup>. Вотъ какъ влѣяетъ прибавка скорости на силу несущейся частички вещества! Таково правило.

Живая сила всякой движущейся частички сильно помогаетъ преодолевать всякія препятствія. И между этой силой и преодоленіемъ препятствій тоже всегда имѣется точное соотвѣтствіе: больше сила,—больше и это преодоленіе; а меньше сила,—меньше и преодоленіе. Всякія препятствія всегда и вездѣ преодолеваются смотря по имѣющейсѣ силѣ. Такъ бываетъ и среди людей. Но вѣдь не только люди преодолеваютъ препятствія. А развѣ не преодолеваетъ ихъ, на примѣръ, электронъ, летящій между атомами и частичками желѣзной проволоки? А развѣ не преодолеваетъ препятствій, на примѣръ, вѣтеръ, напорающій на крылья вѣтряной мельницы, или горячій паръ, ворочающій колеса паровоза? Да стоитъ только оглянуться вокругъ себя—всюду въ природѣ движеніе, а на его путяхъ —препятствія, и эти препятствія преодолеваются разными способами. Всюду идетъ борьба съ препятствіями, а на это нужна энергія, то есть, работоспособность. Другими словами, преодоленіемъ препятствій вродѣ какъ занимается все вокругъ. Вся природа только этимъ и живетъ. Все на свѣтѣ, что только движется, преодолеваетъ какое-нибудь препятствіе. А ихъ преодолевать,—это прежде всего значить — совершать какую нибудь работу,

---

<sup>1</sup> Дважды два — это квадратъ двухъ; трижды три — квадратъ трехъ;  $4 \times 4$  (четыре, помноженное на 4) квадратъ четырехъ;  $100 \times 100$  — квадратъ ста. Всякое число, помноженное на такое самое число, называется квадратомъ.



иначе говоря, это значить имѣть работоспособность,— иначе говоря,—имѣть энергію. Вотъ это и значить, что вся природа имѣетъ энергію,—всякій движущійся предметъ имѣетъ ее, начиная отъ маленькихъ-маленькихъ электроновъ, атомовъ и молекулъ и кончая огромными несущимися солнцами и звѣздами. Значить, не приходится говорить, что природа мертва: нѣтъ, вовсе она не мертва. Даже напротивъ, природа прежде всего энергична и вся насквозь пропитана энергіей, вплоть до самыхъ малыхъ своихъ частицъ. Чѣмъ больше масса, то есть, количество вещества,—тѣмъ больше энергія. Чѣмъ больше скорость движенія, тѣмъ она больше въ квадратъ. И это справедливо и для всякихъ массъ всѣхъ веществъ, и для всѣхъ скоростей, какія только были, есть и будутъ въ природѣ гдѣ либо.

Значить, выходитъ такъ,—въ міръ все движется: и электроны движутся въ атомахъ и вмѣстѣ съ ними; движутся и атомы, и молекулы, и разные предметы,—вещественные предметы, изъ нихъ составленные: и земля, и солнце, и всѣ свѣтила небесныя. Движется все. Движется всегда. И остановиться не можетъ, а только переходить съ мѣста на мѣсто. Въ этомъ безконечномъ движеніи энергія вродѣ какъ переливается по всей Вселенной, переходитъ отъ одной массы вещества къ другой, а тамъ къ третьей, четвертой, и такъ далѣе, безъ конца. И переходитъ по мѣркъ и по расчету, и смотря по массамъ и по скоростямъ вѣчно движущихся частицъ того вещества, изъ котораго составленъ міръ.

**Энергія запасная и энергія дѣйствующая. Онѣ могутъ превращаться одна въ другую.**

Нерѣдко бываетъ такъ: энергія хоть и на лицо, но себя все таки не проявляетъ. Вотъ, на примѣръ, приподнята надъ землею большая гиря, которою вбиваютъ сваи. Она виситъ высоко, но ее держать, и ей не даютъ падать.

Ясное дѣло, что въ такой поднятой гирѣ какъ бы спря-  
танъ запасъ энергіи, запасъ работы, еще ею не сдѣлан-  
ный. И правда, — стоитъ эту гирю пустить падать, — и  
ея энергія сейчасъ же дастъ себя знать : гиря полетитъ  
внизъ и стукнется о сваю, и двинетъ внизъ эту сваю, а  
отъ удара и сама немножко нагрѣется, и преграду не-  
множко нагрѣетъ. Благодаря чему-же отъ гири появи-  
лась такая сила? Благодаря тому, что эта гиря была под-  
нята на высоту. Лежи гиря на землѣ, — не было бы у  
нея силы и такой работоспособности. Чтобы сообщить  
гирѣ эту самую работоспособность, надо было сначала эту  
гирю поднять на эту самую высоту. А подынешь еще  
выше, сообщишь ей еще больше энергіи. И чѣмъ выше  
подынешь, тѣмъ больше сообщишь ей энергіи. Значитъ,  
поднимая гирю, вродѣ какъ заряжаешь ее энергіей; во  
время подниманія гири, энергія въ гирѣ невидимо накоп-  
ляется.

Но откуда же она берется? А вотъ откуда. Въ энер-  
гію гири переходитъ какая-нибудь другая энергія, — та  
самая, которая ее поднимаетъ на высоту. Напримѣръ,  
тянетъ гирю наверхъ за веревку человѣкъ : при этомъ  
человѣкъ этотъ свою работоспособность на подъемъ гири  
затрачиваетъ ; а гиря, поднимаясь вверхъ, работоспособ-  
ность эту получаетъ. Пока гиря на высотѣ, — эта затра-  
ченная работа у нея держится въ видѣ запаса. Когда же  
гиря падаетъ и ударяется о землю, — эта ея запасная энер-  
гія превращается въ теплоту и въ звукъ. Значитъ, быва-  
етъ такъ : энергія поднятой гири можетъ находиться то  
въ запасѣ, то въ дѣйствии. Но вѣдь запасъ энергіи — все  
таки энергія. Вѣдь эту запасенную энергію можно ис-  
пользовать при случаѣ на какую-нибудь работу, напри-  
мѣръ, на вбиваніе свай, на ковку желѣза, — словомъ сказать,  
на преодоленіе какихъ-нибудь препятствій. Значитъ, при-  
поднятая гиря тоже работоспособна. Иначе говоря, и въ  
ней есть энергія, хоть и скрытая, то-есть въ запасѣ.  
Правда, эта запасная энергія совсѣмъ не такова, какъ

энергія дѣйствующая. А все-таки это тоже энергія, то есть работоспособность. Значить, энергія-то можетъ существовать не въ одномъ, а въ двухъ разныхъ видахъ : во-первыхъ, въ видѣ энергіи дѣйствующей, во-вторыхъ—въ видѣ энергіи запасной<sup>1</sup>. Энергія запасная можетъ переходить въ дѣйствующую, а дѣйствующая—въ запасную. Напримѣръ, вотъ человѣкъ поднимаетъ гирю вверхъ, — это онъ переводитъ свою собственную энергію въ запасную энергію приподнятой гири. Но вотъ эта самая гиря падаетъ съ высоты внизъ : это ея запасная энергія переходитъ снова въ энергію дѣйствующую. Это тоже превращеніе энергіи, и такія превращенія совершаются вокругъ насъ на каждомъ шагу : то энергія запасная переходитъ въ дѣйствующую, то дѣйствующая въ запасную. И эти превращенія ея всегда совершаются тоже не кое-какъ, а по мѣркѣ : больше стало одной, меньше стало другой. Увеличились запасы,—на это пришлось произвести и затраты ; а стало меньше запаса,—зато часть его ушла на работу. И такъ тоже всегда и вездѣ.

Вотъ, напримѣръ, какой-нибудь прудъ на какой нибудь горѣ. Каждая молекула его воды обладаетъ запасомъ энергіи. Почему такъ ? Да потому что прудъ и вся его вода находится на высотѣ—приподнята какимъ-то способомъ на такую высоту. Значить, вся вода этого пруда хранитъ въ себѣ запасъ энергіи. А потечетъ, напримѣръ, эта самая вода внизъ, да упадетъ она на колеса какой-нибудь водяной мельницы,—и этотъ ея запасъ ея энергіи дастъ себя знать тамъ—колеса мельницы завертятся. Или вотъ, напримѣръ, облако несется по небосводу надъ землей. Это облако тоже—большой запасъ энергіи. Что оно такое ?

---

<sup>1</sup> Запасная энергія называется обыкновенно потенциальной, отъ латинскаго слова « потенція », что значитъ по русски « возможность ». Это энергія возможная, то-есть, *могущая* проявиться при случаѣ. Энергія дѣйствующая называется « кинетической » или двигающей. Это энергія, которая даетъ себя знать движеніемъ.

Огромное скопище водяныхъ молекулъ, поднятыхъ къ небу, на высоту. И здѣсь въ каждой молекулѣ имѣется запасъ энергіи. Тоже и онъ можетъ проявиться, лишь только эти водяныя молекулы станутъ падать дождемъ внизъ. Водяныя капли этого дождя могутъ тогда и землю разрыть, и хлѣба къ землѣ прибить, и сдвинуть съ мѣста камни, да и покатить ихъ по склону горы.

А вотъ стоитъ бочка съ порохомъ. Всякій знаетъ, что порохъ имѣетъ страшную силу, если его зажечь. Порохъ можетъ и каменную скалу разнести на куски, и тяжелое пушечное ядро такъ толкнуть, что то будетъ летѣть нѣсколько верстъ. Энергія пороха огромна. Но она не всегда даетъ себя знать въ видѣ дѣйствующей энергіи. Когда порохъ лежитъ,—это значитъ вотъ что: его энергія хоть и существуетъ, но скрыта въ немъ въ видѣ запаса.

А вотъ стоитъ у станціи желѣзной дороги паровозъ, готовый двинуться въ путь. Пары въ немъ уже давно разведены, но только еще не пущены. Всякій знаетъ,—энергія этихъ паровъ тоже огромна и можетъ себя дать знать какъ слѣдуетъ. Когда паровозъ стоитъ,—эта энергія у него въ запасъ. Когда же паровозъ сдвинулся,—эта его запасная энергія проявила себя въ своемъ дѣйствіи. Но запасная энергія—все-таки энергія и, какъ никакъ, а при случаѣ можетъ-таки дать знать о себѣ.

Вселенная такъ и устроена: вся ея энергія то проявляетъ себя дѣйствиємъ, то хранится въ запасъ, или въ скрытомъ видѣ.—Но такъ до поры до времени. То и дѣло въ однихъ мѣстахъ запасная энергія переходитъ въ дѣйствующую, а въ другихъ перемѣны идутъ обратнымъ ходомъ,—дѣйствующая энергія переходитъ въ запасную.

Но вотъ что особенно удивительно: во всей Вселенной бываетъ такъ: больше энергіи дѣйствующей,—меньше запасной. А больше запасной—меньше дѣйствующей. Иначе говоря, переходы и превращенія ихъ хоть и совершаются, а пропажъ да потерь не бываетъ никогда:

сколько энергии было, столько и есть. А сколько энергии есть, столько ее всегда и будеть.

**Для перехода запасной энергии въ дѣйствующую  
нужна перемѣна обстоятельствъ.**

Иной разъ кажется, что энергія пропадаетъ: остановили, на примѣръ, движеніе поднимаемой гири, — и пропала, изничтожилась работа человѣка, поднявшаго эту тяжесть на высоту. А на самомъ дѣлѣ вовсе здѣсь нѣтъ ни пропажи, ни уничтоженія: запасъ вовсе не значитъ уничтоженіе. Во Вселенной энергія то и дѣло какъ бы припрятывается про запасъ, да въ скрытомъ видѣ иной разъ и лежитъ долго, долго — до своего новаго проявленія. Лежитъ до тѣхъ поръ, пока какія-нибудь новыя обстоятельства не заставятъ эту запасную энергію обнаружиться вновь. Такъ, на примѣръ, запасная энергія пороха скрыта, пока не попала въ порохъ откуда-нибудь искра. Запасная энергія горячаго водяного пара въ паровозѣ скрыта до тѣхъ поръ, пока паръ не пущенъ въ машину, вертящую его колеса. Запасная энергія водяныхъ капель въ облакахъ не обнаруживается до тѣхъ поръ, пока эти капельки не сдѣлались достаточно тяжелыми, чтобы упасть на землю. Запасная энергія воды на горѣ обнаружится лишь тогда, когда эта вода прочиститъ себѣ дорогу. Значитъ, для перехода запасной энергии въ дѣйствующую, нужна подходящая перемѣна окружающихъ обстоятельствъ. Иначе говоря, — нужна перемѣна окружающихъ условій существованія. А не будетъ перемѣны ихъ, — все такъ и останется по прежнему. А случилась перемѣна, — отъ нея начались и пошли перемѣны и другія. Перемѣна ведетъ къ перемѣнѣ. Перемѣна цѣпляется за перемѣну, вродѣ какъ зубчатое колесо цѣпляется за зубчатое колесо въ какой-нибудь сложной и большой машинѣ. Всякое движеніе — это уже перемѣна. А Вселенная, все вещество Вселенной имъ-то и пропитано. Потому и выходитъ такъ,

что превращеніе энергіи совершается всегда и всюду во всей Вселенной. Однѣ ея формы и виды постоянно переходятъ въ другія.

---

#### ГЛАВА IV.

## Что такое звукъ ?

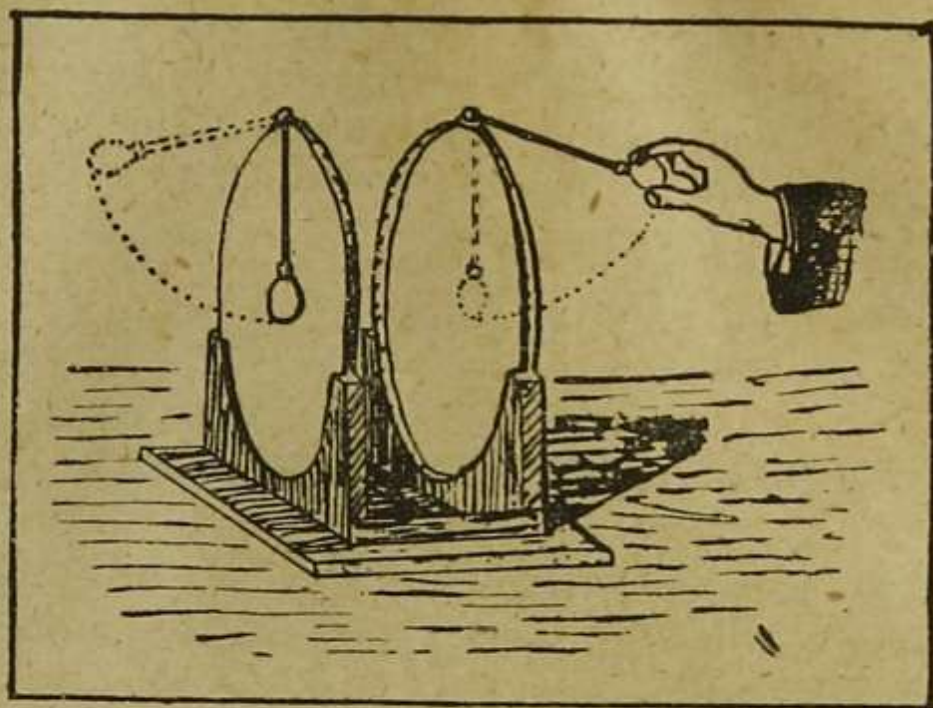
**Всякій звукъ — невидимая работа невидимыхъ и дрожащихъ частичекъ воздуха.**

Вотъ, напримѣръ, гудятъ фабрики, стучатъ и громыхаютъ ихъ машины, рѣзко свистятъ ихъ свистки ; вотъ звонятъ церковные колокола, поютъ пѣвчіе, играетъ музыка... Шумъ, грохотъ, звонъ, свистъ, пѣніе, музыка... Все это звуки и звуки. Но почему же воздухъ разноситъ ихъ ? И какъ разноситъ ? И что дѣлается съ воздухомъ въ это самое время ? Ко всему этому интересно присмотрѣться и это изслѣдовать.

Всякій знаетъ, что при сильныхъ ударахъ грома дрожатъ стекла въ окнахъ. Почему такъ ? Да потому, что воздухъ при этомъ сотрясается. А сотрясается воздухъ — это значить — сотрясается всякая его частичка. Онѣ-то и ударяютъ объ оконныя стекла. Онѣ-то своими ударами и заставляютъ стекло дрожать. А громъ — звукъ. Значить звукъ — тоже, что сотрясеніе частичекъ воздуха. Когда сотрясеніе дѣйствуетъ на человѣческое ухо, тогда ухо слышитъ звукъ. Иногда бываетъ такъ, что грохотъ пушечныхъ выстрѣловъ даже разбиваетъ стекла домовъ. Есть фокусники, которые своимъ крикомъ могутъ бить стаканы. Все это показываетъ, что звукъ — сотрясеніе воздуха, а его сотрясеніе заставляетъ сотрясаться и стекло. Частички воздуха для человѣческаго глаза не видны, потому что онѣ очень ужъ малы. А звукъ — для человѣческаго уха —

слышенъ. Значить, не тѣмъ, такъ другимъ способомъ все-таки мы можемъ узнавать кое что и о передвиженіи невидимыхъ воздушныхъ частицъ.

Но можно сотрясеніе воздуха и увидѣть, да еще при разныхъ звукахъ. И вотъ, на примѣръ, какимъ способомъ.



Здѣсь нарисованы два обруча. На оба обруча туго на-тянута бумага. Къ ней прикасаются шарики, подвѣшенные на ниточкахъ. Если ударить однимъ шарикомъ о бумагу одного изъ обручей, то сейчасъ же отскочитъ шарикъ, который касается другого обруча. Почему такъ? Потому что по воздуху, отъ удара, бѣжитъ волна, и она-то и переноситъ силу этого удара. Бумага второго лѣваго обруча начинаетъ отъ этого тоже колебаться, и ея колебаніями отбрасывается шарикъ отъ бумаги. Это и показано на рисункѣ точками.

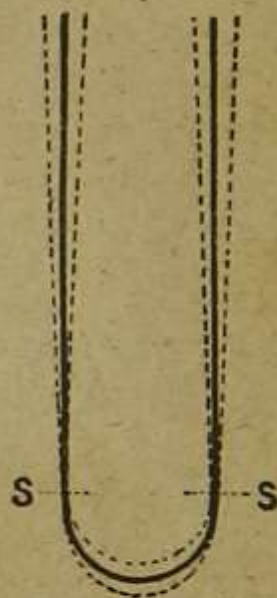
Нужно для этого взять два обруча, обтянутыхъ бумагою, какъ на рисункѣ показано, или двѣ бумажныя коробки безъ дна и безъ крышки. На мѣсто дна нужно крѣпко натянуть какую нибудь бумагу, тоже крѣпкую; затѣмъ надо взять какой-нибудь шарикъ на ниточкѣ, непременно шарикъ очень небольшой и совсѣмъ легкій; надо затѣмъ привѣсить его снаружи на какой-нибудь одной изъ этихъ двухъ коробокъ такъ, чтобы онъ лишь слегка-слегка

касаясь бумаги, натянутой на ее дно. Затѣмъ надо поставить коробку противъ коробки такъ, чтобы ихъ донышки смотрѣли въ разныя стороны. Коробки можно поставить при этомъ даже аршина на два одна отъ другой. Когда все это устроено, надо щелкнуть пальцемъ по натянутой бумагѣ; тогда въ ту же секунду шарикъ у другой коробки такъ и отскочить отъ ее донышка. Крикните погромче около донышка первой коробки, — шарикъ отскочить и отъ крика. Почему же онъ отскакиваетъ? Да потому, что всякій звукъ есть дрожаніе воздуха. Это дрожаніе воздуха заставляетъ дрожать натянутую бумагу, а дрожаніе этой бумаги заставляетъ отскакивать шарикъ.

### Разнымъ звукамъ соотвѣтствуютъ разныя дрожанія.

А почему звучать натянутыя струны? Потому что и онѣ дрожатъ, и своимъ дрожаніемъ заставляютъ дрожать

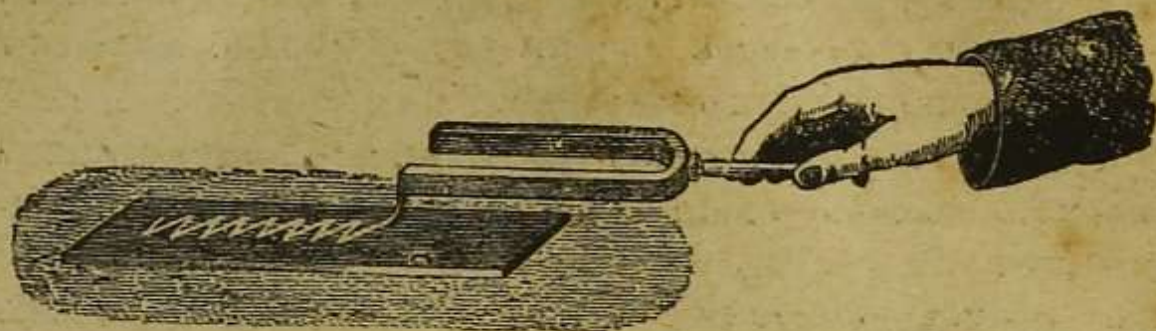
Камертонъ—это просто напросто стальной брусочекъ, загнутый въ видѣ колѣна. Если его ударить, то онъ начинаетъ звучать. Смотря по длинѣ камертона, получаютъ разные звуки. На рисункѣ показано точками, какъ дрожитъ камертонъ, когда онъ звучитъ. Его концы колеблются то въ одну, то въ другую сторону и такимъ способомъ порождаютъ множество маленькихъ невидимыхъ волнъ въ воздухѣ.



и воздухъ. Дрожаніе струнъ иной разъ бываетъ даже видно простымъ глазомъ. Но иногда оно и не видно, — такъ малы и незамѣтны колебанія струны, то—есть, ее дрожаніе. А поднесите къ звучащей струнѣ маленькій шарикъ на ниточкѣ, — онъ тотчасъ же станетъ отскакивать



отъ струны, а этимъ и обнаружить ея быстрыя колебанія, то-есть, качанія взадъ и впередъ. Еще лучше они видны съ помощью камертона. Такъ называется стальной инструментъ, изображенный здѣсь на рисункѣ. Если его ударить, — то онъ дрожить. Когда же онъ дрожить, то звучитъ. Дрожаніе камертона лучше всего замѣтно на концахъ его. Поднесите къ нему шарикъ на ниточкѣ, — онъ и обнаружитъ ихъ тотчасъ же. Когда же камертонъ



На рисункѣ изображено, какимъ способомъ можно записать и разсмотрѣть дрожанія камертона. Къ одному его концу здѣсь придѣлана тонкая проволочка. Камертонъ дрожитъ, а имъ быстро проводятъ по закопченной бумажкѣ. Тогда проволочка чертитъ зигзаги. При разныхъ дрожаніяхъ камертона получаются такимъ способомъ разные зигзаги. Значитъ, при разныхъ звукахъ частички камертона и частички воздуха работаютъ по разному.

дрожитъ, — онъ сотрясаетъ воздухъ и вотъ какимъ способомъ. При дрожаніи концы камертона колеблются, то — есть, передвигаются на короткое разстояніе то въ одну сторону, то обратно, то наступаютъ, то отступаютъ. И это происходитъ быстро-быстро, смотря по камертону. Есть камертоны, которые дѣлаютъ по нѣскольку сотъ дрожаній въ секунду. Такихъ быстрыхъ дрожаній, разумѣется, простымъ глазомъ не увидишь. Но ихъ можно увидѣть, напримѣръ, такимъ способомъ : взять небольшое стекло или бумагу и закоптить ихъ на свѣчѣ ; затѣмъ сдѣлать такъ, чтобы камертонъ зазвучалъ. Когда же онъ звучитъ, то дрожитъ. Задрожитъ при этомъ тогда и

придѣланная проволочка. Затѣмъ нужно взять дрожащій камертонъ, да и провести быстро проволочкой по закопченному стеклу или бумагѣ такъ, чтобы начертить ровную черту. Это на рисункѣ показано. Что же оказывается при этомъ? Черта-то получается вовсе не ровная, а волнистая. Почему такъ? Да именно потому, что камертонъ дрожить. Можно сдѣлать даже такъ: чертить черту по линейкѣ и быстро-быстро, да при этомъ еще измѣрять время съ помощью часовъ. Получилась на примѣръ, черта, которую чертили такимъ способомъ ровно двѣ секунды. Сколько же въ ней извилинъ? Ихъ не трудно и сосчитать. Послѣ того когда онѣ уже начерчены дрожащимъ камертономъ. Положимъ, оказалось ровно двѣсти извилинъ. А получились онѣ въ теченіи двухъ секундъ. Значитъ, камертонъ дѣлаетъ каждую секунду по сту колебаній. Такимъ способомъ и можно сосчитать колебанія его концовъ взадъ и впередъ. Можно узнать и размѣръ этихъ колебаній. И что же такимъ способомъ узнали? А вотъ что: чѣмъ сильнѣе звучитъ камертонъ, тѣмъ глубже извилины, которыя онъ чертитъ на закопченной бумагѣ. Кромѣ того, камертоны бываютъ разные и гудятъ на разные голоса, — иные выше, то есть, болѣе тонкими голосами, иные ниже, то есть, болѣе густымъ голосомъ. При помощи закопченнаго стекла можно узнать, какому звуку какое число колебаній камертона соотвѣтствуетъ. Высокому (тонкому) звуку соотвѣтствуетъ большее ихъ число, а густому звуку — меньшее. Выше звукъ, — больше число колебаній, то есть, — дрожаній.

**Звуки распространяются по воздуху въ видѣ особыхъ звуковыхъ волнъ, и въ каждой такой волнѣ сгущеніе воздуха чередуется съ его разжиженіемъ.**

**Фонографъ или говорящая машина.**

Можно записывать дрожанія звука гораздо искуснѣе, — такъ, чтобы всякое дрожаніе было записано во всѣхъ

подробностяхъ. Можно, на примѣръ, взять для этого вмѣсто закопченнаго стекла восковую пластинку, плоскую, а еще лучше въ видѣ круглаго валика, а вмѣсто дрожащаго камертона можно взять какую-нибудь перепонку, туго натянутую на небольшомъ кольцѣ, а къ этой перепонкѣ придѣлать тоже какое-нибудь остріе. Можно устроить такъ, чтобы это остріе касалось воскового валика. Отъ всякаго звука, отъ всякаго голоса такая перепонка будетъ дрожать, а остріе при этомъ будетъ царапать валикъ. Можно устроить такъ, чтобы въ это самое время валикъ этотъ вертѣлся и понемножку бы передвигался.



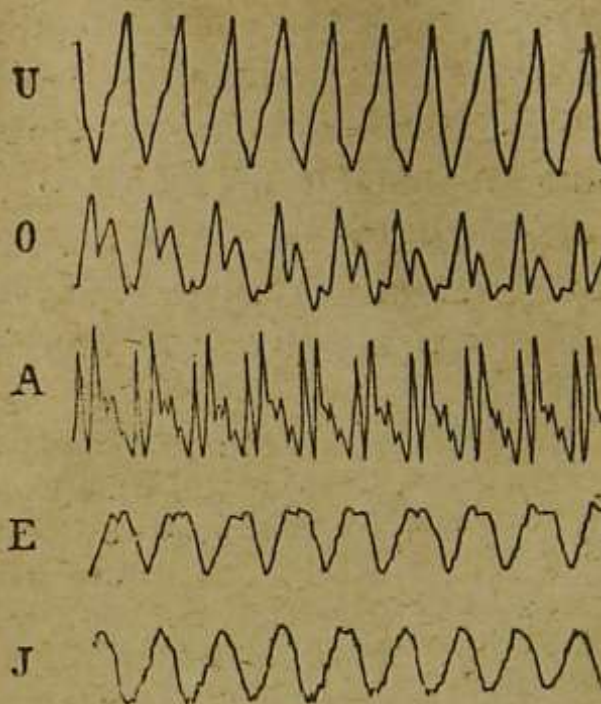
Тамъ, гдѣ написана буква А — это валикъ. Онъ изображенъ здѣсь въ поперечномъ его разрѣзѣ, и не цѣликомъ, а лишь половина этого валика. Другая его половина не помѣстилась на этомъ рисункѣ. Къ валику прикасается остріе. Около него написана буква s. Это остріе прикрѣплено другимъ своимъ концомъ къ перепонкѣ. Эта перепонка изображена здѣсь въ разрѣзѣ, въ видѣ черты, которая идетъ отъ буквы m къ буквѣ n.

Перепонка натянута на колечко, нарисованное тоже въ разрѣзѣ. Передъ колечкомъ — раструбъ. Около него стѣнки стоитъ буква p. Раструбъ, колечко и перепонка — на подставкѣ. На ней написана буква Q. При дрожаніи перепонки остріе царапаетъ валикъ.

Въ такомъ случаѣ на валикъ при такомъ устройствѣ запишется всякое дрожаніе перепонки, а значитъ, и всякій звукъ, коли онъ производитъ дрожаніе острія. Пропѣли передъ натянутой перепонкой, на примѣръ, на букву А, — этотъ звукъ и записался на валикъ въ видѣ зазубренной линіи. Пропѣли Е, — этотъ звукъ записался тоже. И тоже въ видѣ линіи, но только иного вида. Пропѣли О, пропѣли и (J), у (U), — и каждый звукъ записался на валикъ и каждый въ видѣ своей особенной линіи. Значитъ, каждому звуку соотвѣтствуютъ свои особенныя колебанія и дрожанія перепонки. Это и показано на рисункѣ. Но

что же это за приборъ съ валикомъ и съ перепонкой, которой остріе? Это и есть фонографъ, — говоря машина, впервые устроенная знаменитымъ американски

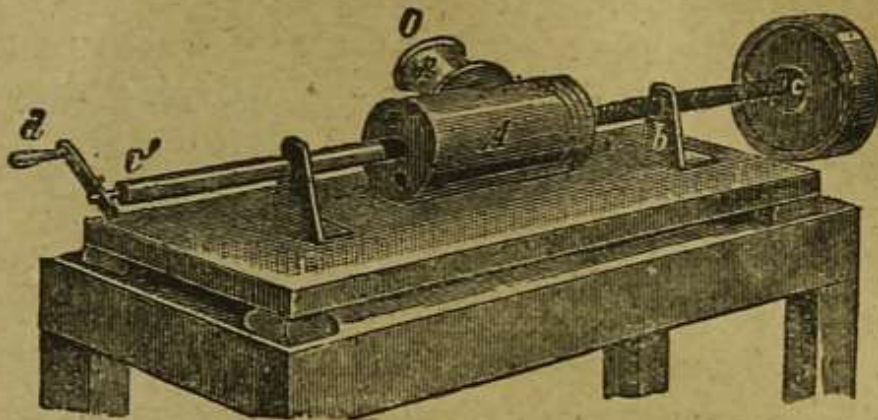
Разнымъ звукамъ соотвѣтствуютъ разныя колебанія. Фонографъ можетъ записать ихъ. Перепонка фонографа колеблется, дрожить. Поэтому дрожить и остріе, которое къ ней придѣлано. Подъ нимъ проходитъ, равномерно передвигается та пластинка, на которую хотятъ записать колебанія острія. Этотъ рисунокъ изображаетъ эти колебанія, соотвѣтствующія разнымъ гласнымъ звукамъ: на самомъ верху изображены колебанія, которыя получаютъ, когда произносятся звукъ у (U); въ самомъ низу изображены колебанія, которыя получаютъ, когда произносятся звукъ і. Этотъ рисунокъ показываетъ, что, дѣйствительно, разнымъ звукамъ соотвѣтствуютъ разныя колебанія.



изобрѣтателемъ Эдиссономъ. Вотъ какъ Эдиссонъ устроилъ эту удивительную машину:

Взялъ онъ небольшой круглый валикъ, укрѣпилъ на подставкѣ такъ, чтобы онъ могъ вертѣться; этотъ валикъ обмазалъ особымъ составомъ, а передъ валикомъ укрѣпилъ небольшое колечко; на это колечко натянулъ онъ тонкую-тонкую перепонку, которую сдѣлалъ изъ слюды; къ этой перепонкѣ, по ту ея сторону, которая къ валику, придѣлалъ очень тонкую иглолку, конецъ этой иглолки слегка-слегка притрогивается къ валику и можетъ его царапать. У валика есть ручка, за которую его можно вертѣть. Когда валикъ вертится, то перепонка двигается немного въ сторону, потому что ось у него простая, а съ винтовою нарезкой.

Вотъ и вся говорящая машина. А она дѣйствуетъ вотъ какимъ способомъ: рѣчь человѣческую и всякіе другіе звуки она по-своему записываетъ на валикъ, да по своему и говоритъ. Чтобы записать на немъ рѣчь человѣческую, нужно вертѣть валикъ, да и говорить въ это время какія угодно слова передъ слюдяною перепонкою. Тогда эта перепонка начинаетъ быстро-быстро дрожать, а иголочка, которая въ ней придѣлана, начинаетъ царапать



Фонографъ Эдиссона. Здѣсь изображенъ фонографъ очень простаго устройства. Самая суть его — валикъ. На немъ написана буква А. Его можно равномерно вертѣть съ помощью особой ручки; около нея написана буква d, а, вертясь на своей оси, валикъ можетъ передвигаться понемножку въ сторону вдоль нея. Передвигается онъ потому, что его ось представляетъ изъ себя винтъ. Каждый поворотъ валика соотвѣтствуетъ обороту этого винта. Валикъ покрытъ особымъ веществомъ. Къ нему прикасается остріе. Оно сидитъ на особой перепонкѣ. Эта перепонка дрожитъ, колеблется, когда до нея доходятъ какіе либо звуки. Отъ этого дрожить и остріе, а его дрожаніе царапаетъ вертящейся валикъ и чертитъ на немъ извилистыя линіи. Каждому звуку соотвѣтствуютъ разныя записи. Записавъ такимъ способомъ звуки, можно затѣмъ и получить ихъ. Для этого нужно вставить остріе въ борозду, которую оно само же выцарапало на валикѣ. Остріе идетъ по бороздѣ и слѣдуетъ всѣмъ ея извилинамъ, и отъ этого дрожить. А его дрожаніе передается перепонкѣ, и та тоже дрожить. А ея дрожанія передаются воздуху, и тамъ получаютъ отъ этого звуковыя волны, то есть, — тѣ самыя звуки, которые произвели бороздки этого самаго вида. На примѣрѣ фонографа видно, что всякій звукъ есть колебаніе воздуха.

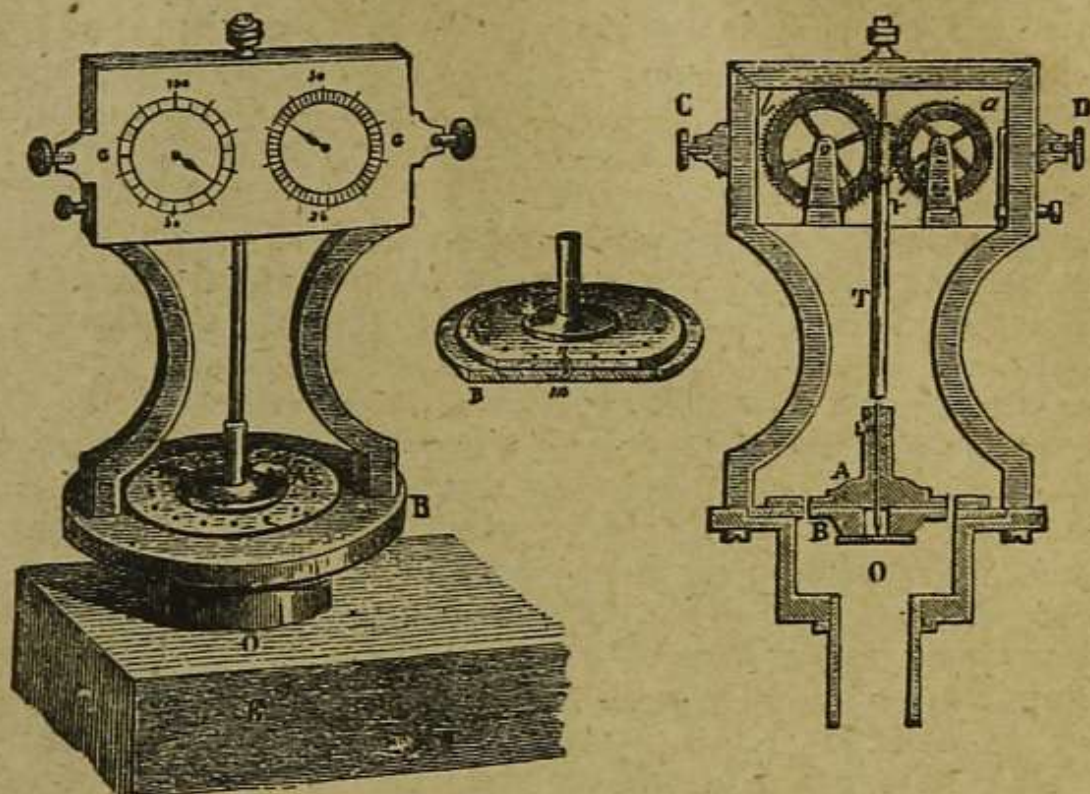
валикъ, чертитъ на немъ тонкую, почти незамѣтную бороздку. Каждому звуку, каждому слову соотвѣтствуетъ бороздка особаго вида. Такимъ способомъ можно записывать на валикъ какіе угодно звуки : и слова человѣческой музыки, и пѣніе, и шумъ всякій. Все это будетъ записано особыми черточками, извилинами, бороздами да петлями. А когда все это будетъ записано, тогда можно и тогда сдѣлать, что фонографъ самъ скажетъ все записанное. Для этого нужно лишь передвинуть колечко въ сторону опять къ самому началу валика, откуда начали записывать, затѣмъ вставить конецъ иглолки въ бороздку, начертанную на валикъ, да и вертѣть валикъ. Тогда конецъ иглолки и пойдетъ по бороздѣ : куда она ворочается, туда и онъ повернется ; какъ она изогнется, такъ и онъ. А такого его изгибанія да поворотовъ станеть иглолка дрожать и поворачиваться, а съ нею — и слюдяная перепонка, *да и зазудитъ совершенно такъ же, какъ въ телефонѣ*, да и повторитъ всѣ слова, какія раньше записаны. Вотъ и все.

Хитрость въ томъ и заключалась, чтобы хорошо валикъ пригнать, да составомъ хорошимъ его обмазать, перепонку чувствительную подобрать, да заставить дрожать совершенно такъ, какъ она дрожитъ отъ человѣческаго голоса. Все это Эдиссонъ и придумалъ, да и устроилъ, чего никто не могъ устроить раньше него.

Теперь-то фонографъ не такъ просто устраивается, всякія къ нему приспособленія придуманы, чтобы еще лучше записывалъ да лучше выговаривалъ. Но суть дѣла и теперь все та же. Теперь есть фонографы, которые говорятъ такъ-же громко, какъ и человѣкъ, и такъ же отчетливо.

Бываютъ звуки съ очень немногими колебаніями, есть звуки и съ очень многими. Придуманъ особый приборъ или инструментъ для подсчета звуковыхъ колебаній. Этотъ приборъ называется *сиреной*. Онъ изображенъ на рисункѣ. Съ его помощью можно узнать

число колебаній воздуха и въ такихъ звукахъ, гдѣ ихъ даже очень много. Если на наше ухо падаетъ каждую секунду меньше 20 такихъ воздушныхъ колебаній, ухо вовсе не слышитъ ихъ. Если ихъ падаетъ больше 40.000 въ секунду, — ухо тоже ничего не слышитъ. Ухо наше слышитъ лишь такіе звуки, въ которыхъ на него падаетъ не меньше 20 голнь и не больше 40 тысячъ.



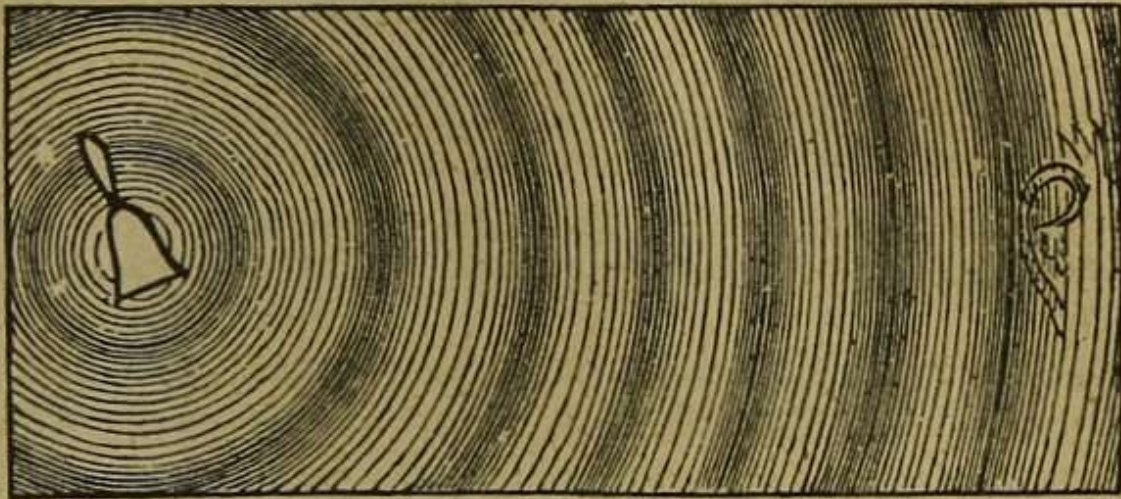
Сирена или снарядъ, при помощи котораго можно узнать, сколько колебаній въ секунду дѣлаютъ частички воздуха при любомъ музыкальномъ звукѣ. Самая суть этого прибора вотъ въ чемъ. Главная его часть — мѣдная коробка. Около нея стоитъ буква В. На томъ рисункѣ, который направо, та-же коробка изображена въ разрѣзѣ. Она имѣетъ двойную крышку, составленную изъ двухъ кружковъ, плотно лежащихъ одинъ на другомъ. Нижний кругъ неподвиженъ, а верхній можетъ очень быстро вертѣться. Въ обоихъ этихъ кружкахъ сдѣланы дырочки. Онѣ проходятъ сквозь толщю каждаго круга немножко наискось. Ихъ видно на разрѣзѣ коробки. Въ нижнюю коробку можно вдуть воздухъ черезъ трубку. Когда воздухъ вдывается, онъ можетъ выходить изъ коробки лишь черезъ дырочки крышки, а потомъ черезъ дырочки верхняго кружка. Онѣ показаны на сред-

ударъ дрожащаго камертона о воздухъ получается одному сжатію.

А за каждымъ такимъ сжатіемъ идетъ такимъ самымъ способомъ разрѣженіе, и тоже толчками. Разрѣженіе это значитъ воздухъ, который сдѣлался рѣже, то есть такимъ плотнымъ, какимъ былъ передъ тѣмъ. правда, при всякомъ дрожаніи камертона, послѣ каждаго сжатія непременно идетъ разрѣженіе, потому камертонъ то напираетъ на воздухъ, то отступаетъ ватѣмъ опять напираетъ и опять отступаетъ,—въ этомъ состоитъ его дрожаніе. Толкнулъ—а самъ отступилъ. Куда воздухъ быстро толкнули, тамъ онъ хоть немного сгустился. А при отступленіи дрожащаго камертона мѣсто для воздуха сразу и очень быстро освобождается,—сосѣдний воздухъ не можетъ заполнить этого мѣста съ такой быстротой. Оттого здѣсь и получается воздухъ разрѣженный. А отъ этого не можетъ не разрѣдиться и сосѣдній воздухъ, а затѣмъ сосѣдь этого сосѣда. Значитъ концы концовъ выходитъ такъ: отъ камертона несутся во все стороны то сгущенія, то разрѣженія воздуха; — сгущеніями—разрѣженія, а за ними опять сгущенія тамъ снова тѣ. И такъ все время, пока дрожитъ камертонъ. И эти сгущенія и разрѣженія бѣгутъ отъ него во все стороны вродѣ какъ волнами. И каждая такая волна составляется изъ одного сгущенія и одного разрѣженія, а эти правильно чередуются. Это и показано на рисункѣ. Значитъ, выходитъ такъ: дрожащій камертонъ порождаетъ вокругъ себя въ воздухѣ особыя волны каждая такая волна состоитъ изъ двухъ слоевъ воздуха: —въ одномъ слое—воздухъ немножко сгущенный, другомъ—немножко разрѣженный. Когда такія волны имѣются въ воздухѣ, тогда-то человѣческое ухо и слышитъ *звукъ*, —правильный звукъ, звучаніе, не похожее ни на грохотъ, ни на шумъ. Гдѣ есть такія волны въ воздухѣ тамъ есть звукъ. Нѣтъ такихъ волнъ,—и этого звука нѣтъ. А когда эти волны на лицо,—это значитъ, происходитъ правильное передвиженіе частичекъ воздуха.



Какъ же передвигаются частички воздуха въ каждой звуковой волнѣ, когда она несется въ воздухѣ? Понять это не трудно. Онѣ передвигаются то впередъ, то назадъ, по направленію, напримѣръ, начиная отъ камертона. Его дрожаніе то толкаетъ ихъ впередъ, то какъ бы отталкиваетъ назадъ. Не успѣетъ толкнуть, какъ уже и



Звуковыя волны. Направо изображено человѣческое ухо, а налѣво отъ него — звонокъ. Если ударить по звонку, его вещество начинаетъ дрожать, правильно и послѣдовательно колебаться. Отъ этихъ правильныхъ и послѣдовательныхъ колебаній начинаетъ дрожать и воздухъ. Его частички вродѣ какъ расталкиваются и приводятся въ движеніе дрожавшими частичками вещества колокольчика. Дрожаніе воздуха идетъ во всѣ стороны въ видѣ особыхъ невидимыхъ волнъ. Онѣ изображены на рисункѣ ради его наглядности въ видѣ темныхъ и свѣтлыхъ полосъ. Каждая такая волна состоитъ изъ двухъ половинокъ. Въ одной изъ нихъ воздухъ нѣсколько сгущенъ, въ другой, напротивъ, онъ нѣсколько разрѣженъ. Темныя полосы—это сгущенія, а свѣтлыя—разрѣженія его. Это и показано на рисункѣ. Тамъ показано тоже, что разрѣженія правильно чередуются съ сгущеніями. Въ такомъ видѣ звуковыя волны и доходятъ до уха и производятъ на него впечатлѣніе звона.

оттягиваетъ. Поэтому въ звуковой волнѣ частички воздуха только то и дѣлаютъ, что пердвигаются впередъ и назадъ. Вотъ такое самое передвиженіе ихъ то туда, то обратно

и называется *колебаніями* или колебательными движеніями. Отъ такого ихъ передвиженія и происходятъ то сгущенія, то разрѣженія воздуха, потому что частички всегда передвигаются туда и обратно по тому же направленію, по какому несется звуковая волна. Не поперекъ этого направленія, а вдоль.

Значить, вотъ что такое звукъ. Это просто на просто колебательныя движенія воздушныхъ частицъ. Когда слышенъ какой либо звукъ, это значить, частицы эти движутся и работаютъ. Колебательныя движенія ихъ доходятъ и до человѣческаго уха и тогда ударяютъ о него.

Но звуковыя волны бываютъ разныя. Есть волны правильныя, есть и неправильныя. Правильныя волны кажутся уху звучаніемъ, музыкальными тонами. Но бываютъ звуковыя волны и неправильныя—иначе говоря, неправильныя сотрясенія воздуха. Такія неправильныя сотрясенія чувствуются человѣческимъ ухомъ, на примѣръ, какъ грохотъ, или какъ трескъ, или вообще говоря—шумъ. Значить, звучаніе отличается отъ шума вотъ чѣмъ: правильнымъ чередованіемъ звуковыхъ волнъ.

А какими способами можно породить въ воздухѣ звуковыя волны? Это дѣлается разными способами. Вѣдь звучать не только камертоны, а и натянутыя струны, и трубы, и разные другіе музыкальные инструменты. Могутъ звучать и разныя натянутыя перепонки. Такъ звучитъ, на примѣръ, перепонка въ телефонъ, коли ее быстро притягиваютъ да отпускаютъ и такимъ способомъ приводятъ въ движеніе. Звучитъ и перепонка въ граммофонъ. Дрожаніе такихъ перепонокъ тоже порождаетъ дрожаніе воздуха и звуковыя волны въ немъ. Значить, и здѣсь самая суть дѣла вотъ въ чемъ:— въ сгущеніяхъ и разрѣженіяхъ воздуха.

### **Звукъ, вѣтеръ и воздухъ.**

Но чѣмъ же отличается звукъ отъ вѣтра? Вотъ чѣмъ:

вѣтеръ—это значить, — передвиженіе воздуха. Когда дуетъ вѣтеръ, — это значить, воздухъ передвигается съ мѣста на мѣсто, изъ страны въ страну. Вѣтромъ относить иногда и звуки. Но они бываютъ слышны и во время вѣтра. Значить, звуковыя волны могутъ распространяться въ такомъ воздухѣ, который самъ передвигается съ мѣста на мѣсто. Волны звука вродѣ какъ пропитываютъ собою и передвигающійся воздухъ, то есть, вѣтеръ. Звуки распространяются и противъ вѣтра: вѣдь они доходятъ нерѣдко и изъ той стороны, куда вѣтеръ дуетъ. Только самый сильный вѣтеръ мѣшаетъ этому. Но почему же звуковыя волны могутъ бѣжать и противъ вѣтра? А потому, что онѣ несутся съ большей скоростью, чѣмъ самъ вѣтеръ. Подобно этому можетъ плыть противъ теченія и быстроходный пароходъ.

Съ какою же скоростью могутъ распространяться звуки по воздуху? Это можно изслѣдовать. И уже изслѣдовано съ большой точностью. Звуковыя волны тоже требуютъ времени для своего перехода съ мѣста на мѣсто, то-есть, для своего распространенія по воздуху. Какъ же измѣрить, сколько времени нужно звуковымъ волнамъ для того, чтобы пройти, на примѣръ, версту? Вотъ какимъ способомъ это было узнано съ точностью. Прежде всего взяли пару хорошихъ часовъ, провѣрили ихъ такъ, чтобы они ходили согласно, а затѣмъ и поставили ихъ на двухъ разныхъ горахъ, на разстояніи нѣсколькихъ верстъ другъ отъ дружки. На каждой горѣ поставили по пушкѣ и стали стрѣлять. Выстрѣлять съ одной горы, а на другой отмѣчаютъ ту минуту и секунду, во первыхъ, когда выстрѣлъ блеснулъ, а во вторыхъ, когда долетѣлъ его грохотъ. Известно, что всегда бываетъ такъ: сначала виденъ блескъ выстрѣла, и лишь послѣ него слышенъ его звукъ, то есть, грохотъ. Это потому, что звукъ несется, передается гораздо медленнѣе свѣта. По часамъ можно узнать и отмѣтить, когда именно выстрѣлъ блеснулъ, и когда именно докатился звукъ. А такимъ способомъ не трудно узнать съ точностью, сколько именно времени звуко-

вая волна катилась отъ горы къ горѣ. А разстояніе между горами можно съ точностью измѣрить заранее. Значитъ, такимъ способомъ и можно узнать, во сколько именно времени проходить звуковая волна какое разстояніе.

Но правда ли, что звукъ — это волны воздуха? А, можетъ быть, это волны вовсе не воздуха, а волны того, что звучитъ, на примѣръ, колокола, трубы? Съ перваго взгляда кажется, что вѣдь и вправду звучитъ-то не воздухъ,

а, на примѣръ, колокольчикъ, — кажется, что гудитъ то гоже не воздухъ, а, на примѣръ, труба.

Такъ ли это? Надо и это разслѣдовать. Сдѣлать это можно, на примѣръ, такимъ способомъ:

устроить такой колокольчикъ, который могъ бы самъ собой звонить.

Есть такіе колокольчики. Они звонятъ, на примѣръ, при помощи пружинки.

Такія пружинки устраиваются и у часовъ съ будильникомъ.

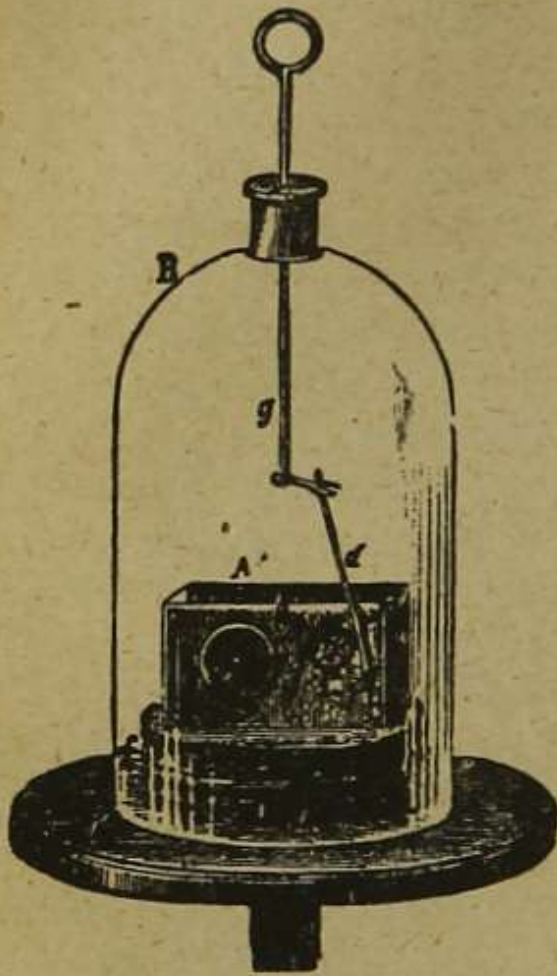
Есть еще звонки электрическіе. Можно взять такой колокольчикъ и пустить его въ ходъ, такъ, чтобы онъ звонилъ, не переставая.

Затѣмъ поставить его въ банку, изъ банки же этой выкачать весь воздухъ.

Это и показано на рисункѣ. Что же произойдетъ при этомъ?

Пока въ банкѣ еще имѣется воздухъ, звонъ колокольчика слышенъ сквозь стекло.

Меньше останется воздуха въ банкѣ — хуже слышенъ



Колокольчикъ съ пружинкой подъ стекляннѣмъ колпакомъ. Изъ подъ колпака воздухъ выкачанъ. Около колпака написана буква В. При помощи двухъ рычажковъ (g и p) можно пустить пружинку колокольчика въ ходъ.

Затѣмъ поставитъ его въ банку, изъ банки же этой выкачать весь воздухъ.

Это и показано на рисункѣ. Что же произойдетъ при этомъ?

Пока въ банкѣ еще имѣется воздухъ, звонъ колокольчика слышенъ сквозь стекло.

звонъ. Совсѣмъ не станетъ тамъ воздуха, — совсѣмъ прекратится и звонъ. Въ такомъ случаѣ всѣ звуки замираютъ. А въ это самое время сквозь стеклянную банку видно, что пружинка-то колокольчика дѣйствуетъ по прежнему. А звонъ все таки не слышенъ. Почему такъ? Да потому, что звуковыя волны распространяются именно по воздуху. Не стало воздуха—не стало и звуковъ. Колокольчикъ только порождаетъ ихъ. Онъ—ихъ причина. Онъ лишь поднимаетъ звуковыя волны своимъ дрожаніемъ. А когда волны эти уже идутъ,—это значить, работаютъ невидимыя частички воздуха. Именно воздуха. Вмѣсто колокольчика можно поставить въ банку и камертонъ. Но безъ воздуха и онъ не звучитъ нисколько.

Значить, вотъ что такое звукъ : это невидимое движеніе и работа частичекъ воздуха, то-есть, молекулъ.

---

## ГЛАВА V.

# Магнитъ и тайны его вліянія.

### Какъ работаетъ міровой эфиръ.

Выходитъ въ концѣ концовъ такъ : природа работаетъ. Работаютъ огромныя небесныя свѣтила. Работаютъ и идетъ въ нѣдрахъ ихъ вещества. Работаютъ его молекулы, его атомы, его электроны. А работаетъ ли міровой эфиръ и какъ онъ работаетъ ?

Работа мірового эфирѣ еще удивительнѣе, и къ ней тоже надо присмотрѣться. Безъ этого не поймешь само устройство Вселенной.

Но вотъ вопросъ : да развѣ же мы видимъ работу мірового эфирѣ? Вѣдь и самъ-то этотъ эфиръ совсѣмъ невидимъ !

Мало ли, что онъ невидимъ. Работа же его все-таки видна, и всѣ мы отлично знаемъ ее съ самаго своего рожденія.

Что же это за работа? О ней уже было кое-что разсказано въ этой книжкѣ. Вотъ, на примѣръ, солнце освѣщаетъ и нагрѣваетъ землю. А кто передаетъ, переноситъ лучи солнечнаго свѣта и солнечной теплоты? Это работаетъ міровой эфиръ. Или вотъ, на примѣръ, переливается и играетъ сѣверное сіяніе въ холодной странѣ,—это тоже работаетъ эфиръ. Значитъ, работа мірового эфирѣ то

большая и разнообразная. О ней сейчас и будет рассказано.

Прежде всего вот какой вопрос: а какимъ же способомъ узнать о работѣ мірового ээира? А, быть можетъ, это работаетъ вовсе не міровой ээиръ? Вотъ какимъ способомъ и что именно узнали о его работѣ.

### Таинственный камень и его искусственное приготовленіе.

Есть въ Малой Азіи городъ Инекбазаръ, городъ очень старинный. Тысячи двѣ лѣтъ тому назадъ этотъ городъ назывался Магнезіей. По близости этого города еще въ тѣ времена добывалась удивительная желѣзная руда. Называлась она „Магнитнымъ камнемъ“, иначе говоря, „камнемъ изъ города Магнезіи“. Въ старину думали, что такого камня больше нигдѣ на свѣтѣ не сыщешь, — иначе какъ около города Магнезіи. На самомъ же дѣлѣ этотъ камень встрѣчается и въ другихъ мѣстахъ. Напримѣръ, въ Уральскихъ горахъ есть цѣлыя горы сплошь изъ такого камня. Напримѣръ, изъ него состоитъ гора, называемая горою Магнитной, еще гора Благодать, гора Качканаръ. Встрѣчается такой камень и въ Сибири, и за границей.

Чѣмъ же этотъ камень замѣчательнъ? Тѣмъ, что онъ притягиваетъ къ себѣ желѣзо и сталь, — напримѣръ, стальные иголки, ножницы и другія стальные и желѣзные вещи. Тѣ словно прилипаютъ къ нему, и ихъ приходится оттягивать силою. Но еще вотъ что удивительнѣе: при прикосновеніи съ магнитомъ, желѣзные и стальные вещи сами становятся магнитами. Онѣ намагничиваются и тогда тоже начинаютъ притягивать къ себѣ желѣзо и сталь. Но стоитъ ихъ оторвать отъ магнитной руды, и тогда вотъ что происходитъ: желѣзо почти совсѣмъ перестаетъ быть магнитомъ, оно размагничивается. Но не такова сталь: она довольно хорошо и долгое время сохраняетъ въ

себѣ магнитныя свойства, то-есть, притягиваетъ къ себѣ желѣзо и сталь. Поэтому изъ стали можно легко приготовить настоящій хорошій магнитъ. И даже еще болѣе сильный, чѣмъ магнитъ самородный. Для этого стоить лишь натереть стальную палочку самороднымъ магнитомъ.

Вотъ и готовятъ такимъ способомъ магниты изъ стали,—то въ видѣ палочекъ, то въ видѣ подковъ. Такъ магниты имѣютъ удивительныя свойства: разные концы и части ихъ притягиваютъ къ себѣ сталь и желѣзо въ разномъ, —гдѣ больше, гдѣ меньше, гдѣ сильнѣе, а гдѣ слабѣе. Это лучше всего бываетъ видно, когда посыпавъ магнитъ желѣзными опилками. Тогда эти опилки пристають къ магниту,—у концовъ его больше, а ближе къ его срединѣ—почти совсѣмъ не пристають. Значитъ эта средняя часть магнита почти совсѣмъ къ себѣ не притягиваетъ, — словно это и не магнитъ. Концы же магнита притягиваютъ къ себѣ и желѣзо, и сталь все сильнѣе. Но чѣмъ ближе къ его срединѣ, тѣмъ болѣе ослабѣваетъ его притяженіе, — то-есть, притягательная сила.

Оба конца магнита издавна называются его *полюсами*. Полюсь,—это старинное греческое слово, и по русски оно значитъ „крайняя и противоположная точка“. Вотъ тутъ — то опять и открывается въ магнитѣ еще одно необычайное свойство: оба полюса магнита не похожи другъ на друга по своимъ качествамъ. Это сейчасъ же обнаруживается, лишь только поднести къ какому-нибудь магниту другой магнитъ,—полюсь одного придвинуть къ какому-нибудь полюсу другого. На этотъ придвинутый полюсь разные концы этого магнита будутъ дѣйствовать въ разномъ: одинъ будетъ притягивать его, другой-же—отталкивать. Значитъ, и вправду полюсы каждаго магнита неодинаковы и вродѣ какъ противодействуютъ другъ другу, и противоположны.

А нельзя ли какимъ-нибудь способомъ увидѣть э



притяженіе и отталкиваніе? Можно его и увидѣть, наприимѣръ, при помощи магнитной стрѣлки.

Магнитная стрѣлка—это просто на просто маленькій магнитъ въ видѣ стрѣлки. Какъ сдѣлать такую стрѣлку? Для этого стоитъ лишь положить на подставку или повѣсить какой-нибудь магнитъ, повѣсить за его середину. Такъ, чтобы онъ лежалъ или висѣлъ совершенно свободно. Такой висящій магнитъ тотчасъ же самъ собою устанвится однимъ концомъ на сѣверъ, а другимъ на югъ: онъ самъ собою и повернется, самъ же и остановится. Всякій магнитъ вродѣ какъ стремится устанавливаться такимъ способомъ самъ собою: онъ не можетъ висѣть иначе. И такъ бываетъ всегда со всякимъ висящимъ магнитомъ. Поэтому одинъ полюсъ его давно уже стали называть „сѣвернымъ полюсомъ“, а другой „южнымъ“. Сѣверный полюсъ смотритъ на сѣверъ, а южный—на югъ. Сколько ни отклоняй такой висящій магнитъ въ сторону, — все таки сѣверный полюсъ повернется къ сѣверу, а южный—къ югу. Сѣверный не можетъ смотрѣть на югъ,—словно что-то отталкиваетъ его отъ той стороны. А съ южнымъ бываетъ какъ разъ обратное. Благодаря этому свойству висящаго магнита, въ любомъ мѣстѣ земли можно узнать, въ какой сторонѣ сѣверъ, въ какой югъ. Надо лишь посмотрѣть, куда устанвился какой конецъ такого магнита. А который изъ его концовъ сѣверный, и который южный, — это можно испытать заранѣе, и отмѣтить надписью или буквами на самомъ магнитѣ. Съ его помощью моряки и находятъ нужную имъ дорогу посреди моря. И не сбиваются съ своего пути. А что будетъ, если поднести къ сѣверному полюсу какого-нибудь магнита сѣверный же полюсъ магнита другого? Оба эти магнита тотчасъ же стануть отталкиваться, то-есть, отворачиваться другъ отъ друга. То же самое выйдетъ, когда подносишь южный полюсъ одного магнита къ южному полюсу другого. Но выходитъ совсѣмъ не то, когда встрѣчаются сѣверный полюсъ съ южнымъ или

южный съ сѣвернымъ <sup>1</sup>: тогда, напротивъ, они, друг друга притягиваютъ. Значить, выходитъ такъ: одинаковые полюсы двухъ магнитовъ всегда другъ отъ друга отталкиваются, а неодинаковые всегда другъ къ другу притягиваются.

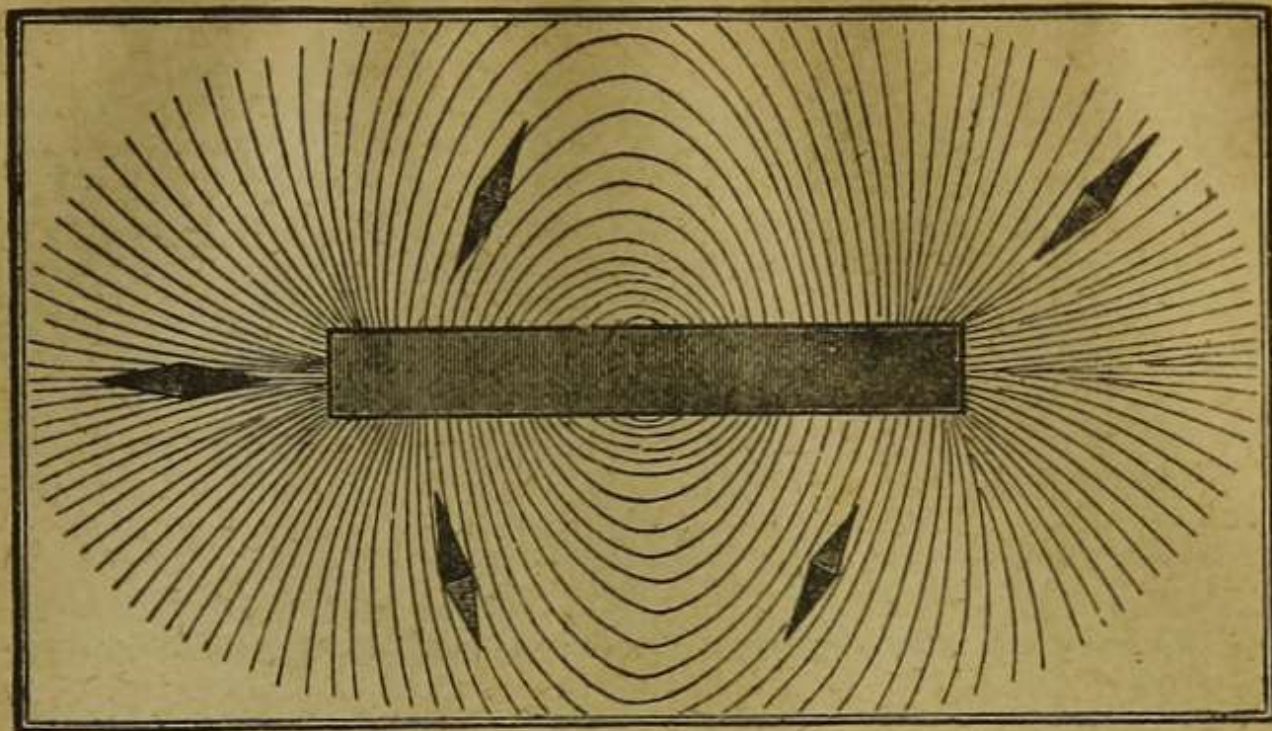
### Магнитное вліяніе вокругъ магнита. Магнитныя силы и магнитное поле.

Еще интереснѣе вотъ что: магнитъ можетъ намагничивать желѣзо или сталь, даже вовсе не прикасаясь къ нему. При этомъ всегда бываетъ такъ: въ кускахъ желѣза или стали появляются магнитныя свойства вовсе не кое-какъ, а вродѣ какъ по правилу: благодаря сѣверному полюсу появляется во всѣхъ кускахъ полюсъ южный, а благодаря южному—сѣверный. Иначе говоря, ближе къ сѣверному полюсу магнита всегда появляется непременно южный полюсъ желѣзнаго (или стального) куска. А около южнаго полюса магнита бываетъ какъ разъ обратное.

Но почему же магнитъ дѣйствуетъ на желѣзо и сталь не прикасаясь къ нимъ? Да потому, что всякій магнитъ дѣйствуетъ на все окружающее пространство. Изъ него магнитное его дѣйствіе само разливадается и распредѣляется по этому пространству. При этомъ оно распредѣляется тамъ совсѣмъ не кое-какъ, а очень правильно. А нельзя ли увидѣть, какъ распредѣляется это дѣйствіе? Сдѣлать это очень легко. Нужно взять магнитъ, положить его на столъ, покрыть листомъ бумаги, а ее посыпать желѣзными опилками. Затѣмъ нужно слегка ударить по бумагѣ

---

<sup>1</sup>) Сѣверомъ называется та сторона неба, гдѣ находится полярная звѣзда. Какъ эту звѣзду можно найти на небѣ сказано въ книжкѣ «Что есть на небѣ». Югомъ называется сторона противоположная сѣверу. Южную сторону указываетъ, на примѣръ, тѣнь отъ палки, вбитой въ землю и отвѣсу, если смотрѣть на эту тѣнь ровно въ полдень.



Магнитное поле. Здѣсь изображенъ магнитъ въ видѣ стального бруска. Вокругъ него-магнитное поле, то есть пространство, гдѣ сказывается магнитное дѣйствіе. Черты въ этомъ полѣ показываютъ, какъ распространяется здѣсь линіи силъ. По этимъ линіямъ слипаются длинными вереницами и желѣзные опилки. По сторонамъ магнита нарисованы магнитныя стрѣлки. По рисунку видно, что онѣ всегда указываютъ направленіе магнитныхъ силовыхъ линій въ магнитномъ полѣ.

Силовыя линіи магнита и магнитное поле обнаруживаются такъ: на столъ положили стальной магнитъ въ видѣ бруска. Покрыли его бумагой, а бумагу посыпали желѣзными опилками. Такія опилки получаютъ, на примѣръ, на заводахъ, гдѣ пилать желѣзо при помощи машинъ. Опилки притягиваются магнитомъ, и сами дѣлаются при этомъ маленькими магнетиками и располагаются по тѣмъ линіямъ, какія на рисункѣ показаны. По ихъ расположенію на магнитѣ и около магнита можно судить о томъ, какъ распредѣляется магнитное дѣйствіе. Магнитнымъ полемъ называется пространство, на которомъ обнаруживается это магнитное дѣйствіе. Всякій магнитъ образуетъ вокругъ себя магнитное поле. Оно простирается и вверхъ, и внизъ, и во всѣ стороны. Расположеніе слипшихся опилокъ показываетъ, что магнитное дѣйствіе начинается на одномъ концѣ магнита, проходя сквозь магнитъ, и, наконецъ, идетъ къ другому его концу. Въ иныхъ мѣстахъ силовыя линіи располагаются плотнѣе,

въ другихъ онѣ словно расходятся. Это показываетъ, что магнитное дѣйствіе не вполне одинаково въ разныхъ частяхъ магнитнаго поля: иначе говоря, напряженіе это дѣйствія бываетъ различно, смотря по мѣсту магнитнаго поля. Магнитное напряженіе сильнѣе по близости къ магниту, а дальше отъ него—слабѣе. У большихъ и сильныхъ магнитовъ магнитное поле очень велико. Земля, то есть земной шаръ, представляетъ изъ себя тоже магнитъ, но огромный, имѣющій въ поперечникѣ почти 12 тысячъ верстъ. Земли тоже имѣются два полюса, какъ у всякаго другаго магнита, — полюсъ сѣверный и южный. Оттого земля дѣйствуетъ на всякую магнитную стрѣлку, гдѣ бы та и находилась. Земля, какъ магнитъ, заставляетъ стрѣлки поворачиваться такъ, чтобы одинъ ея конецъ смотрѣлъ на одинъ полюсъ земли, а другой конецъ—на другой. Это показываетъ, что всѣ мы живемъ въ магнитномъ полѣ земли.

Тогда произойдетъ вотъ что: опилки вокругъ магнита сбѣются вереницами, какъ на рисункѣ показано. Такимъ способомъ обозначатся какъ бы линіи. Эти линіи идутъ дугами, — отъ одного полюса магнита къ другому. Онѣ и магниты начинаются, да въ немъ и кончаются. Почему же все это происходитъ? Да потому, что всѣ опилки вблизи магнита сами дѣлаются магнитами, и при этомъ слипаются. По такому расположенію опилокъ можно судить о распредѣленіи магнитнаго дѣйствія вокругъ магнита. Пространство, гдѣ замѣчается такое дѣйствіе называется „магнитнымъ полемъ“. Такимъ магнитнымъ полемъ окруженъ всякій магнитъ со всѣхъ сторонъ, — сверху и снизу, справа и слѣва, сзади и спереди. Все это можно видѣть по слипшимся опилкамъ. Такимъ способомъ можно судить о направленіи невидимой магнитной силы идущей отъ магнита во всѣ стороны магнитнаго поля. И не только вокругъ него, но и надъ нимъ, и подъ нимъ. Поэтому эти направленія или линіи и называются *линіями магнитной силы*, или, по просту сказать *силовыми магнитными линіями*. Что же показываютъ эти линіи? Онѣ показываютъ, какъ распредѣляется магнитно

дѣйствіе вокругъ магнита. Это дѣйствіе выходитъ наружу изъ нѣдръ магнита.

Стали изслѣдовать и силовыя магнитныя линіи. На рисункѣ показано, какъ распредѣляется магнитное дѣйствіе около разныхъ магнитовъ. По направленію магнитныхъ силъ становится и магнитная стрѣлка вблизи всякаго магнита. Это тоже показано на рисункѣ.

### Магнитныя свойства внутри магнита.

А какъ далеко простирается магнитное свойство вглубь самого магнита? Нельзя ли узнать и это? Это можно узнать тоже. И вотъ какимъ способомъ. Прежде всего надо попробовать, что будетъ, если взять стальной магнитъ да разломать его на двѣ равныя половинки? Не будетъ ли одна изъ нихъ цѣликомъ сѣверная, а другая—цѣликомъ южная? Не окажется ли при этомъ, что одна намагничена такъ, а другая—какъ разъ противоположно? Пробовали разрѣзывать разные магниты на двѣ части. Въ такомъ случаѣ всегда происходитъ вотъ что: изъ одного большого магнита получается маленькихъ два. И всегда съ двумя полюсами—сѣвернымъ и южнымъ. Отрѣжь у магнита сѣверный полюсъ,—а онъ появится снова на отрѣзкѣ. Отрѣжь полюсъ южный—появится снова и онъ. Вотъ почему и у каждой изъ этихъ двухъ половинокъ всякаго разрѣзаннаго магнита всегда снова окажется по два полюса: у каждой половинки свой сѣверный полюсъ и свой южный. Никогда и нигдѣ не видали магнитовъ съ двумя сѣверными или съ двумя южными полюсами. Ну, а если и эти половинки магнита разломать каждую тоже на двѣ половинки? Тогда и съ ними случится тоже самое,—у каждой тотчасъ же появятся свои собственные полюсы. И тоже южный и сѣверный, —непремѣнно оба. Ну, а съ ними что будетъ, если и ихъ разломать? То же самое. Сколько ни дѣли какойнибудь магнитъ на части, всегда всякая его часть тоже оказывается магнитомъ и

— всегда съ двумя разными полюсами. Дѣли хоть на двѣ, хоть на сто, хоть на тысячу тысячъ частей. И такъ, самыхъ мелкихъ, до молекулъ и атомовъ. Самые мельчайшія желѣзныя опилки, намагничиваясь, получаютъ по два полюса. Выходитъ такъ: всякій большой магнитъ самъ какъ бы составленъ изъ маленькихъ магнетиковъ.

Значитъ, вотъ каково устройство всякаго магнита: онъ весь составленъ изъ намагниченныхъ молекулъ и атомовъ.

Но почему же, въ такомъ случаѣ, желѣзо можетъ быть то магнитомъ, то не-магнитомъ, то намагниченнымъ, то ненамагниченнымъ? Ужъ не притекаетъ ли къ нему и утекаетъ ли магнитное дѣйствіе вродѣ какой-то жидкости? Раньше такъ и думали. Но потомъ поняли, что это такъ: вся разница между магнитами и немагнитами заключается въ размѣщеніи его молекулъ. Желѣзо намагниченное только этимъ и отличается отъ ненамагниченнаго, то-есть, лишь расположеніемъ своихъ невидимыхъ молекулъ внутри магнита: когда кусокъ желѣза и кусокъ стали <sup>1)</sup> намагничены, тогда его молекулы расположены правильно: это значитъ, всѣ ихъ сѣверные полюсы повернуты въ одну сторону, а всѣ южные — въ другую. А въ желѣзѣ ненамагниченномъ всѣ молекулы расположены кое-какъ, въ беспорядкѣ: ихъ полюсы смотрятъ какой куда. А намагничиванье заставляетъ всѣ молекулы повернуться. Никакихъ другихъ перемѣнъ въ веществѣ магнита при этомъ не происходитъ.

Но такъ ли это? Вѣдь молекулы не видны. Какъ узнать и доказать, что намагничиваніе зависитъ именно отъ ихъ расположенія внутри вещества? Это видно вотъ изъ чего. Одинъ ученый взялъ да и нагрѣлъ магнитъ

---

<sup>1)</sup> Могутъ еще намагничиваться металлы никкель и кобальтъ, а также, во многихъ сплавахъ, мѣдь, марганецъ, алюминій. Впрочемъ, всѣ эти металлы намагничиваются гораздо хуже желѣза.

почти до бѣлаго каленія. При нагрѣваніи молекулы нагрѣваемого вещества начинаютъ дрожать. Ихъ дрожаніе, разумѣется, мѣшаетъ ихъ правильному расположенію. Поэтому отъ нагрѣванія кусокъ стали или желѣза долженъ размагничиваться. Такъ оно и бываетъ на самомъ дѣлѣ: всякій магнитъ послѣ сильнаго нагрѣванія перестаетъ быть магнитомъ.

А другой ученый сдѣлалъ такъ. Онъ взялъ простую стальную палочку, вовсе не намагниченную, и сталъ ее растягивать и скручивать при помощи особой машины. И что же оказалось? Эта палочка намагничивалась при помощи одного такого скручиванія! И это безъ всякаго магнита. Что же ее въ этомъ случаѣ намагничиваетъ? Только ея вытягиванье и скручиванье. Но почему же такъ? Да потому что при этомъ многимъ молекуламъ внутри магнита непременно приходится перемѣщаться и располагаться правильнѣе, чѣмъ до того времени. А правильное расположеніе ихъ внутри вещества и дѣлаетъ простую сталь магнитомъ. Значитъ, магнитное вліяніе, дѣйствительно, коренится глубоко во внутреннемъ строеніи вещества магнита. О томъ, какъ устроено вещество, было рассказано въ особой книжкѣ<sup>1)</sup>. Оно устроено такъ: всякое вещество сложено изъ молекулъ, молекулы сложены изъ атомовъ, а атомы изъ электроновъ. Электроны же кружатся, носятся вокругъ cadaго ядра атомовъ вродѣ какъ планеты около солнца. А какъ они кружатся въ желѣзѣ или стали намагниченныхъ? А какъ они кружатся въ желѣзѣ или стали ненамагниченныхъ? Нѣтъ ли какой разницы въ ихъ круженіи? Разница, дѣйствительно, должна быть, и вотъ какая именно: въ веществѣ магнита всѣ электроны всѣхъ атомовъ тоже кружатъ, дѣлаютъ круги, но всѣ эти круги повернуты въ одну сторону, какъ колеса въ телѣгѣ. Но совсѣмъ не такъ расположены

---

<sup>1)</sup> См. книжку «Вещество и его тайны».

пути электроновъ въ желѣзѣ и въ стали ненамагниченныхъ и во всѣхъ прочихъ ненамагниченныхъ веществахъ. Тамъ они кружатъ около своихъ атомовъ какъ придется, кто куда. А кружащіе электроны дѣйствуютъ на міровой эфиръ. Это дѣйствіе и называется магнитнымъ вліяніемъ.

### **При помощи магнита можно дѣйствовать на міровой эфиръ.**

Но правда ли, что при этомъ дѣло не обходится безъ мірового эфиръ? Вотъ какимъ способомъ убѣдились въ томъ, что и эфиръ тутъ тоже дѣйствуетъ: стали пробовать, гдѣ и какъ распространяется магнитное дѣйствіе. Не дѣйствуетъ ли магнитъ, напримѣръ, сквозь стекло? А сквозь дерево? Попробовали и это. И оказалось, магнитъ и сквозь эти вещества почти такъ-же дѣйствуетъ — словно никакого стекла и дерева совсѣмъ нѣтъ передъ нимъ! Магнитъ дѣйствуетъ чрезъ всякое вещество, кромѣ желѣза и кромѣ стали. Чрезъ всѣ вещества магнитное дѣйствіе проходитъ насквозь. Желѣзомъ же оно вроде какъ задерживается. Поглощается.

А проходитъ ли магнитное дѣйствіе чрезъ пустоту? Можно узнать и это, и такимъ способомъ; поставили магнитную стрѣлку подъ стеклянный колпакъ, выкачали оттуда воздухъ. Стали снаружи этого колпака приближать, подносить къ стрѣлкѣ магнитъ. Оказалось, магнитъ дѣйствуетъ на стрѣлку подъ колпакомъ и чрезъ пустоту. Значитъ, дѣйствіе магнита вовсе не нуждается въ воздухѣ, — оно проходитъ и чрезъ всякое вещество, чрезъ пустоту. Значитъ, въ этомъ случаѣ дѣло обходится безъ помощи мірового эфиръ. Внутри всѣхъ веществъ міровой эфиръ тоже имѣется, потому что онъ можетъ проходить и между атомами и между электронами. Значитъ, гдѣ есть міровой эфиръ, тамъ можетъ быть магнитное дѣйствіе. Значитъ, оно распространяется именно благодаря міровому эфиру.



Слѣдовательно, выходитъ такъ: при помощи магнита можно дѣйствовать на міровой эфиръ. И правда, возьмите, на примѣръ, кусокъ стали и натрите его магнитомъ. Отъ такого натирания всѣ атомы этого куска стали повернутся такъ, что всѣ электроны станутъ кружить вокругъ своихъ атомовъ лишь въ одну сторону и встанутъ вродѣ какъ рядами, на подобіе колесъ въ телѣгѣ. Тогда тотчасъ же вокругъ магнита появится магнитное поле, а въ немъ будетъ чувствоваться магнитное дѣйствіе, потому что здѣсь отъ согласнаго круженія электроновъ міровой эфиръ тоже придетъ въ особое состояніе.

Но что же это за состояніе? Это можно изслѣдовать тоже. Для этого надо взять магнитную стрѣлку и ставить ее въ разныхъ мѣстахъ около магнита. Стрѣлка всюду будетъ стоять по разному, — то такъ, то этакъ. Она станетъ поворачиваться къ магниту то однимъ, то другимъ своимъ концомъ. Это смотря потому, около какого полюса магнита она будетъ поставлена.

Значитъ, во всѣхъ этихъ мѣстахъ вокругъ магнита міровой эфиръ находится въ особомъ состояніи. Вѣдь около немагнитовъ ничего подобнаго не бываетъ съ магнитной стрѣлкой.

Такимъ способомъ при помощи магнита и можно убѣдиться, что въ природѣ работаютъ не только молекулы. Работаютъ и атомы, и электроны, и міровой эфиръ. Работа, а значитъ, и движеніе, и его энергія передаются вплоть до самаго эфира. Значитъ, въ природѣ идетъ работа до самой ея глубины.

## ГЛАВА VI

# Что такое электричество ?

### Кто и какъ узналъ, что такое молнія ?

То же самое можно доказать и инымъ способомъ, на примѣръ, при помощи электричества.

Кто не видалъ на своемъ вѣку никакого электричества? Всѣ видали его, на примѣръ, въ видѣ молніи. Молнія—это значитъ громадная электрическая искра, иной разъ длиною нѣсколько верстъ,—на примѣръ, съ высоты облаковъ до самой земли. Но бываютъ электрическія искры маленькія. А маленькую искру можно добыть и самомъ простомъ способѣ. И вотъ какимъ простымъ способомъ: погладить котъ лучше всего чернаго и въ темнотѣ. Тогда можно увидѣть какъ изъ шерсти этого кота выскакиваютъ электрическія искорки—хоть и маленькія, но блестящія. Можно добыть электрическую искру и такъ: надо взять листокъ бумаги и осторожно нагрѣть его съ обѣихъ сторонъ. Затѣмъ надо положить его на деревянный столъ въ темной комнатѣ потереть его ладонью, но непременно совершенно сухою, не потною. При этомъ надо проводить ладонью въ одномъ и томъ же направленіи разъ 15 или 20. Затѣмъ надо бумагу отодрать отъ стола,—она къ нему немножко вродѣ какъ прилипнетъ при натираниі. Затѣмъ, держа бумагу въ одной рукѣ, надо приблизить къ ней палецъ,—и тог

изъ бумаги выскочитъ къ пальцу маленькая электрическая искорка и блеснетъ въ темнотѣ.

Но правда ли, что молнія—та же электрическая искра, только большая? Вотъ какимъ способомъ доказалъ это одинъ знаменитый американскій ученый, по фамилиі Франклинъ. Онъ сдѣлалъ большой змѣй изъ шелковой матеріи и сталъ пускать его во время грозы. Къ этому змѣю было придѣлано остріе, а отъ змѣя къ землѣ шла веревка. Пошелъ дождь. Засверкала молнія. Загрохоталъ громъ. Въ змѣѣ появилось электричество. По намокшей веревочкѣ оно дошло до земли. Тамъ веревочка была привязана къ стеклянной палочкѣ, потому что стекло не пропускаетъ чрезъ себя электричества и не даетъ ему уходить въ землю. Изъ веревочки можно было получать электрическія искры,—такія самыя, какъ и молнія, но только въ маленькомъ видѣ. Такимъ способомъ и было доказано, что молнія—то же, что электрическая искра.

### **Какое электричество можно достать при помощи тренія одного какого-нибудь вещества о другое?**

Какимъ же способомъ можно добывать электричество? Его можно добывать разными способами. Вотъ самый простой способъ. Возьмите какое-нибудь вещество и натирайте его какимъ-нибудь другимъ веществомъ, — навѣрно при этомъ появится электричество. Такъ, напри- мѣръ, когда расчесываютъ сухіе волосы гутаперчевой гребенкой, то слышится трескъ, а въ темнотѣ видны иной разъ и искры. Это значитъ, — при расчесываніи появилось электричество. Кромѣ того гребенка, натертая мѣхомъ, начинаетъ притягивать къ себѣ маленькіе кусочки бумаги. Тѣ сами собою подскакиваютъ со стола и прилипаютъ къ ней. Это тоже отъ появившагося здѣсь электричества. То же самое дѣлаетъ и ламповое стекло, если натереть его сухой оберточной бумагой или шелковой тканью, — изъ стекла въ темнотѣ будутъ тоже сверкать маленькія искорки. Все

это доказываетъ появленіе электричества. Оно легко появляется на многихъ веществахъ, когда тѣ трутся одно о другое. Появленіе электричества можно всегда узнать на примѣръ, вотъ почему: вещество, на которомъ появилось электричество, начинаетъ особымъ способомъ дѣйствовать на нѣкоторыя другія вещества, — то притягивать, то отталкивать ихъ. На примѣръ, пробочка и шелковинкѣ притягиваются къ натертой гребенкѣ. Ну, если взять два маленькихъ кусочка той самой гребенки да натереть ихъ тоже мѣхомъ, да подвѣсить ихъ на шелковыхъ ниточкахъ и поднести другъ къ дружке. Тогда эти кусочки другъ отъ дружки оттолкнутся. Можно взять пробочку, подвѣсить ее на ниточкѣ и съ ея помощью изслѣдовать разныя вещества, притягиваются они или отталкиваются? И вотъ что тогда оказывается: это смотря по тому, какое вещество какимъ натерто. Иныя вещества другъ къ дружке притягиваются, иныя отталкиваются. Это бываетъ и съ однимъ и тѣмъ же веществомъ, но смотря по тому, чѣмъ оно натерто. Натрешь однимъ, — получается отталкиваніе, а натрешь его же другимъ, — получается притяженіе. Значитъ, тутъ дѣло не въ веществѣ, а въ чемъ то другомъ. Въ чемъ же именно? Въ самомъ электричествѣ. Ясное дѣло, само электричество бываетъ не одинаково: иное притягиваетъ, иное отталкиваетъ. Значитъ, электричество бываетъ двухъ сортовъ. Какихъ же именно? Отвѣтъ на этотъ вопросъ можно найти такимъ способомъ: взять, на примѣръ, стекло, натертое шелкомъ, и подносить къ нему разныя другія вещества, натирая ихъ разными веществами. Затѣмъ надо взять на примѣръ, сургучъ или иную смолу и натереть ихъ мѣхомъ или сукномъ и тоже пробовать. Тогда вотъ что окажется: всѣ другія вещества, тогда натертыя, отталкиваются или отъ смолы, или отъ стекла. Которыя изъ нихъ оттолкнутся отъ смолы, тѣ притягиваются къ стеклу, а которыя отталкиваются отъ стекла притягиваются смолой. И такъ со всѣми веществами.

Значить, электричество, действительно, бываетъ двухъ сортовъ, — „стекляное“ и „смоляное“. Такъ когда-то и называли ихъ. Потомъ это названіе перемѣнили, — потому что замѣтили ихъ противоположность другъ дружкѣ, — и стали называть ихъ электричествомъ „положительнымъ“ и „отрицательнымъ“. Почему такъ? Да потому, что одно изъ нихъ, действительно, уничтожаетъ другое, коли оба имѣются въ одинаковомъ количествѣ, вродѣ того какъ противоположны „да“ и „нѣтъ“, сказанные объ одномъ и томъ же: „да—нѣтъ“ въ этомъ случаѣ тоже уничтожаются другъ дружкой.

Еще вотъ что замѣчено: оба сорта электричества, то есть, положительное и отрицательное, и дѣйствуютъ - то другъ на друга по разному, — на подобіе магнитнаго дѣйствія: электричества одинаковыя отталкиваются одно отъ другого, электричества же разныя притягиваются межъ собой. Иначе говоря, такъ дѣйствуетъ вещество на вещество въ тѣхъ случаяхъ, когда на нихъ имѣются какіе либо сорта электричества<sup>1)</sup>. А всякое вещество можно зарядить электричествомъ то положительнымъ, а то отрицательнымъ. Для этого нужно лишь знать, чѣмъ именно натереть такое-то вещество. И всегда можно узнать, еще и вотъ что: какого же именно сорта электричество на какомъ веществѣ обнаруживается. Это можно узнать при помощи особаго прибора, названіе которому электроскопъ.

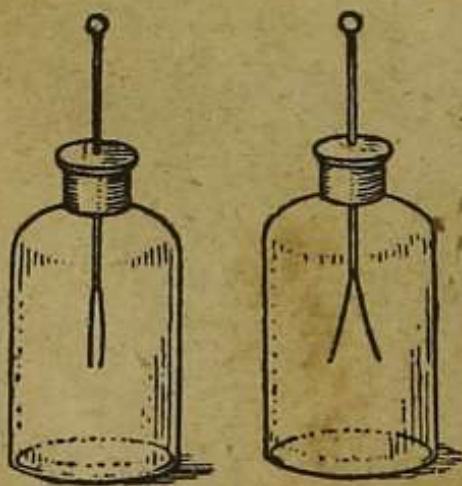
### **Какъ можно добывать электричество мокрымъ способомъ.**

Но можно добывать электричество и другимъ способомъ, не сухимъ, а мокрымъ путемъ. Вотъ какъ объ этомъ

---

<sup>1)</sup> Объ этомъ было рассказано въ книжкѣ «Вещество и его тайны».

узнали. Лѣтъ полтора ста тому назадъ, въ Италіи, въ городѣ Павіи, жилъ одинъ знаменитый ученый, профессоръ Александръ Вольта. Онъ много и усердно изучалъ различныя электрическія явленія, какія тогда были уже извѣстны. И вотъ что однажды устроилъ Вольта. Онъ взялъ пластинку цинка да пластинку мѣди, соединилъ ихъ концы другъ съ другомъ и опустилъ въ воду. Затѣмъ взялъ электроскопъ и изслѣдовалъ съ его помощью, — появилось ли на этихъ пластинкахъ какое нибудь электричество. Вольта увидѣлъ, что электричество, дѣйствительно, появилось и на мѣди, и на цинкѣ. И къ тому же безъ всякаго тренія! Вольта прибавилъ къ водѣ немного кислоты, — оказалось, что при этомъ появляется электричества еще больше. Это видно потому, что онъ дѣйствуетъ на электроскопъ сильнѣе, — листики электроскопа такъ и отлетаютъ другъ отъ друга. Почему такъ? Разные ученые разныхъ странъ стали это изслѣдовать. Стали съ этой цѣлью брать разные металлы и разные кислоты. Оказалось, что съ помощью разныхъ металловъ и кислотъ можно устраивать особые снаряды для добыванія электричества, да къ тому же еще добывать его въ большомъ количествѣ. Такіе снаряды называются гальваническими или электрическими элементами и изображены на рисункѣ. Гальваническими же они называются в



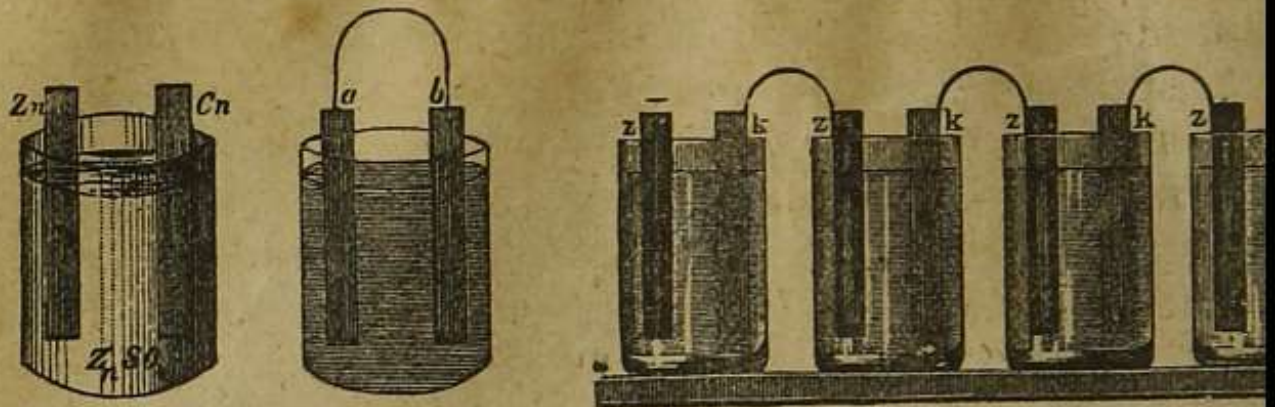
Электроскопъ, или приборъ, съ помощью котораго можно определить, какое именно электричество появилось при треніи. Электроскопъ устроенъ такъ: взята стеклянная банка, сквозь ея пробку продѣтъ мѣдный стержень. На верхнемъ концѣ — мѣдный шарикъ, а на нижнемъ — два легкихъ листочка изъ сусальнаго золота (такимъ золотомъ золотятъ орѣхи для елки). Вотъ къ электроскопу поднесли палочку съ положительнымъ электричествомъ

дотронулись ею до шарика. Благодаря ему, съ палочки въ листочки электроскопа перейдетъ электричество положительное, а внутри электроскопа, на обоихъ листочкахъ,—будетъ электричество тоже положительное. Имъ заряжаются оба листочка. Значитъ, въ каждомъ листочкѣ одинаковое электричество. Поэтому оба листочка тотчасъ же оттолкнутся другъ отъ дружки, — разойдутся, отклонятся въ разныя стороны. Затѣмъ можно поднести къ такому заряженному электроскопу какое-нибудь другое вещество, тоже съ электричествомъ, и можно дотронуться этимъ наэлектризованнымъ веществомъ до верхняго шарика и посмотрѣть, что будетъ при этомъ съ листочками сусального золота. Эти листочки иной разъ отталкиваются еще больше другъ отъ друга, но могутъ иной разъ и опуститься. Коли въ нихъ придетъ электричество такое самое, какое уже было внутри электроскопа,—листочки разойдутся еще больше; потому что отъ прибавки того же самага электричества увеличивается и отталкиванье ихъ другъ отъ дружки. Но коли вновь пришедшее электричество не такое, какое было въ тѣхъ же листочкахъ до этого времени,—а противоположное, — тогда листочки спадутся. Значитъ, стоитъ лишь зарядить электроскопъ такимъ электричествомъ, о которомъ извѣстно, положительное оно или отрицательное,—и тогда такимъ способомъ можно будетъ судить о всякомъ другомъ, попробовать всякое наэлектризованное вещество и узнавать, какое электричество въ немъ есть.

честь одного итальянскаго ученаго, по фамиліи Гальвани, — онъ жилъ въ тѣ же времена, когда жилъ и Александръ Вольта, и тоже много и прилежно изучалъ электрическія явленія. Элементъ—это значитъ „составная часть“. Изъ многихъ такихъ гальваническихъ элементовъ можно составить сильную электрическую батарею.

Батарея—это значитъ собраніе нѣсколькихъ гальваническихъ элементовъ, соединенныхъ между собой при помощи проволоки. На рисункѣ изображена электрическая батарея. На рисункѣ же показано, какимъ способомъ можно соединять въ ней отдѣльные гальваническіе элементы, и откуда и куда течетъ изъ нея электрическій токъ по проволоки. Электричество, дѣйствительно, течетъ.

Поэтому такое его теченіе и называютъ электрическимъ потокомъ, а для краткости —, электрическимъ токомъ.



*Приборъ для добыванія электрическаго тока. Такой приборъ называется „гальваническимъ элементомъ“.*

Гальваническій элементъ, — представляетъ изъ себя стеклянную банку. Въ нее налита вода съ небольшою примѣсью сѣрной кислоты, а въ воду опущены двѣ пластинки, — одна изъ цинка, другая изъ мѣди. Около цинковой пластинки написано *Zn*, около мѣдной — *Cu*. Если отъ пластинки къ пластинкѣ провести проволоку (она нарисована и идетъ отъ *a* къ *b*), то по ней побѣжитъ электрическій токъ. Тамъ, гдѣ написана буква *a* —анодъ этого элемента. А гдѣ написана буква *b* —его катодъ. Анодъ и катодъ называются электродами.

### Гальваническая батарея

Гальваническая батарея. Она составлена изъ отдѣльных „гальваническихъ элементовъ“. Всѣ соединены одна съ другой проволоками. Проволоки идутъ отъ цинковой пластинки, находящейся въ одной банке къ мѣдной другой. И такъ отъ банки къ банке. При такомъ устройствѣ, на одномъ концѣ такой батареи появляется электричество положительное, этотъ конецъ обозначенъ знакомъ  $+$  (плюсъ), а на другомъ концѣ — отрицательное. Этотъ конецъ обозначенъ знакомъ  $-$  (минусъ). Эти концы батареи называются „электродами“ или „полюсами“. Если ихъ соединить проволокою, то по ней тотчасъ же побѣжитъ электрическій токъ, отъ мѣди къ цинку, отъ одного конца такой батареи къ другому. И токъ будетъ гораздо сильнѣе, чѣмъ отъ одного единственнаго элемента. Концы батареи называются электродами. Тамъ, гдѣ написана буква *a* —анодъ, а гдѣ буква *z* —като-



Соединеніе многихъ элементовъ въ одну батарею позволяетъ добывать много электричества. Такимъ способомъ иногда и добываютъ его и различными способами его изслѣдуютъ. Напримѣръ, заставляють течь электричество по проволокамъ, то тонкимъ, то толстымъ, то мѣднымъ, то желѣзнымъ, то неподвижнымъ, то подвижнымъ. Пробовать и изслѣдовать электричество можно по разному, и при этомъ самому приходится придумывать, какъ и когда. Такимъ способомъ и было много узнано объ электричествѣ и о томъ, что оно дѣлаетъ.

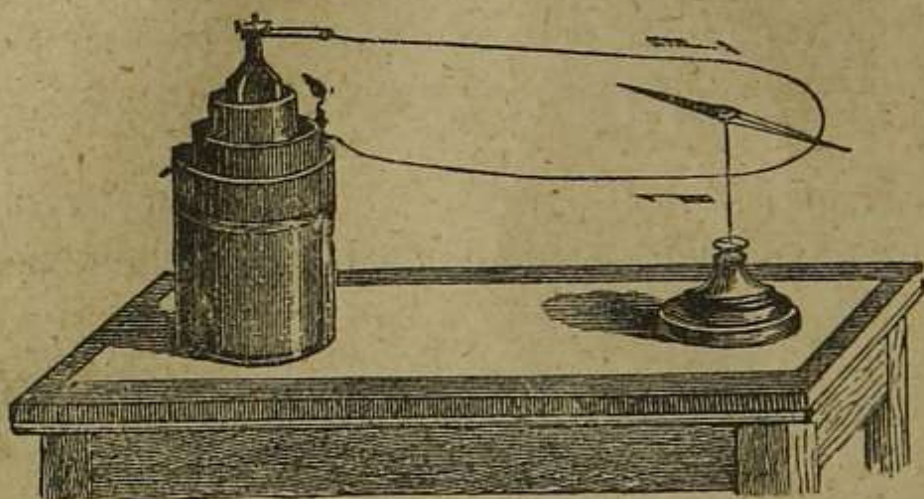
### Удивительныя и разнообразныя дѣла электричества.

Такъ узнали, напримѣръ, что электрическій токъ можетъ накаливать проволоку до красна и до бѣла. Въ этомъ убѣждаетъ всякая электрическая лампочка: вотъ какъ она устроена. Внутри ея имѣется тоненькій уголекъ или проволочка. Черезъ нихъ проходитъ электрическій токъ и при этомъ накаливаетъ ихъ. Это можно узнать на ощупь: вѣдь лампочка нагрѣвается, когда свѣтитъ. На примѣръ всякой электрической лампочки видно еще вотъ что: электрическій токъ можетъ не только нагрѣвать, но и накаливать, а благодаря этому — и свѣтитъ. Вѣдь электрическія лампочки свѣтятся.

Узнали еще, что отъ электрическаго тока различныя вещества разлагаются, распадаются на свои составныя части. Это происходитъ съ ихъ молекулами. И при этомъ перемѣняются вещество, и его свойства. Такъ, напримѣръ, вода разлагается на водородъ и кислородъ. Объ этомъ рассказано въ книжкѣ „Вещество и его тайны“.

Но особенно интересно вотъ что: электрическій токъ дѣйствуетъ на магнитъ. И къ тому же удивительно. Раньше другихъ узналъ объ этомъ знаменитый датскій ученый Эрштедъ. Однажды онъ показывалъ студентамъ какой-то опытъ съ электрическимъ токомъ, а съ этой цѣлью пропускалъ токъ по разнымъ проволокамъ. Около

одной проволоки случайно стояла магнитная стрелка. Вдруг Эрштедъ замѣтилъ, что эта стрѣлка, при пропуске тока, словно затанцовала, возбудилась и стала вертѣться на острѣй. Лишь только Эрштедъ это замѣтилъ, то съ удивился. До этого времени никто не зналъ, электрическій токъ можетъ такъ дѣйствовать на магнитную стрѣлку.



Электрическій токъ заставляетъ поворачиваться магнитную стрѣлку.

Здѣсь нарисованъ гальваническій элементъ. Отъ его анода къ его катоду идетъ электрическій токъ. Онъ идетъ по проводкѣ. Эта проволока обхватываетъ магнитную стрѣлку. Эта стрѣлка сама поворачивается, лишь только проходитъ токъ.

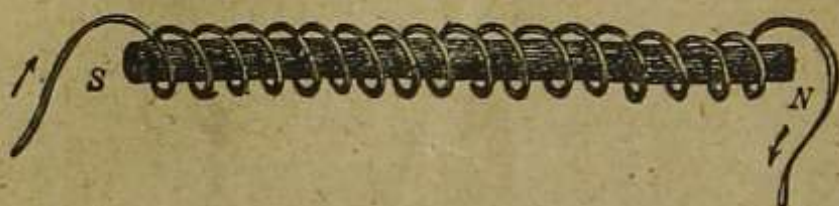
стрѣлку. Эрштедъ рѣшилъ изслѣдовать, въ чемъ же дѣло? Онъ сталъ всячески пробовать и испытывать стрѣлку, и вотъ въ чемъ убѣдился и что узналъ: электрическій токъ всегда поворачиваетъ магнитную стрѣлку, когда проходитъ около нея, и не черезъ нее, а только по близости ея. И вовсе ея не касаясь даже. Въ вліяніемъ электрическаго тока магнитная стрѣлка вѣрѣ поворачивается и становится подѣ угломъ къ той проволоцѣ, гдѣ идетъ токъ. Эрштедъ понялъ, что дѣйствіе электрическое и дѣйствіе магнитное имѣютъ между собою какую-то связь. А какую именно? Нужно было изслѣдовать.

вать и это. Принялись за это дѣло опять таки разные ученые, разныхъ странъ. Многіе и не думали и не понимали тогда, что изъ этихъ изслѣдованій у нихъ выйдеть, и какое великое дѣло они дѣлають. А вышло то, что благодаря ихъ-то работамъ и появились и электрическія желѣзныя дороги, и электрическое освѣщеніе, и телеграфъ, и телефонъ, и многое другое. Объ этомъ разсказать стоитъ.

### **При помощи электричества можно превращать куски желѣза и стали въ магниты.**

Началось вотъ съ чего. Одинъ французскій ученый, по фамиліи Амперъ, замѣтилъ такое интересное явленіе: самая простая мѣдная проволока дѣйствуетъ на другую такую же проволоку, когда по нимъ обѣимъ идетъ электрическій токъ. При этомъ проволока притягиваетъ проволоку, а то и отталкиваетъ ее, словно онѣ и сами намагничены. А мѣдь-то вѣдь не намагничивается магнитомъ же. А при прохожденіи электрическаго тока она вродѣ какъ намагничивается. И правда, электрическій токъ дѣлаетъ мѣдную проволоку похожею на магнитъ. Амперъ сдѣлалъ такъ. Онъ взялъ мѣдныя проволоки и согнулъ ихъ, наподобіе пружинъ. Затѣмъ такія проволоки были подвѣшены такъ, что могли свободно передвигаться въ разныя стороны. Амперъ повѣсилъ двѣ такихъ проволоки рядкомъ и пропустилъ электрическій токъ по нимъ. На первый разъ по обѣимъ проволокамъ былъ пущенъ токъ въ одномъ и томъ же направленіи. И что же оказалось? Обѣ проволоки сами собою притянулись другъ къ другу, словно онѣ стали магнитами. А эти проволоки не были желѣзныя. Постъ этого Амперъ сдѣлалъ такъ: чрезъ одну проволоку онъ пустилъ токъ въ одномъ направленіи, а чрезъ другую — въ другомъ. Тогда проволоки стали отталкиваться другъ отъ дружки! Совершенно такъ-же, какъ магниты. А никакого магнита

и по близости-то не было. Да вѣдь магнить и не дѣвуетъ на мѣдь. А вотъ электричество дѣйствуетъ. Амперъ понялъ, что электрическій токъ вродѣ какъ обла, магнитной силой. Тогда Амперу пришло въ голову: а не ли въ такомъ случаѣ намагничивать и желѣзо при помощи электрическаго тока? Не превратится ли и желѣзо въ магнитъ, если пропустить вокругъ него электрическій токъ? Амперъ рѣшилъ это попробовать. Онъ взялъ стальной стержень, взялъ мѣдную проволоку, чтобы пропускать по ней электрическій токъ. Обмоталъ эту проволоку шелкомъ,



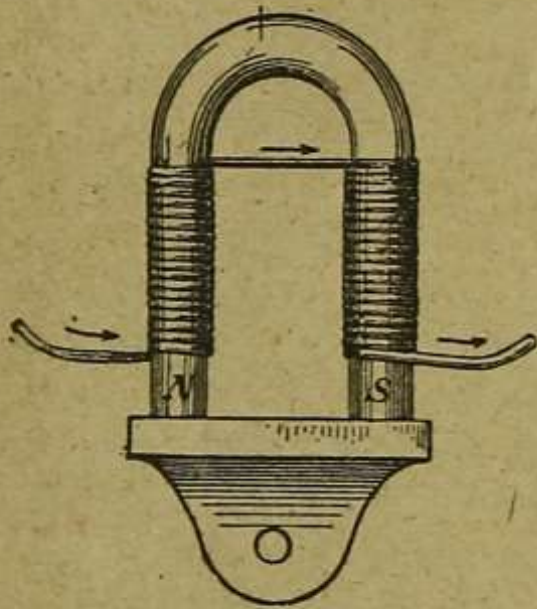
Желѣзный стержень, обмотанный проволокой. Эта проволока вплотную обмотана шелкомъ, чтобы изъ нея не вышло электричество. По проволокѣ идетъ электрическій токъ. Пока онъ идетъ, желѣзный стержень дѣлается магнитомъ.

На одномъ его концѣ появляется полюсъ южный, (тѣмъ гдѣ буква s) а на другомъ—полюсъ сѣверный (гдѣ буква N). Токъ идетъ въ томъ направленіи, какое указано стрѣлками. Если токъ пойдетъ въ другомъ направленіи, то сѣверный полюсъ сдѣлается южнымъ, а южный — сѣвернымъ.

—это для того, чтобы электричество не уходило изъ стержня въ сталь. Затѣмъ такую проволокою Амперъ обмотал стальной стержень. Затѣмъ оба конца проволоки Амперъ прикрѣпилъ къ гальванической батарее. Затѣмъ пустилъ по проволокѣ электрическій токъ. И вотъ оказалось: стальной стержень сдѣлался настоящимъ магнитомъ! Этотъ стержень сталъ притягивать къ себѣ желѣзо, словно настоящій магнить, и даже еще сильнее. И такого магнитнаго свойства онъ долгое время не терялъ. Значитъ, магниты-то, дѣйствительно, можно готовить и безъ помощи магнитной руды, а

помощью электрическаго тока. Такіе искусственныя и временныя магниты называются „электромагнитами“.

А что будетъ, если вмѣсто стали да взять желѣзо, простое, мягкое, то-есть ковкое желѣзо? Амперъ испробовалъ и это. Оказалось, что мягкое желѣзо тоже дѣлается магнитомъ, когда обмотано проволокою и когда по ней идетъ электрическій токъ. Но долго сохранять свое магнитное свойство мягкое желѣзо не можетъ. Оно само собою быстро размагничивается, въ отличіе отъ стали. Идетъ по нему токъ,—и тогда желѣзо—магнитъ; не идетъ тока—и это самое желѣзо—уже не магнитъ. Значитъ,



Электромагнитъ. Онъ сдѣланъ изъ легкаго желѣзнаго стержня, который изогнуть въ видѣ подковы. Его концы обмотаны проволокою, а проволока эта плотно обмотана шелкомъ. Разсмотрите повнимательнѣй, какимъ способомъ произведена эта обмотка, какъ идетъ проволока. По проволокамъ можно пропускать электрическій токъ. Тогда желѣзо дѣлается магнитомъ и начинаетъ притягивать къ себѣ якорь. Тамъ, гдѣ написана буква И, получается сѣверный полюсъ электромагнита, а гдѣ написана буква S, —его южный полюсъ.

—рѣшилъ Амперъ, — желѣзный стержень можно очень быстро и въ одно мгновеніе и по своему желанію то намагничивать, то размагничивать. Когда такой стержень изъ мягкаго желѣза—магнитъ, онъ къ себѣ желѣзо притягиваетъ; и тогда оно къ этому стержню прилипаетъ; если же токъ закрыть, это самое желѣзо, притянутое къ магниту, сейчасъ — же перестаетъ прилипать и само отскакиваетъ. Такимъ способомъ можно давать сигналы изъ города въ городъ. Для этого нужно лишь поставить въ этихъ обоихъ городахъ по электромагниту да провести

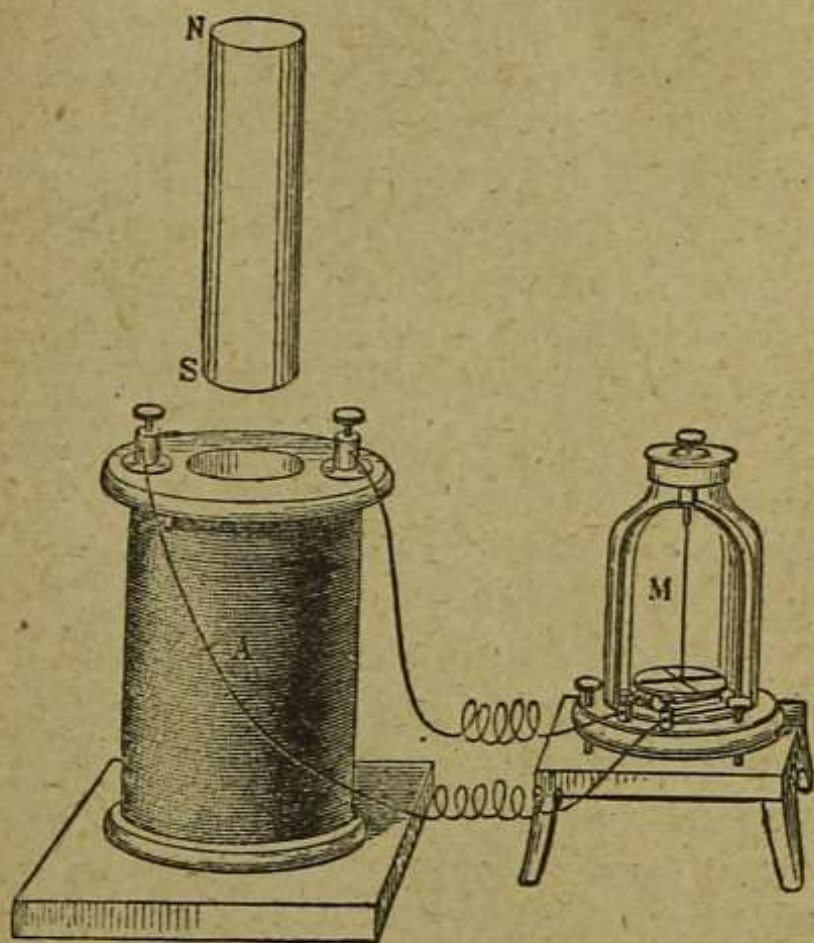
между ними проволоку, такъ чтобы якоря этихъ электроманнитовъ подсакаивали и отсакаивали тогда какъ нужно. Это и есть телеграфъ.

### Ученый рабочій Михаилъ Фарадей.

Въ это самое время жилъ въ Англии одинъ замѣчательный человекъ, — Михаилъ Фарадей. Онъ былъ простой рабочій, сынъ бѣднаго кузнеца, и нигдѣ не учился. Бѣдности своихъ родныхъ Фарадей поступилъ послыльнѣе къ одному книготорговцу. Тутъ онъ сильно полюбилъ читать книги, особенно по химіи и объ электричествѣ. С этими книгамъ однажды Фарадей самъ устроилъ для себя электрическую машину, и та отлично дѣйствовала. Но одними книгамъ учиться трудно. Фарадей рѣшилъ во что бы то ни стало учиться возможно больше. Онъ убѣдилъ своего брата помочь ему деньгами. Тотъ далъ Фарадею нѣсколько рублей, и Фарадей сталъ слушать за эти деньги общедоступныя лекціи по физикѣ и въ то же время бросалъ работы у книготорговца. Однажды въ книжную лавку пришелъ какой-то покупатель. Онъ разговорился съ Михаиломъ Фарадеемъ, познакомился съ нимъ, оцѣнилъ умъ и любознательность мальчика и взялъ его съ собою тоже слушать лекціи, но на этотъ разъ лекціи знаменитаго ученаго, — Гемфри Дэви. Отъ этихъ лекцій Фарадей пришелъ въ восторгъ. Ему сильно захотѣлось учиться. Онъ взялъ да и написалъ знаменитому ученому Дэви письмо и сталъ проситься къ нему на службу. Письмо было написано горячо и искренне. Гемфри Дэви почувалъ что письмо написано дѣйствительно отъ всей души. Дэви позвалъ Фарадея къ себѣ и далъ ему случай попробовать свои силы въ ученіи. Скоро способности Фарадея развились, какъ говорится, „во всю“. Самъ Фарадей сдѣлалъ въ концѣ концовъ знаменитымъ ученымъ и совершилъ своимъ вѣку множество замѣчательныхъ открытій.

При помощи магнита можно добывать электричество, да еще въ большомъ количествѣ.

Вотъ надъ чѣмъ задумался однажды Фарадей: а нельзя ли добывать электричество при помощи магнита? Въдь сдѣлалъ же Амперъ магнитъ при помощи электричества. Фарадей сталъ придумывать и искать новыхъ способовъ для добыванія электрическаго тока. И, дѣйствительно, имъ былъ придуманъ такой способъ: Фарадей взялъ длинную проволоку, сплошь обмотанную шелкомъ. Эту проволоку Фа-



Здѣсь изображена катушка. На ней написана буква А. Надъ катушкой - магнитъ. Около него стоятъ буквы N и S. Направо отъ катушки изображенъ особый приборъ, называемый гальванометромъ. На немъ написана буква М. Внутри гальванометра, подъ стекляннымъ колпакомъ виситъ магнитъ и стрѣлка. Когда около проходитъ электрическій токъ, эта стрѣлка сейчасъ же отклоняется. Этимъ ея отклоненіемъ обнаруживается присутствіе электричества въ той проволо-

кѣ, какая проведена отъ катушки къ гальванометру. Это приборъ очень чувствительный. Катушка устроена такъ: Внутри она пустая, а снаружи обмотана проволокой. Эта проволока сплошь обмотана шелкомъ. Концы проволоки идутъ къ гальванометру. При выдвиганіи магнита и при вдвиганіи его внутрь катушки появляется электрическій токъ. Онъ и обнаруживается гальванометромъ.

радей намоталъ на деревянную катушку, какъ на рисунъ показано, а концы проволоки оставилъ свободнымъ. Взялъ онъ эти концы себѣ въ руки, а катушку поднесъ къ большому магниту—такой магнитъ стоялъ тогда у него въ комнатѣ. Магнитъ этотъ былъ больше аршина величиной и въ нѣсколько пудовъ вѣсомъ. Сдѣланъ былъ этотъ магнитъ изъ толстаго стального ствола, согнутаго въ видѣ подковы. Лишь только начали подносить катушку къ магниту, сейчасъ же въ ней появилось электричество. Появилось само собой, неизвѣстно откуда. Пока катушку подвигали къ магниту, электричество въ ней было. Но лишь только перестали двигать катушку,—электричество какъ будто исчезло. Опять двинули катушку,—электричество опять появилось въ ней; остановились,—его снова нѣтъ какъ нѣтъ въ катушкѣ. Иной человекъ на это вниманія бы не обратилъ. Но Фарадей задумался. Онъ сейчасъ сообразилъ, что вѣдь такимъ способомъ можно действительно, добывать электричество. И вотъ Фарадей взялъ небольшой магнитъ и вдвинулъ его внутрь катушки. При этомъ тоже появился въ ея проволокахъ электрический токъ. Остановился магнитъ,—тока нѣтъ. Выдвинулъ Фарадей магнитъ изъ катушки,—снова появился токъ. Значитъ, рѣшилъ Фарадей, электрическій токъ появляется при передвиженіи магнита внутрь катушки или изъ нея. Для добыванія этого тока нужно лишь вотъ что: нужно чтобы магнитъ постоянно передвигался относительно катушки. Ну, а если не онъ будетъ передвигаться, сама катушка? Это все едино,—лишь бы мѣнялись разстоянія между катушкой и магнитомъ,—появляется въ этомъ случаѣ электрическій токъ. Ну а что будетъ, если катушку не просто передвигать, а быстро вертѣть близъ магнита? Вѣдь верченіе,—тоже движеніе. Тогда Фарадей сдѣлалъ такую катушку: онъ взялъ желѣзное кольцо, обмоталъ его проволокой, поставилъ его между концами магнита и сталъ вертѣть его. Что же оказалось? Въ проволокахъ кольца появился электрическій токъ!



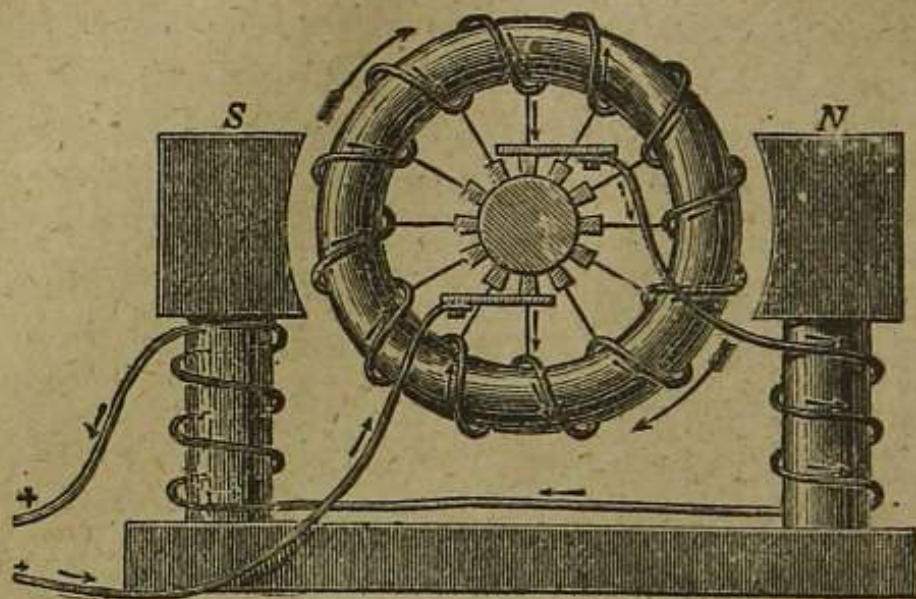
Такимъ способомъ было доказано, что дѣйствительно можно добывать электричество при помощи магнита. Для этого нужно поставить между его концами кольцо, обмотанное проволокой, да и вертѣть его.

Такъ былъ найденъ новый способъ добыванія электричества.

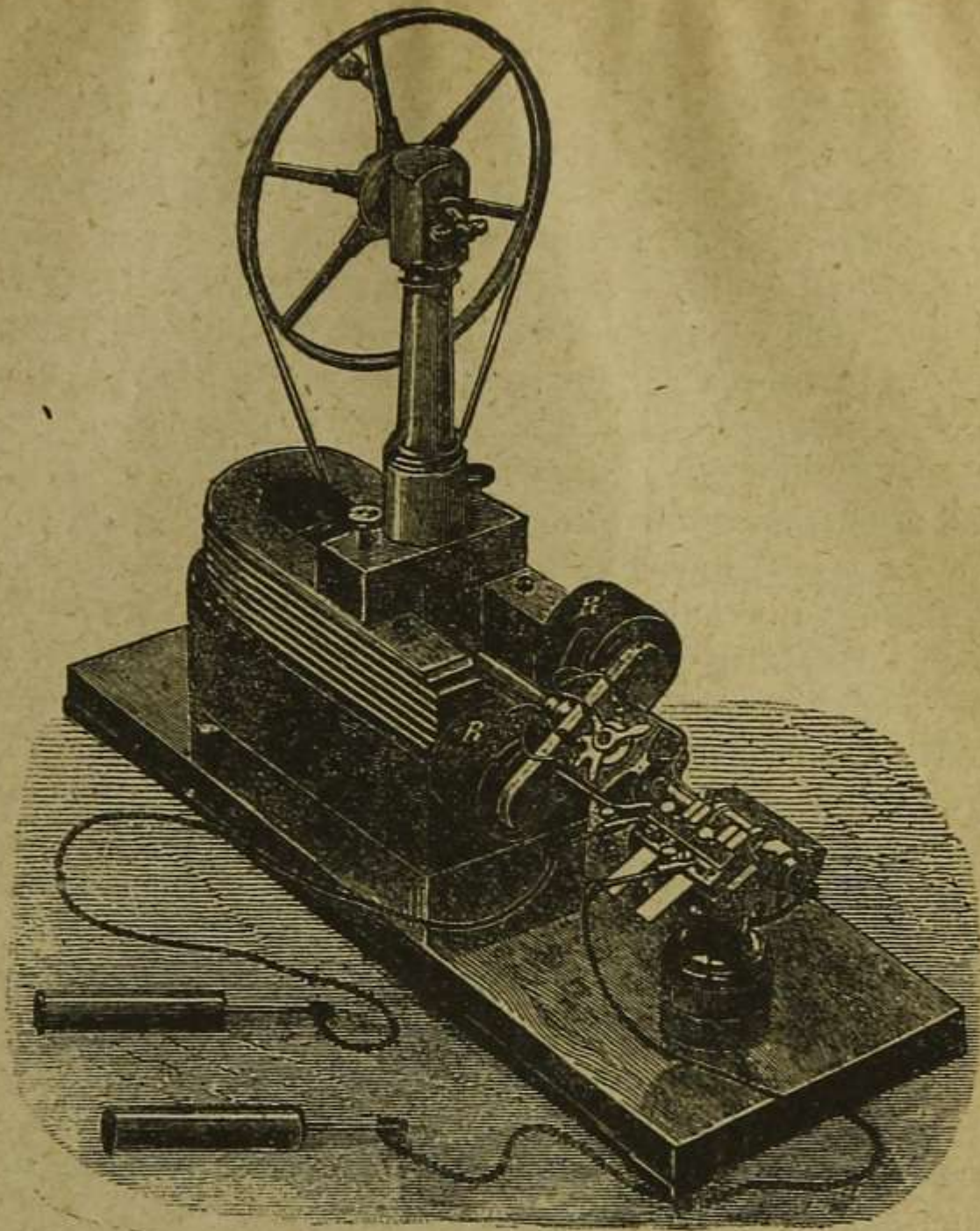
Вскорѣ послѣ того были придуманы и особыя машины для добыванія электрическаго тока этимъ новымъ способомъ. Вотъ, на примѣръ, какъ была устроена одна машина для его добыванія: взяли большой магнитъ, согнутый въ видѣ подковы. Концы этого магнита были придѣланы внизу къ деревянной подставкѣ. Между этими концами было вставлено желѣзное кольцо, обмотанное проволокой, а проволока эта тоже была обмотана шелкомъ. Проволока намотана была на кольцо не очень-то просто, а какъ на рисункѣ показано,—такъ, словно на кольцо насажено нѣсколько катушекъ. Концы проволокъ отъ каждой катушки проведены въ середину кольца, къ его оси. Къ этой оси придѣлана деревянная ручка. За эту ручку можно вертѣть колесо. Лишь только его завертять, сейчасъ же появляется электрическій токъ въ проволокъ, намотанной на это кольцо. Кольцо это называется „якоремъ“, хотя на якорь вовсе не похоже. Электрическій токъ бѣжитъ по направлению къ оси кольца, а тамъ придѣланы, гдѣ слѣдуетъ, двѣ мѣдныя щетки. Токъ бѣжитъ сначала по щеткамъ; а отъ нихъ идутъ свои особыя проволоки. Токъ бѣжитъ далѣе по этимъ проволокамъ. А тѣ проведены, куда нужно. Стоитъ лишь завертѣть машину,—завертится и колесо между концами магнита. А лишь только оно завертѣлось,—появляется и токъ въ проволокъ. Быстрѣе вертится колесо,—получается сильнѣе и токъ.

Въ настоящее время придумано множество разныхъ машинъ для полученія электричества при помощи магнита. Самая суть такихъ машинъ—то самое, что впервые увидѣлъ Фарадей, устройство же ихъ различно. Изобрѣтатели и строители такихъ машинъ всячески стараются, чтобы

получать этимъ способомъ электрическій токъ посильнѣе. Съ этой цѣлью устроены машины не съ однимъ единственнымъ магнитомъ, а съ двумя, четырьмя и даже цѣлой сотней ихъ. Такія машины дѣйствуютъ хорошо и даютъ очень сильный электрическій токъ. Но можно получить токъ еще сильнѣе вотъ какимъ способомъ: одинъ ученый догадался сдѣлать такъ, — онъ выбросилъ изъ



Самая суть динамо машины. Здѣсь нарисованы два конца, то есть два полюса электромагнита. Тамъ, гдѣ написана буква S, — его конецъ южный, а гдѣ написана буква N, — его конецъ сѣверный. Между этими концами электромагнита придѣлано кольцо изъ мягкаго желѣза. По рисунку видно, какъ обмотаны проволокою это кольцо и электромагнитъ, и какъ идутъ проволоки отъ кольца къ электромагниту, и какъ придѣланы близъ оси кольца двѣ щетки (внутри кольца). Стрѣлка показываетъ, гдѣ и въ какую сторону пробѣгаетъ токъ. Если вертѣтъ это кольцо, тотчасъ же появляется электрическій токъ, и его можно добывать такимъ способомъ. А если пропустить электричество къ кольцу, то само собой завертится кольцо. Такимъ способомъ можно въ этомъ случаѣ добывать движеніе, то есть двигательную силу при помощи электричества. Значитъ, такая машина позволяетъ получать или, двигательную силу при помощи электричества, или, наоборотъ, — получать электричество при помощи какой нибудь двигательной силы, на примѣръ, водяной, паровой.



Магнито-электрическая машина. Главная ея часть — лежащій магнитъ, согнутый въ видѣ подковы. Около его концовъ находятся двѣ катушки, сидящія на оси. Эта ось проходитъ между ними и можетъ вертѣться. Вертѣть ихъ можно при помощи верхняго колеса,—у него имѣется для этого ручка. Когда же катушки вертятся, то въ нихъ появляется довольно сильный токъ. Онъ производится движеніемъ катушекъ въ магнитномъ полѣ.

своей машины стальной магнитъ, а вмѣсто него взял электромагнитъ, — по просту сказать большую подкову изъ мягкаго желѣза, обмоталъ ее проволокой, да и пустил по ней электрической токъ. Само желѣзо дѣлается отъ этого магнитомъ, а именно электромагнитомъ. Это впервые узналъ еще Амперъ, какъ о томъ было уже рассказано на страницѣ 101-102. Машина съ электромагнитомъ вышла еще сильнѣе, чѣмъ машины съ настоящими магнитами. Такія машины называются динамо-электрическими, или по просту динамо-машинами. Динамисъ — значитъ по гречески сила. Такое названіе дано такимъ машинамъ потому, что онѣ даютъ электрической токъ при помощи какой угодно силы, лишь бы она ворочала кольцо этой машины, кольцо съ катушками, поставленное между концами электромагнита. Стоитъ какой нибудь силѣ завертѣть это кольцо, — и электрической токъ появляется. Такія машины даютъ дѣйствительно очень сильный электрической токъ, — такой сильный, какого до тѣхъ поръ никто и никакъ не могъ еще добыть. Динамо-машина устроена такъ, благодаря своему электромагниту, она даетъ электрической токъ, а этотъ самый электромагнитъ дѣлается изъ мягкаго желѣза этимъ самымъ ея токомъ. На примѣрѣ такой машины ясно видно, какъ тѣсно связано электричество съ магнитнымъ дѣйствіемъ, а магнитное дѣйствіе съ электричествомъ. При помощи динамо-машины можно добывать и то, и другое. И какъ добывать? Для этого нужно лишь вертѣть якорь, то есть кольцо между концами электромагнита.

Способъ этотъ уже очень простой. Вѣдь вертѣть-то колеса могутъ разныя силы, — и человѣческая, и лошадиная, и сила воды, и сила вѣтра, и сила паровой машины. Когда-то вертѣли якорь такихъ динамо-машинъ просто руками. Затѣмъ стали устраивать такъ, чтобы его ворочала машина паровая. Устроили это очень просто: придѣлали къ оси якоря маленькій шкивъ. Шкивомъ называется колесо съ очень широкимъ ободомъ. На такое колесо удобно наки

дывать безконечный ремень, — иначе говоря, ремень, у котораго оба конца крѣпко сшиты другъ съ другомъ, какъ на рисункѣ показано; затѣмъ тотъ же ремень накинуди на шкивъ паровой машины. Та и завертѣла свой шкивъ, а отъ него движеніе передалось, при помощи безконечнаго ремня, къ якорю динамо-машины. А отъ круговращенія этого якоря получился электрическій токъ. Такимъ способомъ люди заставили машину паровую вертѣть машину динамоэлектрическую, иначе говоря, — заставили силу пара добывать для нихъ электрическій токъ, и къ тому же еще токъ удивительной, небывалой силы. Такимъ способомъ добывается теперь электричество для освѣщенія большихъ городовъ, — тамъ, гдѣ нѣтъ водяной силы.

Но еще выгоднѣе добывать электричество по сосѣдству разныхъ водопадовъ и большихъ быстрыхъ рѣкъ. Вѣдь паровыя машины и уголь стоятъ дорого. А вертѣть якорь динамо-машины можетъ отлично и вода. Приспособили и воду для такой работы. Были придуманы особыя водяныя колеса на подобіе мельничныхъ. Такія колеса ставятся на рѣкахъ и у водопадовъ. Тамъ текучая вода и вертитъ динамо-машину, а та приготовляетъ людямъ электричество. Вотъ какимъ способомъ стараются теперь использовать и силу Ниагарскаго водопада, какъ о томъ и было ужъ рассказано.

### **Какимъ способомъ электричество замѣняетъ собою паровую машину?**

Значитъ, выходитъ такъ: отъ верченія якоря около электромагнита можно получить электричество. Но можно сдѣлать и иначе: якорь совсѣмъ не вертѣть, а пустить къ нему по той же проволоцѣ электричество изъ другой машины, его добывающей. Что же будетъ въ такомъ случаѣ? Тогда самъ этотъ якорь завертится, — отъ электрическаго тока онъ зевертится самъ собой, словно его будетъ что-то внутри толкать. Такимъ способомъ, благодаря электри-

честву можно получить при помощи той же динамо-машины быстрое круговращение якоря. Но ведь к нему можно придать длинную ось, а на эту ось насадить колеса шкивы, и сь безконечными ремнями. И завертеть то электричество какія угодно машины и станки, на какія угодно фабрикахъ, и колеса трамваевъ, и все что угодно. Такъ оно повсюду теперь и дѣйствуетъ. Есть цѣлыя фабрики, гдѣ всѣ машины вертятся благодаря электрической силѣ.

### Тайна электричества.

Но почему же происходятъ такія удивительныя явленія природы? Почему они могутъ происходить? Самая причина дѣла вотъ въ чемъ. Всякое вещество состоитъ изъ молекулъ и атомовъ, а атомы—изъ электроновъ. Эти электроны связаны внутри атомовъ въ особыя ядра и, кромѣ того, есть въ атомахъ и такіе электроны, которые кружатъ около атомнаго ядра, подобно тому какъ планеты кружатъ около солнца. Вотъ такимъ самымъ устройствомъ всякаго вещества и объясняется появленіе электричества при треніи разныхъ веществъ другъ о дружку. И правдою, что же происходитъ, когда какое нибудь вещество трется о другое вещество? Вотъ, на примѣръ, стекло натирается шелковой матеріей. При этомъ нѣкоторые электроны отскакиваютъ отъ атомовъ стекла и какъ бы прилипаютъ къ шелку. Эти электроны, отскочившіе отъ стекла, остаются не въ стекле. У всѣхъ веществъ всѣ электроны одинаковы, какъ о томъ было сказано въ книжкѣ „Вещество и его тайны“. При натирании одного какого нибудь вещества другимъ какимъ нибудь веществомъ, это вещество изменяется, а происходитъ лишь вотъ что: отрываются отъ нѣкоторыхъ его атомовъ нѣкоторые электроны. Значитъ, въ атомахъ стекла дѣлается при этомъ меньше электроновъ, а въ шелку становится ихъ больше. Другими словами, въ стеклѣ, сравнительно сь прежнимъ, дѣлается недоставка

ка ихъ, а тутъ въ шелку—ихъ избытокъ. И недостатокъ, и избытокъ электроновъ и обнаруживаются, на примѣръ, при помощи электроскопа. Имъ даны и особыя названія: избытокъ электроновъ называется электричествомъ *отрицательнымъ*, а недостатокъ ихъ—электричествомъ *положительнымъ*.<sup>1)</sup>

Но изъ какого же вещества въ какое перемѣщаются электроны при треніи? Это смотря по тому, какія вещества трутся одно о другое. Въдь атомы разныхъ веществъ устроены по разному. Надо полагать, въ атомахъ различныхъ веществъ электроны носятъ на разныхъ разстояніяхъ отъ ядра своихъ атомовъ,—въ иныхъ ближе къ ядру, въ другихъ—дальше отъ него. Оторваться отъ атома легче бываетъ тѣмъ электронамъ, которые находятся дальше отъ ядра. Значитъ, благодаря тренію, электроны могутъ отъ одного вещества все отрываться да отрываться, а на другомъ трущемся веществѣ все накопляться да накопляться.

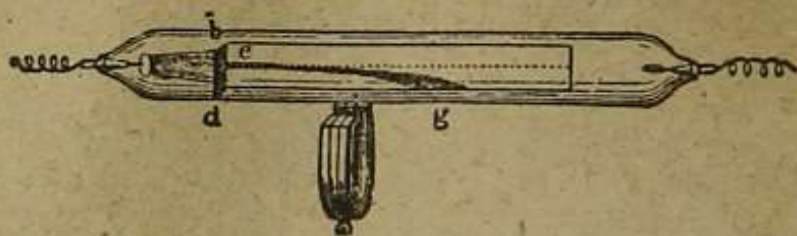
Значитъ, вотъ что такое электричество,—это собраніе или скопленіе электроновъ, или недостатокъ ихъ.

Но почему же появляется электричество при помощи магнита? Да потому, что магнитъ тоже дѣйствуетъ на электроны. Это можно видѣть такимъ способомъ. Надо прежде всего добыть электроны, а затѣмъ подѣйствовать на нихъ магнитомъ. Добыть электроны можно такъ: надо съ этой цѣлью взять закрытую стеклянную трубку съ двумя, на примѣръ, алюминіевыми пластинками, какъ на рисункѣ показано. Надо обѣ эти пластинки сое-

---

<sup>1</sup> Названіе это не совсѣмъ подходящее, но что же подѣлаешь? Такое ужъ было придумано еще въ тѣ времена, когда никто еще нечего не зналъ объ электронахъ. Настолько стало больше электроновъ тамъ,—какъ разъ настолько же стало ихъ меньше здѣсь. Поэтому и выходитъ всегда такъ, что при треніи появляются совершенно одинаковыя количества обоихъ сортовъ электричества: то есть столько же положительнаго, сколько и отрицательнаго.

динить съ концами сильной электрической машины. Затѣмъ надо выкачать изъ этой стеклянной трубки весь воздухъ. Затѣмъ надо и сквозь эту трубку пустить сильный электрическій токъ. Тогда этотъ самый т



Здѣсь изображена стеклянная трубка, изъ которой выкачали воздухъ. Въ оба конца этой трубки впаяны проволоки. Онѣ изогнуты въ видѣ пружины. По этимъ проволокамъ идетъ электрическій токъ внутрь трубки. Онъ перескакиваетъ сквозь нее слѣва направо. На лѣво-катодъ. Онъ въ видѣ кружка. Изъ него выходятъ катодные лучи, то есть потокъ электроновъ. Подъ нимъ поставленъ снаружи трубки магнитъ. Отъ этого потокъ электроновъ изогнулся. Онъ идетъ по направленію отъ буквы е къ буквѣ д. Чтобы лучи видѣть это, поставлена внутрь трубки бумажка. На ней написана буква е.

какъ-бы выскочить изъ вещества внутрь трубки, а тамъ получатся тамъ лучи особаго сорта. Они идутъ отъ алюминиевой пластинки, которая соединена съ отрицательнымъ полюсомъ электрической машины, — съ темъ полюсомъ ея, гдѣ накапливается отрицательное электричество<sup>1</sup>. Эти лучи и есть потокъ электроновъ. Этотъ полюсъ электрической машины называется катодомъ. Потому и потокъ электроновъ, отсюда выходящій, называется „катодными лучами“. Можно устроить такую трубку, чтобы эти лучи ударялись какъ разъ объ ея стѣнку. А въ этомъ самомъ мѣстѣ можно вдѣлать въ стѣнку трубки очень тонкую алюминиевую пластинку. Тогда электроны пройдутъ сквозь вещество этой пластинки, выйдутъ чрезъ н

<sup>1</sup> См. на стр. 108.



изъ трубки на воздухъ и стануть сталкиваться тутъ съ частичками воздуха. Такъ и бываетъ. А изъ этого видно, что катодные лучи проходятъ сквозь вещество алюминія. Но вѣдь пройти сквозь вещество—это значитъ пройти сквозь промежутки между его молекулами и атомами. Почему же въ такомъ случаѣ не проходитъ воздухъ внутри той же самой трубки? Да потому, что его-то атомы и молекулы не влѣзаютъ въ тѣ самые промежутки между атомами и молекулами этого самаго вещества алюминія. Что же пролѣзаетъ? Только то, что еще меньше молекулъ и атомовъ воздуха и что тоже имѣетъ зернистое строеніе. Значитъ, то, что проходитъ чрезъ алюминій, представляетъ изъ себя потокъ зернышекъ. Значитъ, электроны представляютъ собой дѣйствительно зернышки, а ихъ потокъ—это потокъ зернышекъ. А электроны—это и есть электричество. Значитъ, электричество состоитъ тоже изъ зернышекъ.

Еще вотъ что достойно вниманія: очень близко къ той же стеклянной трубкѣ, электроны, выйдя изъ нея чрезъ алюминій, прилипаютъ къ молекуламъ и атомамъ воздуха. Отъ этого въ воздухѣ появляется и обнаруживается, въ этомъ самомъ мѣстѣ около трубки, отрицательное электричество. Его наличность можно обнаружить сейчасъ же, на примѣръ, при помощи электроскопа. Онъ уже описанъ на страницѣ? А что изъ этого видно? А вотъ что: электроны то представляютъ изъ себя зернышки электричества *отрицательнаго*: вѣдь они выходятъ изъ той алюминіевой пластинки, которая соединена съ отрицательнымъ полюсомъ электрической баттарей, то-есть съ тѣмъ, гдѣ накапливается отрицательное электричество. Какъ сейчасъ было сказано, этотъ полюсъ называется катодомъ, а потокъ электроновъ называется поэтому катодными лучами. Изъ катода-то и вылетаютъ электроны. Значитъ, изъ этого тоже видно, что электроны дѣйствительно представляютъ изъ себя электричество отрицательное. Значитъ, если, на какомъ-нибудь веществѣ обнаружится избытокъ

электроновъ, — это и означаетъ, что вещество это заряжено именно отрицательнымъ электричествомъ. А коли имѣется недостатокъ электроновъ, тамъ вещество заряжено электричествомъ положительнымъ. Иначе говоря, дохватка электроновъ на какомъ нибудь веществѣ ощущивается спектроскопомъ какъ электричество положительное.

Вотъ теперь и понятно, что такое электрическій токъ — это то же что потокъ электроновъ. Понятно теперь и то, что представляетъ собою всякая электрическая искра — просто на просто проскакиваніе электроновъ гуртомъ — оттуда, гдѣ ихъ много, туда, гдѣ ихъ меньше.

Но какъ дѣйствуетъ на электроны магнитъ? Попробовали узнать и это. Поднесли съ этой цѣлью къ стеклянной трубкѣ съ катодными лучами магнитъ, — тогда и увидѣли, что потокъ электроновъ, то-есть лучи, отклонились въ сторону. Повернули къ нимъ магнитъ другимъ его концомъ, другимъ его полюсомъ — сейчасъ же и потокъ электроновъ отклонился въ обратную сторону. Изъ этого видно, что магнитъ заставляетъ катодные лучи отклоняться въ одну или другую сторону. И такъ всегда.

Ну а если электроны несутся внутри какого-нибудь вещества? Какъ на него подѣйствуетъ магнитъ въ такомъ случаѣ на это самое вещество? Несутся электроны, напримеръ, между атомами мѣдной проволоки. Это значитъ — несется по этой проволоцѣ электрический токъ. Какое же именно дѣйствіе оказываетъ на него магнитъ? Магнитъ дѣйствуетъ и на этотъ внутренній потокъ электроновъ такимъ самымъ способомъ, какъ и на внѣшній. Вѣдь магнитное дѣйствіе заходитъ въ глубину вещества. Поэтому для магнита по отношению къ мѣдной проволоцѣ все едино, гдѣ именно несутся электроны, — внутри мѣдной проволоки, или внѣ ея. Магнитъ отклоняетъ весь потокъ электроновъ съ его пути то въ одну, то въ другую сторону. Это смотря по тому, какой конецъ магнита к нему подносятъ. А когда магнитъ дѣйствуетъ на потокъ

электроновъ, то вмѣстѣ съ нимъ тянетъ онъ и ту проволоку, внутри которой несутся эти самые электроны, то есть гдѣ бѣжитъ электрическій токъ. Иначе и быть не можетъ. Вѣдь подѣ вліяніемъ магнита выходитъ вотъ что: электроны несутся между атомами и молекулами; благодаря магниту они тотчасъ же сворачиваютъ съ прежней своей дороги; а своротивъ изъ за этого, электроны, разумѣется, начинаютъ ударять въ атомы уже по другому направленію. Вотъ эти-то удары электроновъ и передвигаютъ въ эту сторону и молекулы и атомы, а съ ними и всю проволоку. Значитъ, вблизи магнита проволока не можетъ не двигаться, если только чрезъ нее идетъ электрическій токъ. И вотъ кто передвигаетъ проволоку, — невидимые электроны, которые меньше всякихъ молекулъ и атомовъ! Невидимые удары этихъ невидимыхъ электроновъ дѣлаютъ такимъ способомъ большое дѣло: отъ нихъ-то и вертятся катушки динамо-машинъ между концами магнита. Подѣ невидимыми ударами невидимыхъ электроновъ вертятся и колеса динамо-машинъ, — тѣ самыя, которыя катятъ трамвай, или ворочаютъ всѣ огромныя колеса огромной фабрики.

Самая суть тайны такой работы невидимыхъ электроновъ скрыта глубоко-глубоко въ нѣдрахъ всякаго вещества, изъ какого построена вся Вселенная.

---

## ГЛАВА VII

# Волны мірового эфира.

**Что это за волны? Волны мірового эфира и волн морскія.**

Но вотъ что интересно и особенно важно: и тепловыя и электрическія и свѣтovyя волны—все это волны мірового эфира. Міровой эфиръ постоянно и всюду волнуется. Постоянно и всюду носятъ, перекатываются по нему волны и волны. Работа мірового эфира выражается въ видѣ волнъ. Въ такомъ видѣ онъ обыкновенно и совѣщаетъ свою работу. Міровой эфиръ передаетъ съ мѣста на мѣсто, въ видѣ волнъ, теплоту и свѣтъ, а иногда и электричество.

Лѣтъ двѣсти, триста тому назадъ никто и не думалъ, что все это—волны мірового эфира. И правда, развѣ же это похоже на волненіе? Каждый знаетъ, что такое волны на примѣрѣ тѣхъ волнъ, какія бываютъ на поверхности воды. А гдѣ же поверхность мірового эфира? Тамъ вовсе нѣтъ, потому что этотъ эфиръ вездѣ,—и вокругъ насъ, и въ насъ, и надъ нами, и подъ нами. И все тамъ онъ волнуется.

Но его волны особыя. Онѣ маленькія, маленькія. Въ одномъ дюймѣ можетъ помѣститься нѣ сколько сотъ гриновъ такихъ волнъ. Такую малую величину ихъ трудно себѣ и представить. Такія волны гораздо меньше люб

молекулы, меньше иного атома. Молекулы и атомы рядомъ съ такими волнами мірового эфира вродѣ какъ утесы горъ рядомъ съ волнами морскими. И вотъ эти маленькія, маленькія волны мірового эфира и ударяютъ въ каждую молекулу и въ каждый атомъ, подобно тому, какъ морской прибой о берегъ.

Волны морскія иногда раскалываютъ, крушатъ и точатъ скалы прибрежныя. Подобно этому и волны мірового эфира иной разъ могутъ раскачивать электроны и разрушать атомы и молекулы.

Волны морскія чувствуются и на глубинѣ, потому что волнуется и толща воды, начиная съ поверхности моря и кончая глубиной. Подобно этому и міровой эфиръ волнуется во всей своей толщѣ.

Что же такое это его волненіе? Самая суть его состоитъ въ передвиженіи частицъ вещества. Коли въ какомъ нибудь веществѣ ходятъ волны, это значить—передвигаются да передвигаются частицы этого вещества. И передвигаются онѣ не кое-какъ, а плавно, подобно тому, какъ это видно на примѣрѣ волненія воды. Хорошенько присмотрѣться къ волненію воды очень стоитъ. Если бы къ нему никто не присмотрѣлся какъ слѣдуетъ, то никто бы не понялъ и волненій мірового эфира. А присмотрѣться къ волненію воды можетъ всякій.

**Одно дѣло—передвиженіе волны, и совсѣмъ другое дѣло—передвиженіе колеблющихся частичекъ въ волнѣ.**

Вотъ на примѣръ, упалъ камень въ зеркальную гладь какого-нибудь озера или пруда. При своемъ паденіи этотъ камень надавилъ собою на воду, то есть на кой какія частички ея. Такимъ способомъ, онъ толкнулъ ихъ, сдвинулъ съ прежняго мѣста и ниже уровня этой зеркальной воды. Подъ этимъ толчкомъ упавшаго камня и подъ его напоромъ, частички воды принуждены опуститься. Но опускаясь, и сами онѣ увлекаютъ за собой частички

сосѣднія. И тѣ подъ изъ дѣйствиємъ тоже должъ подвинуться въ ту же сторону, — вѣдь вся вода состои изъ частичекъ, а тѣ другъ къ дружкѣ постоянно притягаются. Это значитъ, что каждая частичка воды испытываетъ на себѣ притяженіе со стороны всѣхъ сосѣднихъ частичекъ, и не только самыхъ близкихъ. Разумѣется, и ихъ притяженіе сильно мѣшаетъ имъ передвигаться. Благодаря ему, каждая частичка воды вродѣ какъ сопротивляется всякому толчку, какой она откуда нибудь получаетъ. Напримѣръ, камень, упавшій въ воду, толкаетъ внизъ, а притяженіе окружающихъ частицъ тянетъ ее это самое время наверхъ. Подъ напоромъ камня, частичка опускается, но это лишь до тѣхъ поръ, пока притяженіе не справится съ толчкомъ, полученнымъ отъ этого камня. Сила этого толчка уходитъ, затрачивается на борьбу съ препятствіемъ, — то-есть съ водой. Иначе говоря, — притяженіемъ всѣхъ частичекъ воды другъ къ дружкѣ. лишь только сила полученнаго толчка затратилась, сейча же частичка воды останавливается — и уже не спускается еще ниже.

Но лишь только частичка остановилась, — сейчасъ и притяженіе другихъ частицъ тянетъ ее обратно наверхъ. И вотъ она начинаетъ снова подниматься и поднимается И снова до уровня воды. Эту частичку выпираютъ наверхъ другія частички. Выпираемая частичка подъ ихъ напоромъ вродѣ какъ разбѣгается. А съ разбѣга поднимается выше уровня водяной поверхности. Но и здѣсь она оставаться неподвижной не можетъ, потому что тяжесть и притяженіе снова увлекаютъ ее внизъ. А съ этого разбѣга частичка снова опускается ниже уровня воды, дѣлая сновъ впадину. И такъ повторяется тоже самое снова: частичка начинаетъ двигаться то внизъ, то вверхъ, то внизъ, то вверхъ. Вродѣ какъ шарикъ, висящій на резинкѣ.

Такъ бываетъ съ каждой отдѣльной частичкой. Но то же самое бываетъ и съ сосѣдними. Они гурьбою тоже сначала опускаются ниже уровня. И этакъ одна за

другою, послѣдовательно. А тамъ, гдѣ онѣ опустились, получается отъ этого, на поверхности воды, въ ея толщѣ, вродѣ какъ впадина. А затѣмъ та же самая вода, то-есть всѣ ея частички, и тоже гурьбою, въ этомъ самомъ мѣстѣ, съ разбѣга, поднимаются выше уровня. Отъ этого получается на этомъ самомъ мѣстѣ выпуклое возвышеніе изъ воды. И такъ во всѣ стороны отъ упавшаго камня, по кругу. Всякій знаетъ, что волны отъ упавшаго камня бѣгутъ во всѣ стороны кругами. Вотъ, значить, такимъ способомъ и получается водяная волна.

Изъ всего этого понятно, отчего она получается : отъ передвиженія водяныхъ частичекъ вверхъ и внизъ. Водяныя-то волны бѣгутъ кругами впередъ да впередъ, но частички-то этой самой воды въ каждой волнѣ передвигаются и колеблются только сверху внизъ да снизу вверхъ,—онѣ лишь поднимаются да опускаются, а тамъ снова поднимаются и опускаются. И это дѣлается послѣдовательно, и все на одномъ и томъ же мѣстѣ. И такъ въ каждой волнѣ. Бросьте на волну пробку или щепку, тогда увидите сами: волны-то катятся да катятся, а пробка все время на одномъ и томъ же мѣстѣ, если только ее не относитъ вѣтромъ или теченіемъ. Безъ помощи вѣтра и теченія, пробка на волнѣ лишь приподымается да опускается, а тамъ опять приподымается, затѣмъ опять опускается. Значить, не нужно смѣшивать передвиженія самой волны съ передвиженіемъ частичекъ въ ней. Одно дѣло—бѣгъ волны, и совсѣмъ другое дѣло—это передвиженіе частичекъ. Это надо хорошенько понять и замѣтить. Кромѣ того, у бѣгущей волны своя скорость, а у передвигающихся частичекъ—своя.

Вотъ, на примѣръ, катится по зеркальной поверхности пруда волна отъ упавшаго камня. Она бѣжитъ себѣ да бѣжитъ въ видѣ круга, и при-этомъ такая волна дѣлается все шире да шире. Но зато она дѣлается въ это самое время и все ниже да ниже, да такъ понемножку и замираетъ, сходитъ на нѣтъ. И такое замираніе волны идетъ

въ одно и то же время и на поверхности воды, и въ гбинѣ ея.

Но всегда частички вещества передвигается въ каждой такой волнѣ только сверху внизъ да снизу вверхъ.

Вотъ, на примѣръ, волна большая, то-есть высокая, вотъ другая волна, маленькая, низкая. Большія волны бываютъ тогда, когда ихъ частички передвигаются сверху внизъ да снизу вверхъ на большія разстоянія; а въ маленькихъ передвиженіяхъ ихъ, бываютъ и волны маленькія.

Ну, а если бы, вмѣсто одного брошеннаго камня, бросать въ это самое мѣсто камень за камнемъ, и къ тому же правильно и быстро одинъ за другимъ? Разумѣется отъ каждаго камня побѣжитъ волна за волной, въ догон другъ дружкой. И получится въ концѣ концовъ цѣлый рядъ волнъ на поверхности пруда, и всѣ онѣ пойдутъ кругами, другъ за дружкой. Кто этого не видалъ? Эту всякій можетъ самъ сдѣлать. И вотъ покроется вся поверхность зеркальнаго пруда бѣгущими волнами. Можно сдѣлать по своему желанію такъ, что эти волны будутъ или широкими, или узкими. Широкія волны—это такія у которыхъ разстояніе отъ гребня до гребня больше, узкія—у которыхъ оно меньше.

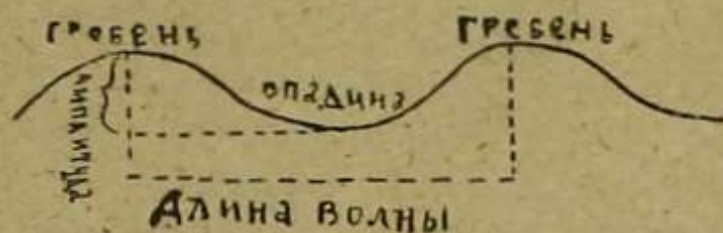
По этому разстоянію и судятъ о волнахъ и о ихъ величинѣ. Въдѣ на одной сажени можетъ умѣститься разное число волнъ,—это смотря по тому, какая у нихъ ширина. Бываютъ такія волны, что ихъ на одной сажени помещаются сотни, тысячи, десятки тысячъ, и тогда онѣ, при такомъ большомъ ихъ числѣ, кажутся совсѣмъ незамѣтными для глаза, словно ихъ и нѣтъ. А на самомъ дѣлѣ онѣ всегда есть на водѣ, потому что всякая невидимая соринка производитъ ихъ. Но бываютъ волны, на примѣръ въ океанѣ, и очень большія, такъ что въ поперечникѣ онѣ сажень по сто, а то и больше. Бываетъ и такъ, что въ такихъ большихъ волнахъ появляются волны поменьше, на нихъ—волны еще меньше, а на тѣхъ—еще и еще мен-



ше, и такъ далѣе. Бываетъ и такъ, что волны съ волнами скрещиваются, и однѣ бѣгутъ въ одну, другія въ другую, а третьи въ третью сторону, каждая въ свою. По волнующемуся морю всегда ходитъ множество пересѣкающихся волнъ. Иной разъ кажется, что все онѣ ходятъ въ безпорядкѣ. А на самомъ дѣлѣ вовсе нѣтъ : волнующееся море — это просто на просто великое множество пересѣкающихся волнъ. Но у всѣхъ у нихъ все таки имѣется свое направление.

### Что значить длина волнъ ?

На рисункѣ изображенъ рядъ волнъ. Изображены волны самыя простыя, — это для большей ясности. Волны эти катятся слѣва направо, а частички въ каждой волнѣ



Двѣ водяныхъ волны рядомъ одна съ другой. Онѣ нарисованы въ разрѣзѣ. Онѣ катятся слѣва направо, а частички воды колеблются по направленію отвѣсному.

передвигаются при этомъ сверху внизъ и снизу вверхъ. По рисунку видно, что каждая волна состоитъ изъ двухъ половинокъ: изъ одной впадины да изъ одного гребня. Высота волны зависитъ отъ размаха частичекъ, передвигающихся въ ней, — отъ размѣровъ ихъ передвиженія. Этотъ размѣръ передвиженія называется „амплитудой колебанія ихъ“, — онъ считается отъ средняго уровня вверхъ или внизъ. Такое передвиженіе туда и обратно называется колебательнымъ, или попросту колебаніемъ. Значитъ, гдѣ есть волны, тамъ есть и колебательное движеніе частичекъ волнующагося вещества. А разстояніе отъ гребня до гребня называется не шириной, а длиной волны. Такъ уже при-

нято среди ученыхъ людей называть это разстояніе. Вмѣсто того, чтобы говорить волны „широкія“, — говорятъ „Волны длинныя“, или „волны съ большой длиной“ вмѣсто того, чтобы говорить „волны узкія“, говорятъ „волны короткія“, съ небольшою длиной. Иначе говоря, длина волны не считается вдоль ея гребня, а считается от гребня одной волны до гребня другой, или отъ впадины до впадины. Это тоже надо хорошенько понять и запомнить, — иначе не поймешь самой сути никакого волненія — значить, въ томъ числѣ и волненія мірового эфира. Если этого не поймешь, такъ не поймешь тоже устройства Вселенной.

**Какъ и почему волна, набѣгая на волну, иной разъ можетъ давать тишину.**

Волны съ волнами иной разъ сталкиваются. Напримеръ, вотъ ударяютъ волны о берегъ, а ударившись отскакиваютъ отъ него, а затѣмъ несутся обратно, — въ ту самую сторону, откуда только-что пришли. Про такія волны говорятъ, что преграда берега отражаетъ ихъ приступъ, и потому эти волны называются „отраженными“. А на встрѣчу отраженнымъ волнамъ несутся новыя волны. И вотъ, волны съ волнами сталкиваются. Что же происходитъ при такихъ встрѣчахъ?

Можетъ происходить разное, — это смотря по тому, какая волна какъ сталкивается съ какою. Къ этому столкновенію волнъ стоитъ присмотрѣться и стоитъ съ нимъ подумать, потому что при столкновеніяхъ волнъ происходятъ удивительныя явленія. Иной разъ волны съ волною встрѣчаются такъ: гребень одной волны налѣзаетъ на гребень другой. Тогда изъ такого столкновенія двухъ волнъ получается новая волна, которая вдвое выше столкнувшихся. Но бываетъ иной разъ и такъ: гребень одной волны встрѣчается не съ гребнемъ, а съ лоциной, впадиной другой волны. Что же полу-



Отраженная волна. Здѣсь изображена натянутая веревка. По ней ударяють пальцемъ, и такимъ способомъ нарушаютъ ея неподвижное состояніе. Отъ этого по веревкѣ бѣжитъ какъ бы волна. Ея направленіе показано стрѣлкой. Дойдя до конца веревки, эта волна отражается, по просту говоря, поворачивается въ обратную сторону. Волна бѣжитъ здѣсь слѣва направо. А въ какомъ направленіи передвигаются частички веревки, когда черезъ нихъ проходитъ волна? Онѣ передвигаются лишь сверху внизъ, да снизу наверхъ, — только въ этомъ направленіи, иначе говоря, подъ прямымъ угломъ къ направленію самой волны. Значитъ, одно дѣло — направленіе волны; и совсѣмъ другое дѣло — передвиженіе частичекъ въ ней.

чается при такомъ столкновеніи? А вотъ что: двѣ столкнувшіяся волны уничтожаютъ другъ дружку: было двѣ, а не стало ни одной, — гдѣ двѣ волны такъ столкнулись, тамъ получилось между двумя волнами — мѣсто безъ всякихъ волнъ.

Почему такъ? Да потому, что иначе и быть не можетъ. Вѣдь гребень волны получается при волненіи тогда, когда частички воды поднялись здѣсь на верхъ; а впадина волны получается тогда, когда частички воды опустили внизъ. Ну а если частички будутъ одновременно на столько же подниматься, на сколько и опускаться, — что тогда выйдетъ? Разумѣется, ровно ничего: насколько вверхъ, настолько же внизъ, — это значитъ, — „стою на одномъ и томъ же мѣстѣ“. Это выходитъ то же самое, что шагъ впередъ да шагъ назадъ одновре-

менно. Но вѣдь это то же, что стоять. Поэтому и бываетъ такъ : отъ столкновенія гребней волнъ съ ихъ лощинами или впадинами получается тишина,—мѣсто безъ всякихъ волнъ.

Значить, волна съ волной можетъ иной разъ да тишину, то есть отсутствіе волнъ.

И это можетъ случиться при всякихъ волнахъ, видимы ли ихъ или не видимъ, большія онѣ или малыя, огромныя волны на морѣ или самыя малыя волны въ міровомъ эфирѣ. Ужъ если гдѣ есть волны, тамъ могутъ быть ихъ столкновенія и налеганія другъ на дружку, то-есть могутъ быть случаи то взаимнаго усиленія, а то и взаимнаго уничтоженія волнъ.

Такое взаимное налеганіе волны на волну называется *интерференціей* ихъ. А имѣя дѣло съ какими угодно волнами, всегда можно найти или устроить какой-нибудь случай, что волна волну погасить.

Пусть это волна свѣтовая, или пусть это волна электрическая и иная какая,—это все едино.

### **Волны, которыя стоятъ на одномъ и томъ же мѣстѣ**

Было сейчасъ показано, что длиною волны называется разстояніе отъ гребня до гребня или отъ впадины до впадины двухъ сосѣднихъ волнъ. Но вѣдь волны-то бѣгутъ да бѣгутъ. Какъ-же тутъ измѣришь это разстояніе между гребнями ихъ ?

Его можно измѣрить напимѣръ при помощи волнъ стоячихъ.

Стоячими волнами называются вотъ какія волны : онѣ не несутся впередъ да впередъ ; онѣ не переходятъ съ мѣста на мѣсто, все дальше да дальше. Нѣтъ,—стоячія волны дѣйствительно стоятъ на одномъ и томъ же мѣстѣ. Гребни ихъ вовсе не передвигаются, впадины ихъ не передвигаются тоже. И все таки, въ каждой волнѣ, на мѣстѣ ея гребня дѣлается впадина, а на мѣстѣ этой впа-

дины вновь появляется гребень, а тамъ опять это самое повторяется снова и снова, во время волненія. Это и значить, — вода колыхается.

Стоячія волны получаютъ также и при столкнове-  
ніяхъ волнъ. Напримѣръ, на рѣкѣ Невѣ въ Петроградѣ  
всегда можно видѣть стоячія волны съ высоты Нико-  
лаевского моста. Около устоевъ этого моста постоянно  
происходитъ столкновение волнъ, и при томъ такъ, что  
волна не совсѣмъ покрываетъ волну, а лишь отчасти, при-  
мѣрно на одну четверть волны. При такомъ налѣзаніи  
волны на волну и получаютъ стоячія волны.

Можно получить стоячую волну очень просто, напримѣръ,  
на натянутой струнѣ: натянуть струну, а затѣмъ зацѣпить  
ее на самой срединѣ, — и отпустить. Тогда струна будетъ  
дрожать, отъ одного своего конца вплоть до другого. Вся  
такая струна съ ея дрожаніемъ представляетъ изъ себя одну  
единственную стоячую волну, потому что и впадина ея, и  
гребень всегда появляются на одномъ и томъ же мѣстѣ:  
когда дрожащая струна подымается при своемъ дрожаніи,  
получается гребень этой волны; а когда та же самая  
струна опускается, получается впадина. Остаются непод-  
вижными только концы струны. Неподвижныя мѣста въ  
стоячей волнѣ называются ея *узлами*, а мѣста подвижныя —  
ея *пучностями*.

Можно получить на одной и той же натянутой струнѣ  
не одну, а нѣсколько стоячихъ волнъ сразу. Для этого  
стоитъ лишь перехватить пальцемъ эту дрожащую  
струну, напримѣръ, посрединѣ. Тогда она будетъ  
колебаться: на ней получатся двѣ стоячихъ волны сразу,  
съ двумя пучностями, а между ними, узелъ. А частички  
этой самой струны въ этомъ ея узлѣ совершенно не  
двигаются. Въ этомъ мѣстѣ получается, отъ сложенія  
двухъ волнъ, — тишина.

Такія самыя стоячія волны можно получить и на водѣ.  
Пусть волна за волной несется въ какой нибудь преградѣ.  
Эту преграду можно установить такъ, что около нея



Что значить стоячія волны. Отъ удара пальцемъ бѣгу вдоль натянутой веревки волны. Онѣ отражаются о преграды на правомъ концѣ веревки и несутся обратно. И своемъ обратномъ пути эти отраженныя волны встрѣчаютъ тѣми, которыя появились отъ послѣдовательныхъ ударовъ пальцемъ. По рисунку видно, какъ налегаютъ другъ на друга волны. На мѣстахъ встрѣчъ образуются узлы,—то есть мертвыя точки. Такихъ точекъ на рисункѣ одиннадцать. Между этими узлами стоячія волны. Каждая стоячая волна въ два раза короче полной. Это видно на рисунку.

получатся стоячія волны. Тогда можно будетъ увидѣть, что и здѣсь волна отъ волны отдѣляется узлами. Гдѣ эти узлы—тамъ и тишина, и тамъ нѣтъ волнъ. А гдѣ пучности—тамъ, волненіе. Значить, стоитъ лишь получить волны стоячія да измѣрить ихъ длину отъ пучности до пучности—и тогда узнаешь длину какъ разъ половины волны. Это нетрудно понять и увидѣть по рисунку. Когда же это измѣришь, то легко затѣмъ узнать и длину полной волны, потому что она ровно въ два раза длиннѣе ея половинки.

А нельзя ли получить стоячія волны и для свѣта, и для электричества? Если можно,—значить, всѣ эти силы природы представляютъ изъ себя просто напросто волны волны мірового эфира. Если же нельзя,—значить, это что-нибудь другое, а не волны.

## Электрическія волны.

О существованіи электрическихъ волнъ узналъ съ точностью и достовѣрностью раньше другихъ знаменитый нѣмецкій ученый Генрихъ Герцъ въ 1888 году. Онъ сдѣлалъ такъ : въ большой комнатѣ Герцъ поставилъ особую электрическую машину, которая давала электрическія искры. Эта машина производила искры. Онѣ появлялись между двумя мѣдными шариками. Перескакивали искры, — это значитъ, перепрыгивалъ потокъ электроновъ. Машина была устроена такъ, что искры перепрыгивали между 2 шариками то въ одну сторону, то въ обратную. Благодаря такому ихъ перепрыгиванію, міровой эфиръ вокругъ электрической машины начиналъ колебаться, дрожать, волноваться, и волна за волной бѣжали во все стороны. Герцъ понялъ, что электрическія искры должны волновать весь окружающій эфиръ. Герцъ и разсудилъ : а нельзя ли перехватывать эти его волны вдали отъ той электрической машины, откуда выскакиваютъ искры ? Вѣдь при каждой искрѣ, то-есть при каждомъ отдѣльномъ перескакиваніи, долженъ же получаться рядъ волнъ во всемъ окружающемъ міровомъ эфирѣ ; и скра слѣдуетъ за искрой, — значитъ, и волны должны слѣдовать за волнами. Но вѣдь онѣ слѣдуютъ удивительно быстро. Какъ же уловить въ такомъ случаѣ эти электрическія волны ? Какъ узнать, при такой ихъ быстротѣ, гдѣ кончается одна волна, и гдѣ начинается другая ? Но Герцъ все таки ухитрился сосчитать ихъ, — онъ доказалъ, что это все таки возможное дѣло.

Вотъ какимъ способомъ Герцъ показалъ, что существуютъ и электрическія волны мірового эфира, то-есть волны эфира, возбужденныя электрическими искрами. Герцъ разсуждалъ такъ : волны мірового эфира бѣгутъ во все стороны. Ихъ прямо не измѣришь, и за ними не угонишься. А нельзя ли устроить электрическія волны стоячія, да ихъ и измѣрить ?

Но какъ это сдѣлать? А вотъ какъ : подобно какъ иной разъ это бываетъ и съ другими волнами ихъ отраженіи отъ какой-нибудь задержки, напри-



Опытъ Герца путемъ столкновенія электрическихъ волнъ и создатъ электрическую тишину.

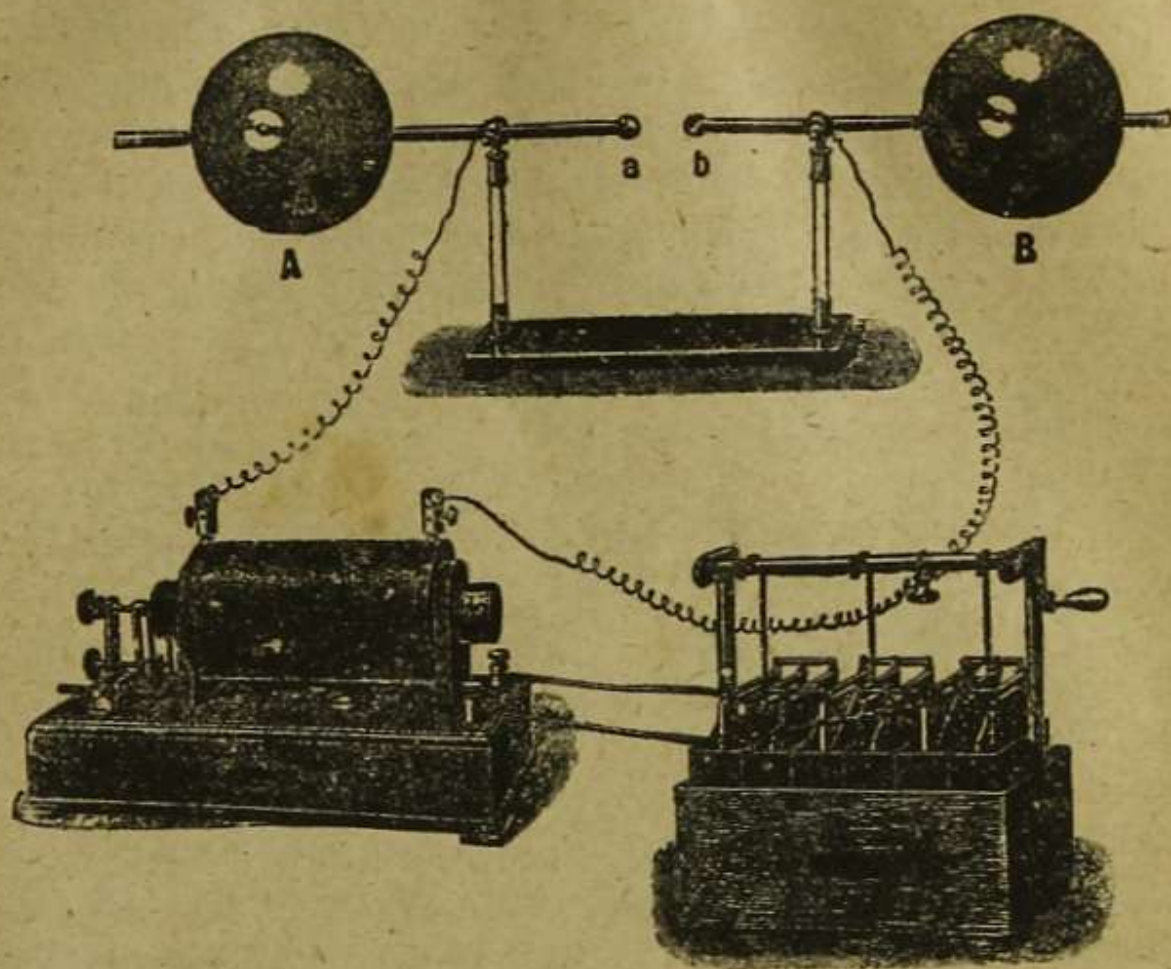
отъ плотины или около крутого берега. Не существуетъ ли какой-нибудь плотины для защиты и отъ электрическихъ волнъ? Коли можно будетъ такую плотину устроить, то устройшь и стоячія электрическія волны. Но мало-Герць задумался еще вотъ надъ чѣмъ :

Нельзя ли устроить такъ, чтобы и изъ столкновенія электрическихъ волнъ получалась электрическая тишина? Коли это получится,—значитъ, и вправду электрическія искры производятъ въ міровомъ эфирѣ волненіе. А развѣ итѣльнѣе *никакимъ* способомъ невозможно получить электрическихъ волнъ, — значитъ, волнъ-то этихъ действительно вовсе нѣтъ. Во всякомъ случаѣ, надо попробовать.

И вотъ Герць сталъ пробовать. Онъ задумалъ и рѣшилъ устроить въ міровомъ эфирѣ столкновеніе электрическихъ волнъ съ такими же электрическими волнами. Кому же устроить такимъ самымъ способомъ, какъ происходитъ и съ волнами на водѣ. Герць сдѣлалъ этого такъ : онъ сталъ производить электрическія волны. Волны эти шли въ его комнатѣ отъ особой электриче-

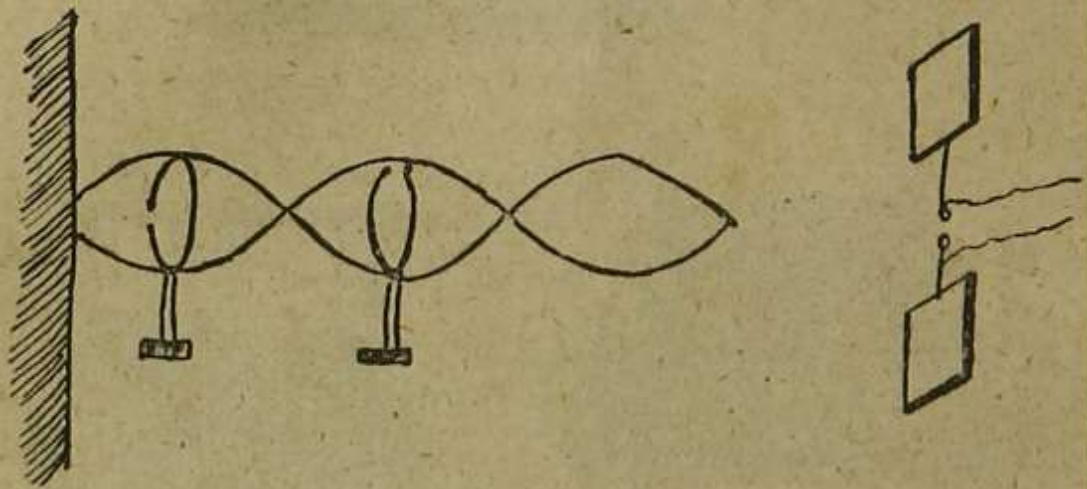


машины. Съ этой цѣлью была взята такая электрическая машина, которая можетъ давать электрическія искры. И вотъ Герцъ пустилъ электрическую машину въ ходъ. Изъ



Приборъ, при помощи котораго Герцъ производилъ электрическія волны. Направо внизу—изображена электрическая батарея. Она даетъ электричество и посылаетъ его къ особой машинѣ, которая изображена внизу влѣво. Называется эта машина „индукціонной спиралью“. Отсюда идетъ электрическій токъ къ особому снаряду, которому Герцъ далъ названіе „вibratorа“. Около него стоятъ буквы А и В. Этотъ vibratorъ даетъ большія электрическія искры. Онѣ перепрыгиваютъ между двумя шариками, у которыхъ написаны буквы а и в. При каждой искрѣ вокруг vibratorа появляются электрическія волны. Vibratorъ—это значитъ снарядъ, который заставляетъ вибрировать мировой эфиръ и этимъ способомъ производитъ волны. Вибрировать—это значитъ—дрожать, волноваться, — колебаться взадъ и впередъ.

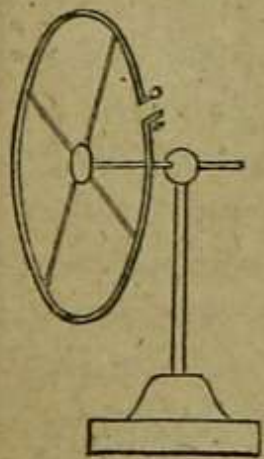
нея стали вылетать электрическія искры. А получили при этомъ электрическія волны? Герцъ разсудилъ такъ: быть можетъ, такія волны, дѣйствительно, существуютъ въ этой самой комнатѣ, но ихъ никто не видитъ и вообще не чувствуетъ. Въ тѣ времена не было еще и думать о какихъ приборахъ для обнаруженія такихъ волнъ, а имѣлись только приборы для обнаруженія электричества вообще. Герцъ догадался: онъ взялъ да и повѣсилъ на пути электрическихъ волнъ желѣзный листъ. Въ это время всѣ ученые думали, что желѣзо и др



Стоячія электрическія волны. Направо изображенъ вибраторъ. Налѣво — желѣзный листъ. Отъ вибратора идутъ ему электрическія волны, затѣмъ отражаются отъ листа и несутся обратно къ вибратору и сталкиваются съ волнами отъ него идущими. Отъ столкновеній получаютъ стоячія волны. Здѣсь изображены три стоячихъ волны. Между ними — два узла, гдѣ волны пересѣкаютъ другъ дружку. Въ двухъ мѣстахъ изображенъ резонаторъ.

металлы хорошо проводятъ электричество. На самомъ дѣлѣ оказалось, что металлы вовсе не проводятъ, а задерживаютъ и отражаютъ волны мірового эфира, возбужденныя электрическими искрами. Вотъ что понялъ еще Герцъ: электрическія волны свободно проходятъ черезъ толстую каменную стѣну, но онѣ же задерживаются даже очень тонкимъ желѣзнымъ листомъ. Черезъ него электричес

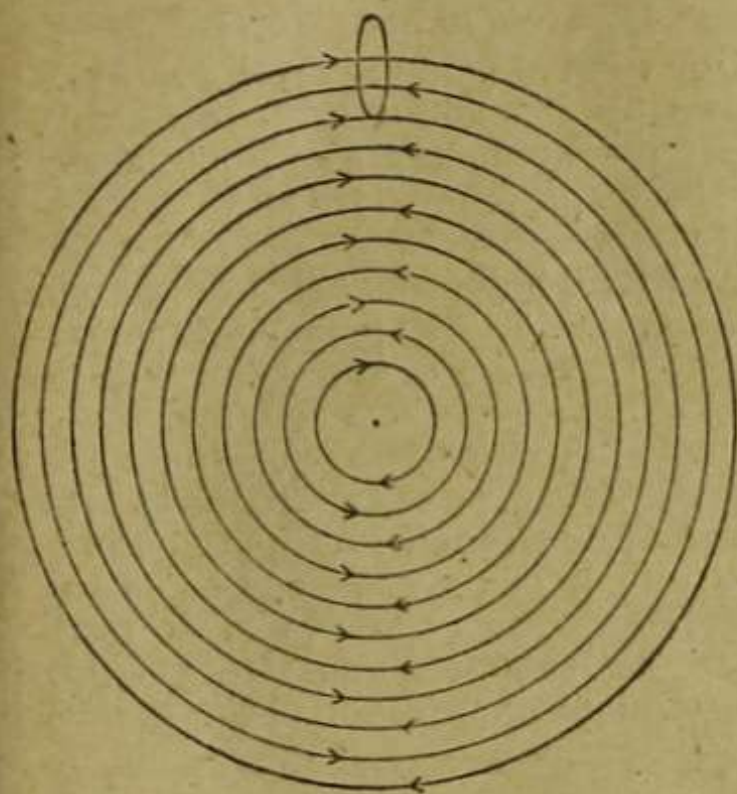
волны совсѣмъ не проходятъ, отъ него онѣ отскакиваютъ, отражаются, а затѣмъ несутся въ обратную сторону. А коли такъ, значитъ съ помощью желѣзнаго листа можно отбросить невидимыя электрическія волны обратно къ электрической машинѣ, производящей ихъ. И правда, —вѣдь оттуда катятся быстро-быстро другія электрическія волны и прямо противъ тѣхъ волнъ, которыя отброшены желѣзнымъ листомъ. Такимъ способомъ Герцъ намѣренно устроилъ столкновение электрическихъ встрѣчныхъ волнъ. Онъ сталъ по разному устанавливать свой желѣзный листъ, —и такъ, и этакъ, —эту свою электрическую плотину. Герцъ придумалъ еще и особый способъ пускать электрическія волны на эту плотину. И въ концѣ концовъ, дѣйствительно, получились таки въ его комнатѣ *стоячія волны электрическихъ колебаній мірового эфира!* Получилось удивительное явленіе: искры электрической машины стали производить волны мірового эфира и пускать ихъ въ пространство; эти волны такъ и неслись тутъ же въ комнатѣ одна за другой; онѣ доходили до желѣзнаго листа, онѣ имъ останавливались, затѣмъ отъ него отражались и неслись обратно, а тутъ сталкивались со встрѣчными волнами; и невидимая электрическая волна невидимо налетала на другую такую же волну, а отъ такого столкновения бѣгущихъ электрическихъ волнъ получались электрическія волны стоячія, —волны въ пере-



Резонаторъ. При помощи этого прибора Герцъ нашелъ способъ обнаруживать электрическія волны и узнавать, гдѣ у нихъ узлы, а гдѣ пучности. Приборъ этотъ—просто напросто кругъ изъ мѣдной проволоки, а въ этомъ кругѣ есть перерывъ. Именно на мѣстѣ перерыва и появляются электрическія искры, это бываетъ въ томъ случаѣ, когда вибраторъ помѣщенъ такъ, что перерывъ его приходится вверху или внизу пучности какой-нибудь электрической волны.

между съ узлами ; а на мѣстѣ ихъ узловъ получала электрическая тишина : въ мѣстахъ узловъ міровой эфиръ не колебался. Дѣйствительно, въ этихъ мѣстахъ нельзя было никакимъ способомъ обнаружить его электрическихъ колебаній. Герць придумалъ и особый приборъ какъ это обнаруживать. Онъ сдѣлалъ изъ мѣдной проволоки „резонаторъ“, по просту сказать кругъ, какъ въ рисункѣ показано. Въ одномъ мѣстѣ ободка этого круга былъ сдѣланъ прорывъ. Герць взялъ такой ободокъ въ руки и сталъ ходить съ нимъ по комнатѣ, все дальше дальше отъ машины, пускающей электрическія искры. Вотъ что при этомъ оказалось ; отъ времени до времени въ этомъ ободкѣ стали откуда-то появляться электрическія искры. Онѣ стали появляться въ ободкѣ какъ разъ въ мѣстѣ его прорыва и перепрыгивали черезъ него. И къ тому же съ удивительной правильностью : то ихъ нѣтъ, то онѣ есть, то опять нѣтъ ихъ, а то опять эти искры появляются. Это смотря по тому, въ какомъ мѣстѣ комнаты находилась въ это время Герць со своимъ резонаторомъ. Онъ нашелъ въ своей комнатѣ два такихъ мѣста, гдѣ вовсе не появлялось искръ въ ободкѣ — резонаторѣ. Когда Герць стоялъ въ одномъ изъ такихъ мѣстъ комнаты, со своимъ ободкомъ, то искръ не было. А ушелъ отсюда, — тотчасъ же онѣ стали появляться снова. Герць замѣтилъ это и сообразилъ, въ чемъ дѣло : вѣдь въ его комнатѣ, дѣйствительно, появились стоячія электрическія волны, точнѣ говоря, — стоячія волны мірового эфира, передающаго электрическое дѣйствіе. Сильно обрадовался Герць. Онъ понялъ, что съ помощью своей электрической машины и желѣзнаго листа онъ, дѣйствительно, устроилъ такія стоячія волны, а съ помощью своего резонатора обнаружилъ ихъ. Эти волны расположились вокругъ машинки, пускавшей искры въ такомъ порядкѣ : вотъ здѣсь волненіе мірового эфира, а немного дальше — нѣтъ его, а тамъ оно опять на лицо, а тамъ опять его нѣтъ. И такъ по всей комнатѣ во все стороны отъ электрической машинки. Искры

появлялись въ прорывѣ ободка всегда на однихъ и тѣхъ же разстояніяхъ отъ машинки, въ какомъ бы направленіи не идти отъ нея. Разстояніе это можно было замѣтить и измѣрить хоть аршиномъ. Герцъ такъ и сдѣлалъ. Такимъ способомъ онъ узналъ размѣры стоячихъ электрическихъ волнъ. А по стоячей волнѣ Герцъ узналъ размѣръ

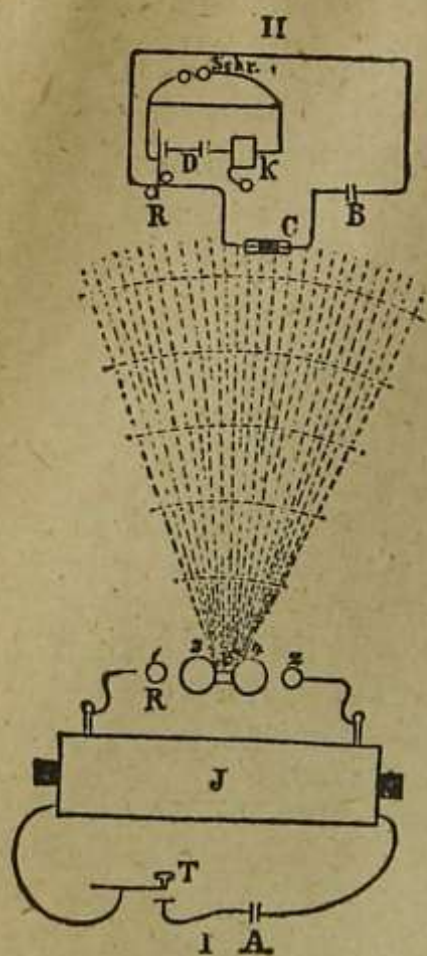


Посреди всѣхъ этихъ круговъ стоитъ вибраторъ. Отъ него расходятся во всѣ стороны электрическія волны. Онѣ обнаруживаются съ помощью резонатора.

электрическихъ волнъ и бѣгущихъ. Такъ измѣрили длину электрическихъ волнъ, то-есть разстояніе отъ гребня одной волны до гребня другой. Оказалось, что у разныхъ электрическихъ волнъ длина эта бываетъ различная: иная такая волна бываетъ длиною цѣлыя сотни верстъ, а можетъ быть и больше, иная-же — лишь миллионныя доли дюйма.

Послѣ этого другіе ученые узнали и скорость этихъ волнъ. Лиха бѣда начало, — а дальше-то это разузнаваніе пошло уже гораздо легче. Оказалось, что волны мірового эфира передаютъ электрическое дѣйствіе со скоростью въ 288 тысячъ верстъ въ секунду! За одну секунду эти

волны могут проноситься по комнатам взад и вперед много сотен тысяч разъ.



Беспроволочный телеграфъ. Въ изображенна станція, съ кото отсылаются телеграммы, — около написана цифра I. Наверху изображена станція, гдѣ телеграммы получаютъ. Около нея написана цифра II. Между обѣими станціями — хоть тысячи верстъ. Отъ одной другой бѣгутъ во всѣ стороны электрическія волны. Онѣ тоже изображены на рисункѣ, въ видѣ лучей. Видно при этомъ, изъ какого прибора онѣ начинаются: между шариками 1, 2, 3, 4, перескакивая искры. Тамъ, гдѣ написана буква Г, имѣется особая клавиша. При каждомъ нажимѣ на нее появляется искра, а значитъ бѣжитъ къ другой станціи электрическая волна. Тамъ она перехватывается особыми приборами. Такъ и передаются сигналы. Съ ихъ помощью и можно переговариваться.

И вотъ что еще оказалось особенно удивительнымъ отъ машины, дающей электрическія искры, волны мирового эфира могутъ расходиться очень далеко: присутствиемъ электрической волны можно обнаружить за многими тысячами верстъ отъ машинки, которая ихъ производитъ, коли эта машинка достаточно сильная.

Сильнѣе машинка, да сильнѣе искры изъ нея, — дальнѣе онѣ и обнаруживаются. Въ настоящее время нашли способъ производить такія искры, которыя чувствуются на разстояніи сотенъ и тысячъ верстъ. Такъ, напримеръ, искру пустятъ по одну сторону океана, а она чувствуется по другую его сторону. Мировой эфиръ быстро переноситъ электрическую волну на такое огромное разстояние со скоростью 288 тысячъ верстъ въ секунду. Сейчас

же сообразили, что вѣдь такимъ способомъ можно подавать и разные сигналы черезъ большія разстоянія, да еще подавать ихъ безъ всякихъ проволокъ. Придумали особые приборы не только для отправки, но и для полученія такихъ сигналовъ. Оба эти прибора вмѣстѣ и называются беспроволочнымъ телеграфомъ. При каждомъ приборѣ — высокая мачта. Здѣсь на рисункѣ изображены оба прибора. Съ одного изъ нихъ посылаются электрическія волны. Это тотъ приборъ, откуда подаются сигналы при помощи перескакивающихъ электрическихъ искръ. Эти искры производятъ волны въ міровомъ эфирѣ. Волны эти доходятъ до станціи, гдѣ ихъ и замѣчаютъ и улавливаютъ. Это дѣлается тоже съ помощью мачты. Съ помощью перваго прибора можно пускать искру, какъ и когда нужно. Такимъ способомъ съ ея помощью и можно передавать телеграммы по телеграфу безъ проволокъ. А теперь придуманъ и беспроволочный телефонъ.

Но почему же электрическая искра дѣйствуетъ на міровой эфиръ и порождаетъ его волны? Вотъ почему: электрическая искра, — это значить потокъ перескакивающихъ электроновъ. Эти электроны, оторвавшись отъ атомовъ, несутся гурьбой съ удивительной скоростью. Въ своемъ полетѣ они волнуютъ міровой эфиръ. У электроновъ — своя собственная дорога, а у эфирныхъ волнъ — совсѣмъ другая. Электроны несутся только тамъ, гдѣ искра, потому что они-то ее и составляютъ. Но ихъ потокъ взбудораживаетъ міровой эфиръ, и по нему начинаютъ бѣжать волны. Эти волны мірового эфира разбѣгаются во все стороны. Изъ этого видно, что по міровому эфиру могутъ тоже ходить и ходить волны. Міровой эфиръ волнуется постоянно. Электрическія волны обыкновенно называются электромагнитными, потому что электрическія и магнитныя силы между собой очень тѣсно связаны. Электромагнитныя волны — это такое волненіе мірового эфира, при которомъ его частички вовсе не несутся куда-то впередъ да впередъ. Эти частички всегда остаются

каждая на своемъ мѣстѣ, но только дрожать—колеблются  
подъ прямымъ угломъ къ направленію своей волны.  
Волны эти катятся да катятся, а эти дрожація частички  
мірового эфира тамъ и находятся, гдѣ онѣ находились.  
Совсѣмъ такъ-же, какъ при волненіи воды. Узнай и пойми  
волны водяныя,—поймешь и электрическія волны.

---



## ГЛАВА VIII.

# Что такое свѣтъ ?

**Свѣтъ — это тоже волненіе мірового эфира.**

Но вотъ что интересно : всякій свѣтъ, всякіе лучи свѣта представляютъ изъ себя тоже волны. И тоже волны мірового эфира—только особыя,—не такія какъ тѣ, которыя обнаружилъ Герцъ. Напримѣръ, что значитъ „лампа разливаетъ свѣтъ“, „солнце свѣтитъ“? Это значитъ—пламя лампы и солнце возбуждаютъ вокругъ себя волненіе въ міровомъ эфирѣ, а это его волненіе расходится во всѣ стороны и охватываетъ все большее и большее пространство. Волны при этомъ идутъ одна за другой быстро-быстро, по меньшей мѣрѣ четыреста триллионовъ волнъ въ каждую секунду. Волны же эти вотъ какія маленькія,—по длинѣ каждаго дюйма помѣстится самое меньшее шесть милліоновъ такихъ волнъ. Волны свѣта невидимы, такъ-же какъ и волны электрическія, потому что невидимъ и міровой эфиръ. Люди могутъ знать объ этихъ его волнахъ лишь вотъ почему : потому что онѣ дѣйствуютъ на наши человѣческіе глаза. И правда, — волны свѣта ударяютъ въ глазъ и раздражаютъ его, а это раздраженіе оъ ударовъ свѣтовыхъ волнъ и кажется намъ свѣтомъ. Значитъ, не было бы глазъ,—не было бы и свѣта. Само же по себѣ это дрожаніе или волненіе вовсе

не свѣтъ. Свѣтъ — это лишь наше ощущеніе это дрожанія.

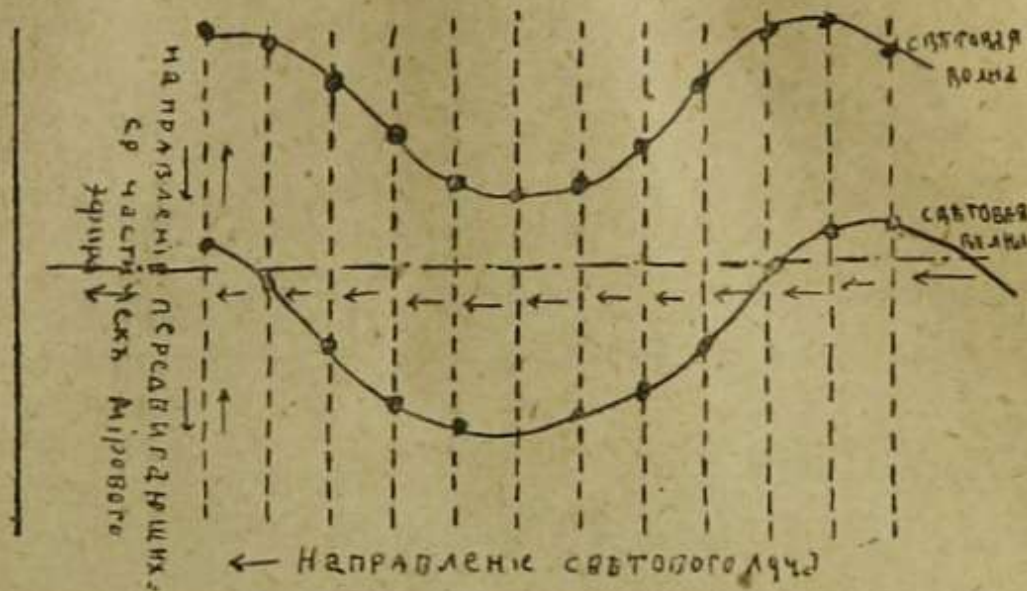
Съ перваго взгляда кажется, что свѣтъ состоитъ изъ особаго вещества, а оно какъ бы вытекаетъ, — на примѣръ изъ лампы или изъ солнца или какого иного источника свѣта. Такъ раньше и думали, что всякій источникъ свѣта какъ-будто испускаетъ изъ себя что-то. Но такъ ли это? Вовсе не такъ: источникъ свѣта только будоражитъ міровой эфиръ, — онъ только подымаетъ свѣтовое волненіе въ міровомъ эфирѣ. А это волненіе почти такое же, какъ и электрическое. А по существу оно и вправду такое же самое.

### **Какъ и почему свѣтъ, наложенный на свѣтъ, даетъ темноту ?**

Но правда ли, что самая суть свѣта заключается въ волненіи мірового эфира? Въ этомъ можно убѣдиться на примѣръ, такимъ способомъ. Можно разсуждать такъ, коли свѣтотыя волны — дѣйствительно, волны, значить, онѣ тоже могутъ и катиться, и налетать на препятствія, ударять о нихъ. А коли онѣ могутъ налетать на препятствія, то могутъ отъ нихъ и отражаться, отскакивать; а отразившись, эти свѣтотыя волны должны затѣмъ катиться назадъ, въ обратную сторону, а значить, должны и сталкиваться съ другими волнами свѣта, — тѣми, которыя несутся навстрѣчу. Подобно этому должно происходить со всякими волнами, — будь это волны водяныя, или волны электрическія, или волны свѣта.

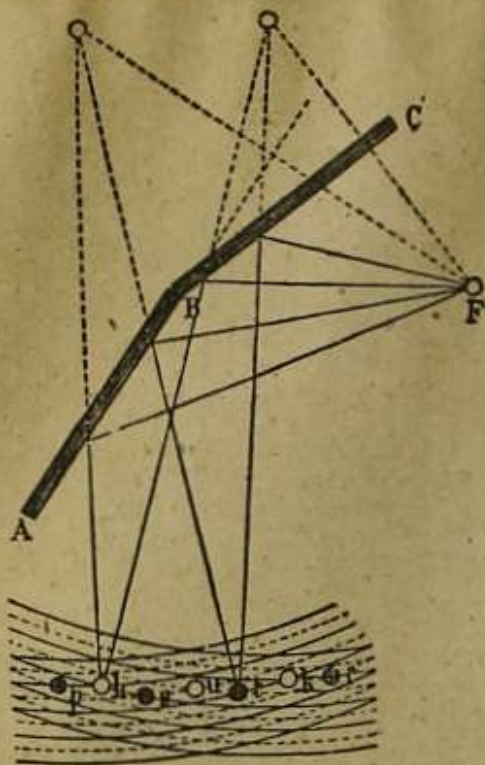
А что же можетъ случиться, когда свѣтотыя волны сталкиваются со свѣтотыми-же волнами? Это смотря по тому, какъ наляжетъ при этомъ одна свѣтотая волна на другую свѣтотую-же волну. Свѣтотыя волны тоже вѣдн могутъ налегать другъ на друга по разному, — то гребнемъ одной волны на гребень другой, а то и гребнемъ на впадину. А коли такъ, значить, и съ волнами мірового эфира

должно получиться то-же самое, что съ волнами воды: когда наляжетъ гребень одной свѣтовой волны на гребень другой и впадина на впадину, то отъ этого долженъ получиться свѣтъ усиленный, то-есть, болѣе яркій. А



Свѣтовая волна. Она несется съ права на лѣво. А частички въ это время передвигаются только вверхъ да внизъ и обратно, но одна за другою.

когда совпадаютъ гребень одной волны со впадиной другой, то никакого колебанія эфира при этомъ не получится, потому что одна волна потянетъ при этомъ одну и ту же частичку эфира наверхъ, на высоту гребня, а другая въ то же самое время повлечетъ эту же самую частичку внизъ, во впадину. А подъ напоромъ этихъ двухъ противоположныхъ движеній сразу и въ разные стороны и съ одинаковой силой, всякая колеблющаяся частичка мірового эфира въ самомъ мѣстѣ такого налеганія волны на волну не подвинется ни туда, ни сюда: иначе говоря, — она перестанетъ двигаться, — она въ родъ какъ замретъ на мѣстѣ, успокоится, перестанетъ дрожать. Такъ должно будетъ произойти и со всѣми остальными частичками тамъ, гдѣ столкнутся этимъ способомъ двѣ свѣтовыхъ волны. Но въдъ свѣтъ есть дрожаніе и волненіе мірового эфира. Значитъ, въ этомъ мѣстѣ и не станетъ свѣта при такомъ

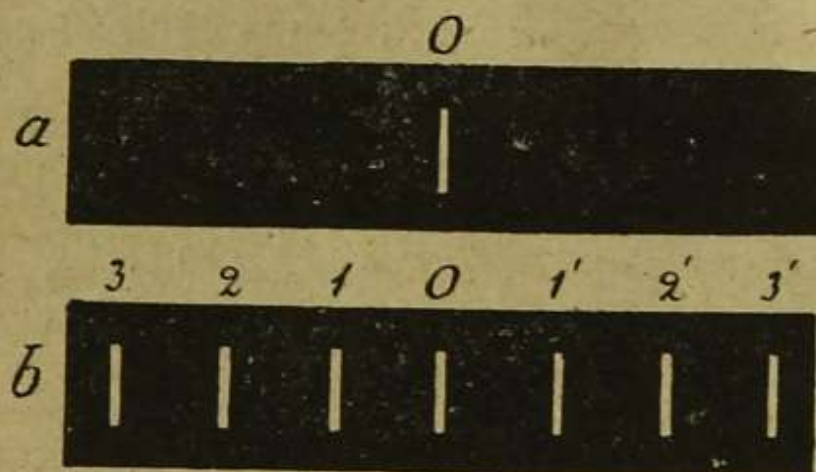


Какъ Френель получилъ темноту отъ сложения двухъ свѣтовыхъ лучей. Этотъ чертежъ изображаетъ самую суть того, что сдѣлалъ Френель. Здѣсь изображены, раздѣль, два зеркала, приставленные подъ небольшимъ угломъ одно къ другому. Эти зеркала обозначены буквами А, В и С. На эти зеркала падаетъ свѣтъ, то есть, свѣтовые волны. Онѣ идутъ изъ того мѣста гдѣ стоитъ буква F. Здѣсь находится источникъ свѣта, напримеръ пламя лампы. Волны свѣта отражаются отъ зеркалъ. Это обозначено на рисункѣ только для четырехъ волнъ линиями. Поэтому получается два ряда волнъ, — каждого зеркала особый. Эти волны идутъ кругами къ бѣлой доскѣ, которая находится внизу, — тамъ гдѣ стоятъ буквы p, h, s, u, t, k, e. Гдѣ написаны эти буквы, — тамъ-то и происходятъ столкновения свѣтовыхъ волнъ. На рисункѣ эти сталкивающіяся волны изображены линиями. Можно видѣть на рисункѣ и мѣста ихъ столкновения. При этихъ столкновенияхъ въ иныхъ мѣстахъ гребень одной волны совпадаетъ съ гребнемъ другой, — и тогда получается усиленіе свѣта. А въ другихъ мѣстахъ гребень одной волны совпадаетъ съ впадиной другой, — тогда волна вообщемъ уничтожается, гаситъ. И здѣсь въ этомъ случаѣ получается темнота. На рисункѣ мѣста темноты обозначены кружками темными, а свѣтлыя мѣста — кружками свѣтлыми. Кружки эти чередуются. Потому и получается то, что нарисовано на страницѣ 144.

столкновении двухъ свѣтовыхъ волнъ. Не будетъ свѣта, это значитъ будетъ темнота. Значитъ, однѣ волны свѣта, набѣжавъ на другія волны свѣта — же, могутъ даже иной разъ вовсе не свѣтъ, а темноту.

Это кажется съ перваго взгляда очень удивительнымъ. А на самомъ дѣлѣ это, дѣйствительно, такъ. Это и узнали съ точностью и достовѣрностью. И вотъ какимъ способомъ доказалъ это и провѣрилъ знаменитый французскій физикъ

ученый Френель. Онъ взялъ два зеркала и въ темной комнатѣ поставилъ ихъ подѣ угломъ другъ другу, какъ на рисункѣ показано. Передъ этими зеркалами Френель поставилъ лампочку съ горящимъ спиртомъ. Въ пламя этого спирта Френель положилъ немножко кухонной соли. Отъ этого всегда пламя дѣлается желтымъ. Френель взялъ желтый свѣтъ, а не бѣлый, потому что онъ проще бѣлаго<sup>1</sup>. Передъ спиртовой лампочкой Френель поставилъ доску съ узкой щелью. Свѣтъ проходилъ черезъ щель и отражался на обоихъ зеркалахъ. Передъ ними Френель поставилъ бѣлую доску. На ней появились отъ обоихъ зеркалъ желтыя пятнышки, — дѣти называютъ ихъ „зайчиками“.



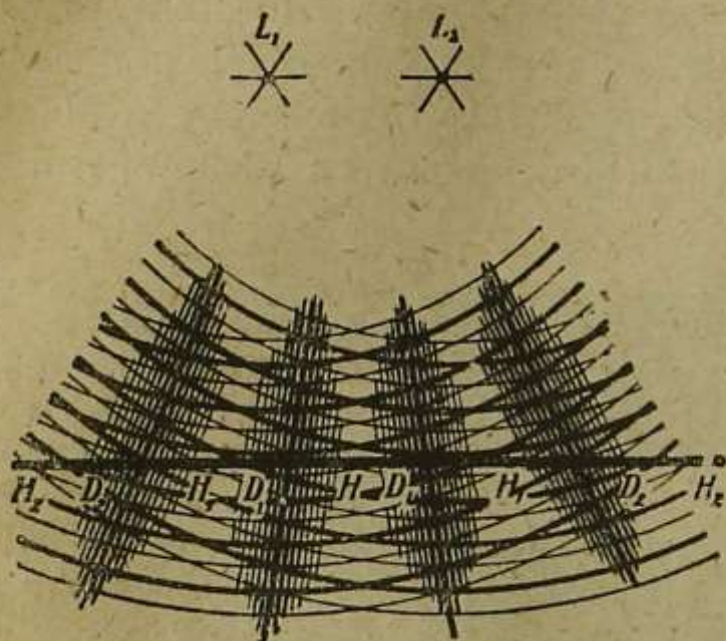
На верху изображена одна изъ красныхъ щелей. Внизу изображены красныя пятна въ перемежку съ черными.

Это значить, что свѣтовые волны шли отъ лампы къ зеркаламъ, а отъ нихъ отскакивали, отражались и шли къ бѣлой доскѣ. Тамъ онѣ и встрѣчались. И налегали другъ на дружку. Волны эти были совершенно одинаковыя, потому что шли онѣ отъ одного и того же источника свѣта.

Что же происходило при такомъ налеганіи волны на волну? Однѣ волны шли сюда отъ одного зеркала, а другія — отъ другого. Френель поставилъ зеркала какъ разъ

<sup>1</sup> Бѣлый свѣтъ представляетъ собою смѣсь нѣсколькихъ цвѣтныхъ лучей, напримѣръ, — краснаго, оранжеваго, желтаго, зеленаго, голубого, синяго, фіолетоваго. Какъ объ этомъ узнали, — рассказано въ книжкѣ „Что есть на небѣ“.

такъ, что волны тутъ, дѣйствительно, столкнулись. Нѣкоторыхъ мѣстахъ этого ихъ столкновения, гребни однихъ свѣтовыхъ волнъ налегли на впадины другихъ. что же тутъ вышло? Дѣйствительно, получилось столкновение свѣтовыхъ волнъ,—все совершенно такъ, какъ и случаѣ съ электрическими и водяными волнами. И во Френель увидѣлъ на бѣлой доскѣ рядъ такихъ полос

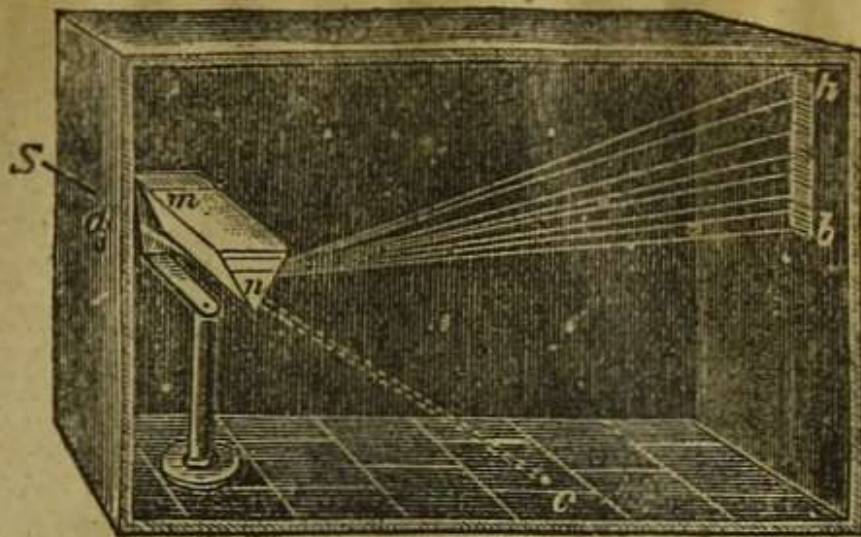


Здѣсь изображены болѣе крупныхъ размерахъ, столкновения свѣтовыхъ волнъ, идущихъ отъ двухъ зеркалъ и отъ какихъ-нибудь свѣтящихся точекъ и сквозь двѣ дырочки какъ это сдѣлалъ Юнгъ. Источникъ свѣта-тамъ гдѣ написаны  $L_1$  и  $L_2$ . По рисунку видно, гдѣ волны свѣта взаимно уничтожаются, а гдѣ нѣтъ.

полоса желтая, а за нею темная, а тамъ опять желтая, а тамъ опять темная, и такъ дальше. Френель понялъ, чемъ дѣло. Темныя полосы—это и были мѣста постояннаго столкновения свѣтовыхъ волнъ,—то-есть, тѣ самыя мѣста гдѣ сталкивались гребни однихъ свѣтовыхъ волнъ впадинами другихъ. — Тамъ-то и получилась темная. Желтый свѣтъ, налегая на желтый свѣтъ, далъ здѣсь тѣмноту.

А что же такое представляли собою полосы желтыя? Это были тѣ мѣста, гдѣ гребни волнъ желтаго свѣта совпадали съ другими такими-же гребнями.

А все это можетъ произойти только въ томъ случаѣ, если свѣтъ, дѣйствительно, представляетъ изъ себя волны и именно волны мірового эфира.

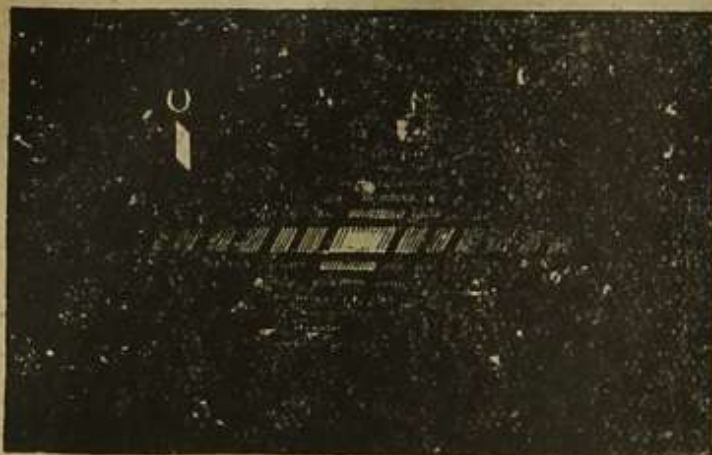


Какъ и почему изъ бѣлаго свѣта получается цвѣтной спектръ, то есть, радужная полоса? Здѣсь изображена темная комната. Налѣво нарисованъ въ разрѣзѣ оконный ставень. Въ немъ сдѣлана маленькая круглая дырочка. Около нея написана буква *a*,—чтобы ее лучше обозначить. Сквозь эту дырочку идетъ лучъ свѣта *S*, то есть свѣтовая волна къ стеклянной трехгранной призмѣ. Направо отъ нея изображена стѣна. На нее и падаютъ свѣтовые волны, прошедшія сквозь призму. Часть свѣтовыхъ лучей проходитъ сквозь верхушку призмы почти прямо и потому на полу комнаты получается пятнышко тамъ, гдѣ написана буква *o*. Дырочка въ ставнѣ круглая. Поэтому и на полу получается свѣтлый кружочекъ. Лучи, упавшіе на призму, сортируютъ ея по ихъ цвѣтамъ. Поэтому на стѣнѣ получается не бѣлое пятно, а цвѣтная полоска изъ семи цвѣтовъ радуги, постепенно переходящихъ одинъ въ другой. Тамъ, гдѣ стоитъ буква *b*, получается кружочекъ красный, выше него—оранжевый; выше него—желтый; затѣмъ слѣдуютъ въ такомъ порядкѣ къ верху цвѣта: зеленый; голубой, синій, фіолетовый. Тамъ, гдѣ фіолетовый, написана буква *h*. Изъ этого видно, что бѣлый свѣтъ—не простой, а сложный свѣтъ. Онъ состоитъ изъ семи цвѣтовъ радуги.

Такимъ способомъ Френель впервые доказалъ, что такое свѣтъ. Свѣтъ—это свѣтовые волны мірового эѳира.

Но это еще не все. Скоро нашлись и другіе способы доказать то же самое. И для какого угодно свѣта. Такъ, напримѣръ, англійскій ученый, по фамиліи Томасъ Юнгъ,

нашелъ такой способъ доказать то-же самое. Опъ въ непрозрачный листъ бумаги и сдѣлалъ въ немъ двѣ малкія дырочки, очень близко одна къ другой, а на дырочки направилъ свѣтовые лучи краснаго цвѣта.



Соячія волны свѣта. Темныя полоски свѣтствуютъ узламъ этихъ свѣтовыхъ волнъ, а свѣтлыя—ихъ пучкамъ. Волны эти падающія при прохожденіи сразу нѣсколькимъ свѣтовыхъ лучей чрезъ одну и ту же очень узкую щель. Этотъ рисунокъ тоже изображена

этомъ рисункѣ. Около нея написана буква О. Можно этимъ способомъ устроить столкновленіе свѣтовыхъ волнъ и ихъ несовпаденіе.

это дѣлалось тоже въ темной комнатѣ. Красныя лучи прошли сквозь дырочки. На ихъ пути Юнгъ поставилъ бѣлую дощечку. Что же на ней получилось? Вовсе не пятна краснаго цвѣта, а цѣлый рядъ красныхъ пятен перемежку съ черными. Иначе говоря, получилось самое, что получилъ и Френель, хотя и инымъ способомъ. Почему же такъ? Да потому что два свѣтовыхъ луча краснаго цвѣта, пройдя сквозь дырочки, столкнулись другъ съ дружкой, а при столкновеніи произошло нагнаніе однѣхъ волнъ мірового эфира на другія его волны.

Но, быть можетъ, такое чередованіе темныхъ и красныхъ полосъ произошло вовсе не отъ столкновенія свѣтовыхъ волнъ съ свѣтовыми-же волнами? Надо было проверить и это. Съ такой цѣлью Юнгъ сдѣлалъ такъ, онъ взялъ да и закрылъ одну изъ дырочекъ, чрезъ которую проходитъ свѣтъ. Такимъ способомъ одинъ



свѣтовыхъ лучей былъ задержанъ по дорогѣ. При задержкѣ одного изъ лучей не съ чѣмъ было сталкиваться другому лучу. И что же оказалось? Рядъ красныхъ и темныхъ полосъ сразу исчезъ, пропалъ, а вмѣсто этого появилось на бѣлой дощечкѣ одно единственное красное пятно. Но почему же исчезли другія красныя полосы въ перемежку съ черными? Потому что онѣ могутъ появляться лишь при столкновеніи свѣтовыхъ волнъ. А нѣтъ ихъ столкновенія, — значитъ, не можетъ быть и ряда полосъ.

Но вотъ Юнгъ снова открылъ вторую дырочку въ непрозрачномъ листѣ. И тогда сейчасъ же снова появился на бѣлой дощечкѣ рядъ красныхъ полосъ въ перемежку съ черными. А снова закрылъ Юнгъ дырочку, — и снова вмѣсто многихъ полосъ появилось одно красное пятно. Значитъ, самая суть дѣла была ясна: стало понятно, что такое свѣтовые лучи. Они ничто иное, какъ волненіе мірового ээира.

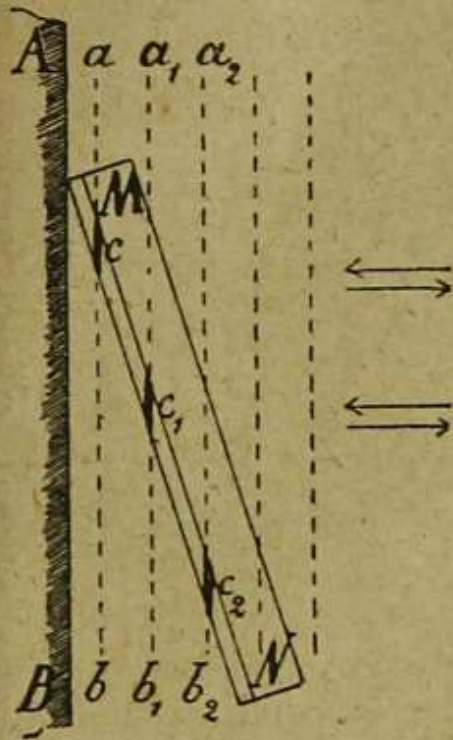
### СТОЯЧІЯ ВОЛНЫ СВѢТА.

Одинъ нѣмецкій ученый, по фамиліи Винеръ, ухитрился снять даже фотографическую карточку со стоячихъ свѣтовыхъ волнъ. Онъ разсуждалъ такъ: нельзя ли получить стоячія волны свѣта? Если всякій свѣтъ представляетъ собой, дѣйствительно, особыя волны мірового ээира, — значитъ, должны существовать и стоячія волны его. Надо лишь найти способъ обнаружить ихъ. И Винеръ, дѣйствительно, обнаружилъ стоячія волны свѣта. И даже довольно простымъ способомъ. Онъ взялъ зеркало и освѣтилъ его. Волны этого освѣщенія дошли до зеркала, отразились, отбросились отъ него, а затѣмъ пошли обратно, подобно тому, какъ это случается со всякими волнами, когда онѣ ударяютъ о берегъ. Но и въ этомъ случаѣ навстрѣчу этимъ отраженнымъ свѣтовымъ волнамъ въ это самое время шли отъ того-же источника свѣта другія такія же волны. Поэтому гдѣ-нибудь недалеко отъ зеркала должно было

происходить и столкновение прямых и обратных световых волн, а при этом столкновении должны были получиться и стоячие световые волны, — и сказать, должны были получиться пучности, то гребень этих световых волн в промежутках их узлами. Но ведь на местах этих узлов всех стоячих волн не бывает никакого волнения, значить, в узлах стоячих волн света — не должно быть никакого света! Где узел, там не должно быть света, потому что там световой эфир не волнуется. Там должно быть темно. Но как же их увидят, эти узлы? Ведь и каждая отдельная волна света уже очень мала, и расстояние между двумя гребнями двух таких световых волн тоже очень мало. И узлы таких волн как искать? Винер ухитрился все это, действительно замечать при помощи фотографической пластины: чтобы снимать фотографические карточки, употребляют особые пластинки, очень чувствительные к свету. Эти пластинки покрыты особым веществом, которое называется бромистым серебром<sup>1</sup>. Лишь только попадает на это вещество свет, то-есть, световые волны — сейчас же чернеет пластинка, покрытая бромистым серебром. Это происходит потому, что бромистое серебро распадается на бром и на серебро от действия световых волн, то есть, от световых колебаний эфира. Серебро оседает при этом в виде черного порошка. Чем сильнее свет, тем больше оседает серебра. А где света совсем нет, там серебро вовсе не оседает. Вот Винер и сообразил, что серебра должно осесть меньше всего в тех местах, которые соответствуют именно узлам стоячих световых волн; а больше всего серебра должно осесть именно

<sup>1</sup> Бромистое серебро — это такое вещество, которое состоит из серебра, соединившагося химически с бромом. об этом рассказано в книжкѣ « Вещество и его тайны ».

промежуткахъ между этими узлами, то-есть тамъ, гдѣ сильнѣе всего свѣтотыя колебанія ээира. Винеръ взялъ пластинку, покрытую бромистымъ серебромъ, да и приставилъ ее къ зеркалу, и заставилъ свѣтъ проходить чрезъ бромистое серебро, какъ на рисункѣ показано. Тогда вотъ



Здѣсь изображено, въ разрѣзѣ, зеркало. Оно идетъ отъ буквы А къ буквѣ В. Къ нему несутся волны свѣта, отражаются и затѣмъ несутся обратно. Это показано стрѣлками. Отъ столкновенія волнъ получаютъ волны стоячія. Линіи, обозначенныя въ видѣ точекъ, показываютъ тѣ мѣста, гдѣ получаютъ пучности волнъ, а между ними—узлы. Тамъ, гдѣ узлы, нѣтъ свѣта, а гдѣ пучности—онъ есть. Тамъ онъ и можетъ дѣйствовать на фотографическую пластинку. На ней написаны буквы М—N. Винеръ поставилъ ее подъ угломъ къ зеркалу. Это видно по рисунку. На ней и отпечатываются пучности свѣтовыхъ волнъ. Въ этихъ мѣстахъ на рисункѣ поставлены

буквы с., с<sub>1</sub>, с<sub>2</sub>. Здѣсь пластинка почернѣла отъ дѣйствія свѣта на нее.

что вышло : пластинка пересѣкла собой нѣсколько стоячихъ волнъ съ ихъ узлами. И волны, на нее дѣйствующія, дѣйствительно, отпечатались на этой пластинкѣ. На мѣстахъ же узловъ серебро почти не осѣло,—оно осѣло лишь на мѣстахъ волнъ. Почему такъ ? Да потому что на мѣстахъ узловъ вовсе нѣтъ свѣтовыхъ колебаній мірового ээира,—вѣдь здѣсь его частички остаются неподвижными. Но совсѣмъ не то между узлами : тамъ волна волну не погашаетъ,—значить, тамъ свѣтъ имѣется. И дѣйствительно, здѣсь онъ дѣйствуетъ на бромистое серебро и разрушаетъ его. Изъ этого видно, что свѣтъ, дѣйствительно, представляетъ изъ себя волны,— волны мірового ээира, а

эти волны подобны всякимъ другимъ волнамъ. Значи  
это было доказано разными способами.

### Тайны свѣтовыхъ волнъ разныхъ цвѣтовъ.

Но что же это за волны? И каковы онѣ? И какъ  
вершается волненіе мірового эѳира? Какъ передвигаютъ  
при этомъ его частички? Вдоль волны или поперекъ  
волны? Нельзя ли узнать и объ этомъ съ точностью  
достоувѣрностью?

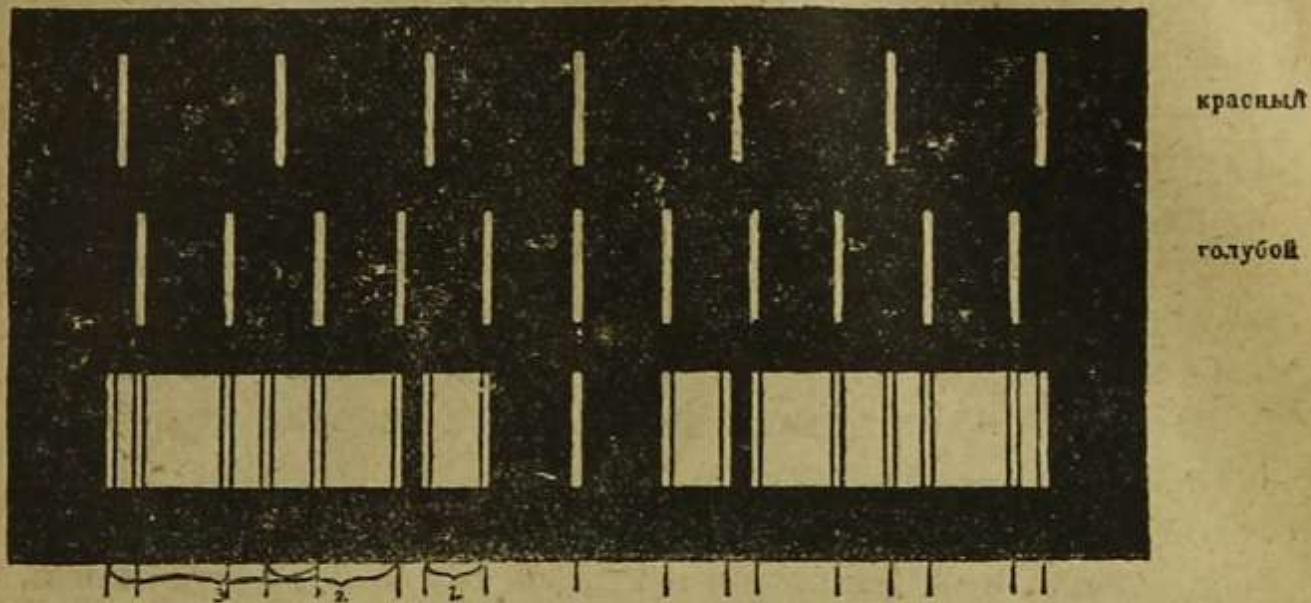
Можно узнать и это. И даже узнали. И это не смо  
на то, что самъ міровой эѳиръ вовсе не виденъ. Вотъ  
томъ-то и сила и красота ума челоѳического, что онъ по  
маеть и видитъ невидимое, словно видимое.

Какимъ же способомъ узнать о самой сути свѣтовыхъ  
волнъ? Вотъ что для этого нужно: во первыхъ — прави  
ныя и точныя разсужденія, а во вторыхъ — провѣр  
ихъ. И непременно провѣрка.

Вотъ, на примѣръ, какъ можно разсуждать о свѣтовыхъ  
волнахъ. Что это за волны? Вѣдь свѣтъ-то бываетъ р  
ный, — и цвѣтной и бѣлый. Кромѣ того, цвѣтовъ-то мно  
и тоже различныхъ, — на примѣръ, красный, зеленый  
желтый, синий, бѣлый, и множество другихъ. Но в  
всякій свѣтъ, будь онъ бѣлый, будь онъ цвѣтной, все та  
представляетъ изъ себя свѣтовые волны. Но почему  
онъ бываетъ разныхъ цвѣтовъ? Значитъ, ужъ чѣмъ  
будь да отличаются свѣтовые волны между собой: ин  
вѣдь однѣ волны свѣта не казались бы намъ красными  
другія — синими, а иныя — еще какихъ нибудь цвѣтовъ,  
чемъ же тутъ суть дѣла? Нельзя ли узнать и это?

Узнали, и поняли, и объяснили. Вотъ, на примѣ  
Френель и Юнгъ получали на бѣлой доскѣ ряды цвѣтныхъ  
полосъ въ перемежку съ темными. Иной бы на  
полоски и никакого особеннаго вниманія даже не об  
тиль, — полоски лишь какъ полоски; сдѣлалъ моль, с  
дѣло, — ну и достаточно. Но нашлись и такіе учен

которые къ этимъ самымъ полоскамъ стали внимательно присматриваться. Стали пробовать разные цвѣта и получать полоски разныхъ цвѣтовъ. Брали свѣтъ желтый, брали зеленый, красный, фіолетовый, бѣлый. Догадались измѣрять ширину этихъ полосокъ и ихъ разстоянія другъ отъ дружки на бѣлой доскѣ. Напримѣръ, попробовали брать



По этому рисунку видно, что полоски голубого цвѣта отстоятъ другъ отъ дружки на меньшія разстоянія, чѣмъ полоски красныя. Фіолетовыя—еще ближе одна къ другой. Внизу изображено то, что получается, если взять не голубой, и не красный, а бѣлый свѣтъ.

красный цвѣтъ. Получили на бѣлой дощечкѣ полоски красныя въ перемежку съ черными. Взяли да измѣрили разстояніе между ними и ширину ихъ. Полоски эти всегда бываютъ очень узкими. Поэтому приходится разсматривать ихъ при помощи хорошаго увеличительнаго стекла. Да и измѣрять ихъ нелегко при столь малыхъ размѣрахъ ихъ. Все таки нашли способъ измѣрить. И измѣрили въ точности. Потомъ вмѣсто краснаго свѣта взяли оранжевый,—получили и рядъ полосокъ оранжевыхъ. Измѣрили разстоянія и между ними. И ширину ихъ тоже измѣрили. Потомъ продѣлали то же самое со свѣтомъ желтымъ, зеленымъ, синимъ, фіолетовымъ. И что же оказалось? Ширина

то полосокъ и разстоянія между ними бываютъ разныя, смотря по тому, какого цвѣта взять свѣтъ. Когда брали свѣтъ фіолетовый, ширина фіолетовыхъ полосокъ всегда была меньше, чѣмъ когда брали другіе цвѣта. На рисункѣ это показано. А почему получаютъ темныя полоски? Потому что на этомъ мѣстѣ сталкиваются свѣтовые волны гребень одной со впадиной другой. Объ этомъ уже было сказано. Почему же фіолетовыя полоски оказываются болѣе узкими, чѣмъ красныя. Да потому, что самыя фіолетовыя волны болѣе узки, чѣмъ красныя. Иначе говоря, у фіолетовыхъ волнъ разстоянія отъ гребня одной волны до гребня волны сосѣдней меньше, чѣмъ у красныхъ. Значитъ, фіолетовыя свѣтовые волны слѣдуютъ другъ за дружкой чаще, чѣмъ красныя. Почему же чаще? Да потому что при этомъ быстрѣе совершается колебаніе частичекъ мірового ээира въ каждой такой волнѣ. Иначе говоря, когда по міровому ээиру распространяется фіолетовый свѣтъ, міровой ээиръ дрожитъ быстрѣе, чѣмъ когда онъ распространяетъ, напримѣръ, свѣтъ красный. Короткимъ волнамъ соотвѣтствуютъ быстрыя колебанія ээирныхъ частичекъ, а длиннымъ волнамъ—колебанія болѣе медленныя. По ширинѣ полосокъ и по кой какимъ другимъ признакамъ ученые ухитрились высчитать, измѣрить даже разстоянія между гребнями свѣтовыхъ волнъ разнаго цвѣта. И вотъ что оказалось. Свѣтовые волны удивительно маленькія. Разстояніе между ихъ гребнями приходится считать десятимилліонными долями милліметра. Милліметръ же—это особая мѣрка длины,—и больше поперечника маленькой булавочной головки. Милліонная доля милліметра называется микрономъ. Разстояніе отъ гребня до гребня называется длиною волны, какъ о томъ было уже сказано. Для краснаго цвѣта оказалось, что это разстояніе равняется восьмидесятымъ частямъ микрона, для оранжеваго 16 десятымъ, для желтаго  $5\frac{1}{2}$  десятымъ, для зеленаго—пяти десятымъ, для синяго—немного меньше, для фіолетоваго—четыре

десятихъ микрона. Значить, вотъ почему человѣческой глазъ видитъ вокругъ себя свѣтъ разнаго цвѣта,—это потому, что у разныхъ волнъ мірового ээира—разныя разстоянія между ихъ гребнями,—иначе сказать, различная длина волнъ и различная скорость дрожаній, то есть, передвиженія частичекъ мірового ээира въ волнѣ. Волны фіолетоваго цвѣта—самыя короткія и потому слѣдуютъ одна за другой чаще. На одномъ дюймѣ помѣстится самое большее число именно фіолетовыхъ волнъ. Синихъ волнъ на одномъ дюймѣ,—еще меньше, желтыхъ—еще того меньше, а красныхъ—меньше, чѣмъ всякихъ другихъ цвѣтовъ.

Ну, а если до нашего глаза дойдутъ такія волны мірового ээира, которыхъ помѣщается на одномъ дюймѣ еще меньше, чѣмъ красныхъ? Такихъ волнъ совсѣмъ не увидитъ человѣческой глазъ,—онѣ на него совсѣмъ не дѣйствуютъ, словно онѣ для него и не существуютъ. Такъ ужъ устроенъ человѣческой глазъ. Многого онѣ вовсе не можетъ видѣть.

Такимъ способомъ раскрылась для людей еще одна тайна природы,—тайна свѣтовыхъ волнъ разныхъ цвѣтовъ. Что для человѣческаго глаза—свѣтъ разныхъ цвѣтовъ, то для природы—просто напросто волны мірового ээира различной длины. Свѣтовые волны одного и того же цвѣта походятъ одна на другую. А волны разныхъ цвѣтовъ различаются между собой только своею длиной, то есть разстояніемъ отъ гребня до гребня каждаго двухъ сосѣднихъ волнъ.

### **Съ какой скоростью носятся свѣтовые волны ?**

Но съ какою же скоростью передвигаются эти свѣтовые волны въ міровомъ ээирѣ ? И по сколько верстъ онѣ дѣлаютъ въ каждую секунду ? Нельзя ли узнать и это ? Прежде всего спросимъ : что значить, „свѣтовые волны передвигаются“ ? Это значить вотъ что : въ такомъ-то мѣстѣ, на примѣръ, блеснула молнія. А черезъ какое же

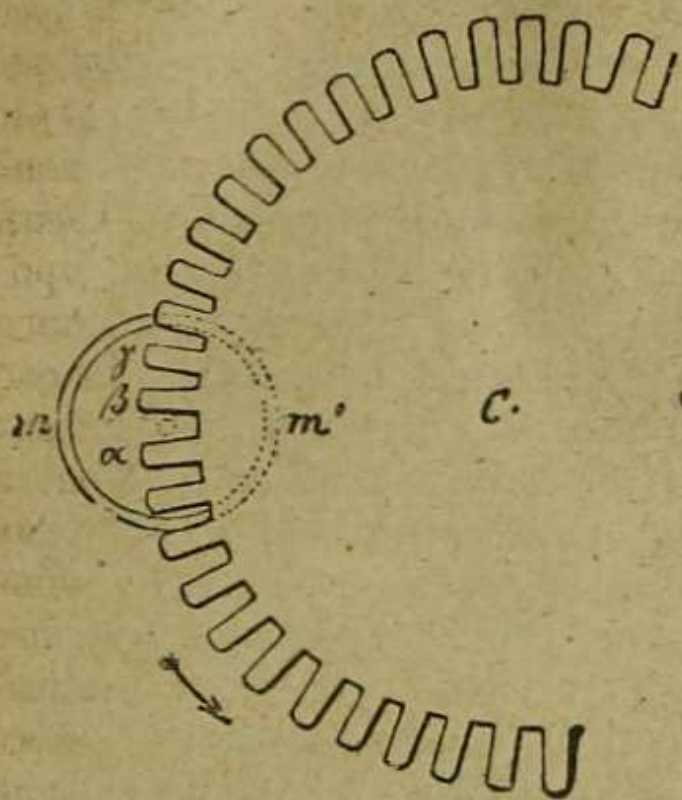
время будетъ виденъ ея блескъ, на примѣръ, за 300 тысячъ верстъ? Въ то ли же самое мгновеніе или немножко позднѣе? И насколько именно позднѣе? Отвѣтить на такой вопросъ,—это и значить узнать, съ какой скоростью бѣжитъ свѣтъ, иначе говоря, съ какой скоростью несется въ міровомъ эфирѣ свѣтовая волна.

Но какимъ же способомъ можно узнать это съ точностью? Придумали и такой способъ. И даже нѣсколько разныхъ способовъ. И много разъ испробовали ихъ. И всегда въ концѣ концовъ получалось одно и то же,—а именно вотъ что: свѣтовая волна пробѣгаетъ 28 тысячъ верстъ въ секунду. Вотъ какова ея скорость. Онъ вотъ что такое: положимъ для примѣра, что вспыхнулъ гдѣ-нибудь звѣзда, или какой-нибудь иной огонекъ. Черезъ одну секунду уже видно ихъ за 288 тысячъ верстъ отъ ихъ мѣста; черезъ двѣ секунды — за 576 тысячъ верстъ, то есть вдвое больше; черезъ три секунды — за 864 тысячъ верстъ, то-есть, втрое больше; черезъ минуту, то есть черезъ 60 секундъ — уже за 17,280 тысячъ верстъ, иначе говоря, слишкомъ за 17 милліоновъ съ четвертью, а черезъ часъ уже за 1,036,800,000 верстъ, то есть за тысячу милліоновъ верстъ слишкомъ. Значить скорость пробѣга свѣтовой волны удивительна.

Но какимъ же способомъ можно измѣрить ее? Вотъ на примѣръ, какимъ способомъ сдѣлалъ это съ большою точностью ученый французъ Физо. Въ одномъ городѣ на башнѣ онъ поставилъ большой фонарь, а въ другомъ городѣ, тоже на башнѣ, поставилъ зеркало. Разстояніе между обѣими этими башнями въ точности измѣрили заранее. Оно было почти 8 верстъ. Свѣтъ шелъ отъ башни до башни, отъ фонаря прямо къ зеркалу, а отъ него отражался и шелъ обратно,—снова къ тому-же фонарю въ другой городъ. Когда зеркало освѣщалось этимъ фонаремъ, оно блестѣло, и его можно было видѣть, помѣстившись около фонаря даже на такомъ большомъ разстояніи. Подобно этому иной разъ издали блестятъ отъ солнечныхъ лучей



оконныя стекла. Изъ одного города отлично было видно, какъ блеститъ зеркало, поставленное въ другомъ городѣ. Что же это доказываетъ? А вотъ что: коли свѣтъ зеркала виденъ, это значитъ, — свѣтовые волны катятся отъ фонаря къ зеркалу, а отъ зеркала обратно къ фонарю, то-есть на 8 верстѣ въ одинъ конецъ, да на 8 верстѣ



Здѣсь изображено зубчатое колесо. Поставлено оно какъ разъ передъ фонаремъ. Фонарь изображенъ на рисункѣ въ видѣ двойного кружка. Около него стоятъ буквы *m* и *m*<sup>1</sup>. Колесо установлено такъ что его зубцы могутъ закрывать какъ разъ самую середину фонаря, когда колесо вертится. Около этихъ зубцевъ написаны буквы *α β γ*. При круговращеніи колеса зубцы его то закрываютъ, то снова открываютъ пламя въ фонарѣ. При очень быстромъ круговращеніи свѣтъ

изъ фонаря хоть и успѣваетъ пройти въ другой городъ, но вернуться оттуда все-же не успѣваетъ, потому что отъ фонаря до того города—16 верстѣ, а колесо вертится быстрее чѣмъ свѣтовой лучъ дѣлаетъ этотъ жъ путь.

въ другой, — всего же эти волны дѣлаютъ 16 верстѣ. Въ какое же время онѣ совершаютъ такое свое путешествіе? Вотъ это-то и рѣшилъ узнать ученый Физо. При помощи обыкновенныхъ часовъ не узнаешь этого, потому что свѣтовые волны несутся удивительно быстро. Онѣ дѣлаютъ эти 16 верстѣ меньше, чѣмъ въ одну секунду. Какъ же отмѣтить такое короткое время? Вотъ что придумалъ Физо съ этой цѣлью. Онъ поставилъ передъ своимъ фонаремъ зубчатое колесо. Такъ называются колеса,

на ободьяхъ у которыхъ сдѣланы зубцы. Физо поставилъ такое зубчатое колесо какъ разъ передъ горѣлкой фонаря такъ что зубцы колеса могли закрывать его пламя, свѣтъ, идущій отъ фонаря, могъ проходить только между зубцами колеса. Тоже и свѣтъ отъ зеркала, стоявшаго въ другомъ городѣ : онъ могъ проходить къ фонарю тоже только между двумя зубцами того же колеса: Значить, все было устроено такъ : свѣтъ отъ фонаря шелъ изъ одного города въ другой, проходилъ туда между двумя зубцами колеса, доходилъ до зеркала въ другомъ городѣ, а зеркаломъ этимъ отбрасывался, отражался обратно и шелъ снова къ фонарю, въ другой городѣ, а тамъ снова проходилъ между тѣми же двумя зубцами колеса, стоявшаго передъ этимъ фонаремъ. Самъ Физо помѣстился около самаго фонаря и между нимъ и зубчатымъ колесомъ значить, колесо это приходилось какъ разъ между Физо и далекимъ зеркаломъ. Колесо могло вертѣться, и къ тому же очень быстро. А когда оно вертѣлось, то его зубцы проходили какъ разъ передъ горѣлкой фонаря, и его пламя то закрывалось этими зубьями, то снова открывалось, а тамъ опять закрывалось, и такъ дальше. Такимъ способомъ зубцы вертящагося колеса то и дѣло закрывали собою свѣтъ фонаря,—а значить не допускали его и до зеркала, стоявшаго въ другомъ городѣ. Эти же самыя зубцы колеса при его верченіи загораживали собою блескъ далекаго зеркала,—они то закрывали, то пропускали его свѣтъ. А Физо въ это самое время стоялъ около фонаря да смотрѣлъ на зеркало сквозь мелькающіе зубцы вертящагося колеса. Физо сталъ вертѣть колесо быстро быстро, и все быстрѣй. А быстрѣй вертѣлось колесо,—больше зубцовъ проходило и передъ фонаремъ,—значить большее и большее число разъ они закрывали собою и свѣтъ далекаго зеркала. Наконецъ колесо завертѣлось чрезвычайно быстро,—такъ что каждую секунду свѣтъ далекаго зеркала сталъ закрываться и открываться больше чѣмъ по 18 тысячъ разъ. До этого времени блескъ этого

зеркала еще сквозилъ сквозь быстро мелькающіе зубцы вертящагося колеса. Но лишь только скорость круговращенія дошла до 18 тысячъ мельканій его зубцовъ,— вдругъ по другую сторону колеса совсѣмъ не стало ни зеркала, ни его блеска вдали. Словно никакого зеркала тамъ и не стояло. А между тѣмъ вѣдь оно стояло и блестяло по прежнему. И свѣтъ отъ фонаря шель къ зеркалу тоже по прежнему. Почему же не стало видно зеркала, коли смотрѣть на него стоя по другую сторону колеса? Вотъ почему: свѣтъ отъ фонаря къ зеркалу-то, дѣйствительно, доходилъ по прежнему; да и отъ зеркала онъ по прежнему снова шель обратно къ фонарю. Но дѣло-то вотъ въ чемъ: пока свѣтъ, пройдя между зубцами колеса, шель туда да обратно, быстро вертящееся колесо тоже успѣвало подставить свѣту на его обратной дорогѣ свой ближайшій зубецъ. А онъ и загораживалъ собою этотъ свѣтъ. Значить, пока свѣтовая-то волна проходила изъ города въ городъ и обратно, и въ это самое время дѣлала 16 верстъ, колесо какъ разъ подставляло ей зубецъ на обратномъ ея пути отъ зеркала къ фонарю,—да этимъ и загораживало ее. А какое нужно время, чтобы поспѣть раньше свѣта и загородить ему обратную дорогу? Вотъ, по скорости передвиженія зубцовъ быстро вертящагося колеса и можно узнать это, а значить, можно узнать и время передвиженія свѣтовой волны на пространствѣ 16 верстъ,—вѣдь время-то это одно и то же и одинаково и для волны, и для поворота колеса только на одинъ его зубецъ. Вотъ какъ умно устроилъ все это Физо. Вѣдь скорости-то несущейся волны непосредственно не измѣрить. А вотъ скорость вращающагося колеса узнать совсѣмъ легко. Положимъ, на ободкѣ колеса ровно одна тысяча зубцовъ, а оборачивается колесо, положимъ, 18 разъ каждую секунду. Значить, и для передвиженія колеса на разстояніе всего лишь одного зубца требуется всего лишь одна восемнадцатитысячная доля секунды. А въ это же самое время свѣтовая волна должна сдѣлать 16

версть изъ города въ городъ и обратно. Это въ одну восемнадцатитысячную долю секунды! Сколько же верств въ такомъ случаѣ сдѣлаетъ свѣтовая волна въ цѣлѣ секунду? Разумѣется, въ 18 тысячъ разъ больше, чѣмъ 16 верствъ, — то-есть 288 тысячъ верствъ. Значить, всѣ съ какой скоростью свѣтоты волны распространяются по міровому ээиру, и вотъ какимъ способомъ узнать объ этомъ съ точностью и достовѣрностью.

### Какъ дрожитъ міровой ээиръ?

А когда это узнали, сейчасъ же стало яснымъ и многое другое. Такъ всегда бываетъ въ наукѣ: она идетъ съ тайны къ тайнѣ и раскрываетъ ихъ одну за другой, родъ какъ по порядку. И противъ такого ея побѣдоноснаго шествія никто не можетъ подѣлать ничего.

Кто, напримѣръ, видѣлъ своими глазами частичку мірового ээира? Никто и никогда. А кто знаетъ, сколько разъ передвигается каждая такая частичка въ теченіе каждой секунды? И сколько движеній и колебаній она дѣлаетъ въ такое малое время? Съ перваго взгляда кажется, что это разузнать никакъ нельзя: коли не видишь ни частички, ни ихъ колебаній, такъ и не сосчитаешь ихъ. А на самомъ дѣлѣ это вовсе не такъ: можно сосчитать и это. И сосчитать даже не видя и самихъ-то частичекъ. И къ тому же безошибочно сосчитать, то-есть точно, достовѣрно. И вотъ какимъ способомъ. Разсуждать съ этой цѣлью надо, примѣрно, такъ: вотъ узнано, что свѣтовая волна дѣлаетъ каждую секунду 288 тысячъ верствъ, то-есть проходитъ столь большое пространство. И это всякая свѣтовая волна и бѣлая, и синяя, и красная, и зеленая, и иная какая. Сколько же свѣтовыхъ волнъ помѣстится на протяженіи 288 тысячъ верствъ? Это смотря по размѣрамъ волны, именно смотря по ея длинѣ. А длиной волны называется разстояніе отъ одного гребня такой-то волны до гребня сосѣдней. А извѣстны ли эти размѣры свѣтовыхъ волнъ

то-есть длина волнъ разнаго цвѣта, разстоянія отъ гребня до гребня? Да, извѣстны. Объ этомъ уже было разсказано на страницѣ 151.

Въ такомъ случаѣ можно и примѣрить, — сколько же именно разъ длина свѣтовой волны помѣстится на пространствѣ 288 тысячъ верстъ. Такихъ маленькихъ волнъ умѣстится на протяженіи 288 тысячъ верстъ, разумѣется, очень много. И правда, вѣдь въ каждой верстѣ 500 сажень, а въ каждой сажени — 7 футовъ, а въ каждомъ футѣ — 12 дюймовъ. Въ 288 тысячъ верстъ болѣе 11 миллиардовъ дюймовъ. А въ каждомъ дюймѣ помѣщается красныхъ волнъ нѣсколько миллионовъ, а на протяженіи 288 тысячъ верстъ помѣстится болѣе четырехсотъ триллионовъ волнъ краснаго цвѣта.

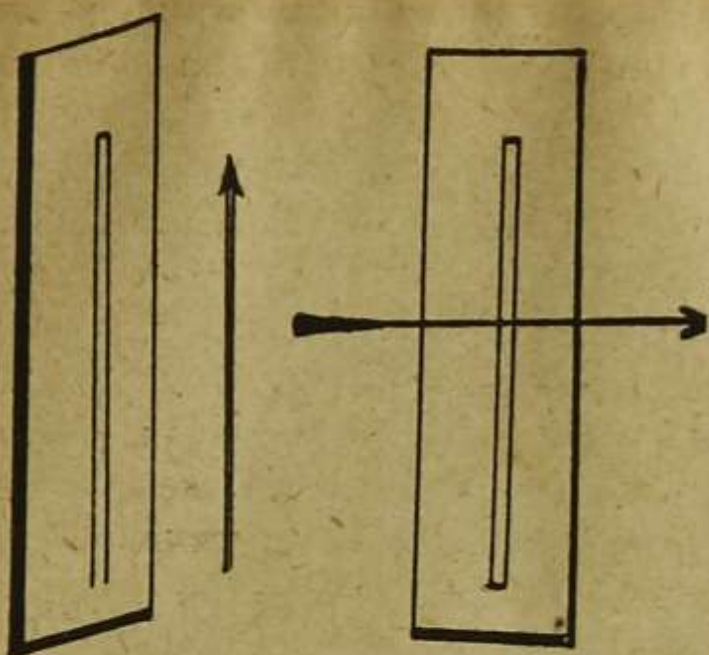
Но вѣдь каждая частичка мірового эѳира въ каждой волнѣ передвигается всего лишь одинъ разъ — сначала въ одну сторону, а потомъ въ обратную. Вѣдь на каждую волну приходится лишь по одному полному колебанію каждой частицы. Значитъ, по числу волнъ можно судить о числѣ колебаній каждой частицы въ каждой волнѣ. Иначе говоря, — сколько волнъ, столько разъ и передвигается каждая частичка мірового эѳира въ одну какую-нибудь сторону и обратно. А сейчасъ было сказано, какимъ способомъ можно было узнать число волнъ, и какъ узнали, что въ каждую секунду свѣтовая волна подвигается впередъ на 288 тысячъ верстъ. На этомъ пространствѣ помѣщается болѣе 400 триллионовъ свѣтовыхъ волнъ краснаго цвѣта. Значитъ, когда катятся по эѳиру волны краснаго цвѣта, частички мірового эѳира передвигаются, колеблются, дрожатъ по нѣскольку сотъ триллионовъ разъ. И это въ теченіе только одной секунды. И каждую секунду такъ. Невозможно и представить себѣ такое удивительно быстрое дрожаніе. А между тѣмъ оно, дѣйствительно, существуетъ, и въ этомъ никакъ нельзя сомнѣваться. Вѣдь у всѣхъ передъ глазами тотъ способъ,

какимъ это узнали. Кто не вѣрить, — поди и провѣряй. многіе провѣряли. И провѣрили. И даже разными способами. И всѣ они привели къ познанію одной и той истины. И всѣ, дѣйствительно, убѣдились, что это такъ есть. И это узнано и провѣрено для свѣтовыхъ волнъ разныхъ цвѣтовъ. И вотъ что узнали такимъ способомъ когда по міровому ээиру катится свѣтовая волна желтого каждая частичка ээира дрожитъ — передвигается. теченіе каждой секунды по 544 триллиона разъ; а случаѣ волны зеленаго цвѣта — по 586 триллионовъ разъ а въ а случаѣ голубого цвѣта, — 631 триллионъ разъ, синяго — 668 триллионовъ, фіолетоваго, — 709 триллионовъ.

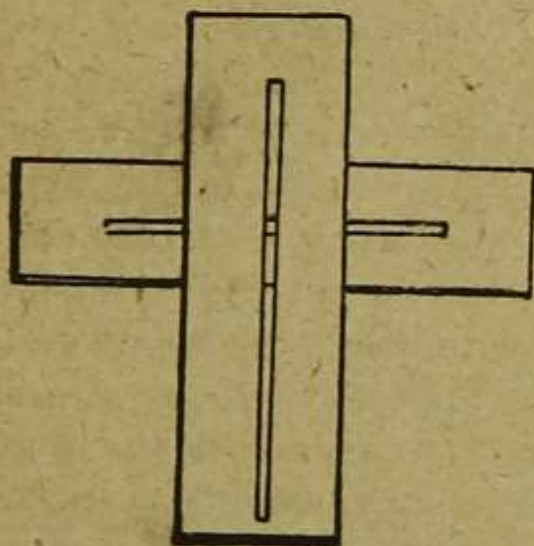
### **Тайна свѣтовыхъ дрожаній мірового ээира и какъ она раскрыта.**

Какимъ же способомъ колеблются, передвигаются частички мірового ээира въ свѣтовой волнѣ, — вдоль свѣтового луча или поперекъ него, то-есть, подъ прямымъ угломъ къ его направленію? Вѣдь волны бываютъ разными и частички могутъ двигаться въ волнѣ по разному. Быть можетъ, онѣ двигаются вдоль? А быть можетъ, поперекъ? Но что значитъ „вдоль“ и что значитъ „поперекъ“? Это можно разъяснить на такомъ примѣрѣ. Вотъ, напримѣръ, доска, а въ ней узкая щель, а черезъ нее нужно пройти длинному копью или палкѣ. Когда же копье или палка можетъ, а когда не можетъ пройти чрезъ такую щель? Это смотря по тому, какъ держать копье, протискивая его сквозь щель — вдоль доски или поперекъ доски, и однимъ концомъ впередъ. Если держать его однимъ концомъ впередъ, — въ такомъ случаѣ оно, разумѣется, всегда пройдетъ чрезъ щель. А если держать копье вдоль доски и стоймя, — тогда оно тоже пройдетъ сквозь достаточно длинную щель.

Но можно держать копье и накрестъ, то есть, поперекъ щели. Тогда оно, разумѣется, не пройдетъ чрезъ нее. Э



Здѣсь нарисованы двѣ доски, а въ каждой доскѣ имѣется продольная щель. Когда копье поставлено вдоль щели, — оно сквозь нее проходить. А когда оно поставлено поперекъ щели, то, разумѣется, не можетъ проходить сквозь нее.



Здѣсь нарисованы двѣ доски съ продольными щелями въ каждой доскѣ. Когда эти доски поставлены крестъ на крестъ, то черезъ скрещенныя щели можетъ пройти копье лишь тогда когда пойдетъ однимъ изъ концовъ впередъ.

три случая и показаны на рисункѣ. Ну, а если къ одной такой дощечкѣ со щелью да приставить другую такую же и съ такой же щелью? Пройдетъ ли тогда копье и чрезъ двѣ щели? Это смотря по тому, какъ приставить дощечку къ дощечкѣ и щель къ щели. Вѣдь ихъ можно поставить и накрестъ, и не накрестъ. Коли поставить не накрестъ, а щель къ щели, то копье все равно будетъ проходить и черезъ двѣ щели двухъ досокъ. Но совсѣмъ не то будетъ, коли щели-то придутся накрестъ. Когда же пройдетъ чрезъ нихъ копье и въ такомъ случаѣ? Только тогда,

когда станешь просовывать его однимъ концомъ впередъ, — вѣдь для его прохожденія хватить мѣста на само перекресткѣ двухъ щелей, двухъ досокъ, поставленныхъ накрестъ. Но копье только такимъ способомъ и можь продвинуть сразу чрезъ обѣ щели. А больше никаки другимъ способомъ не продвинешь.

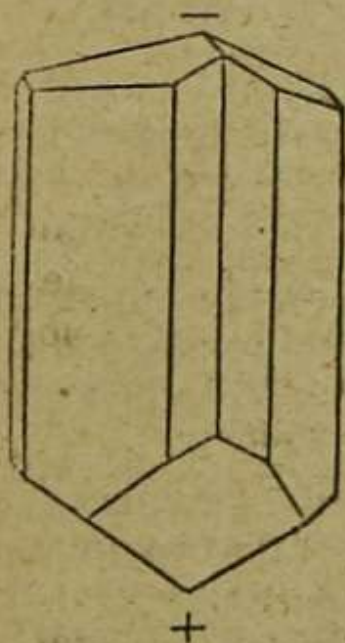
Пусть теперь будетъ вмѣсто копья частичка мірового эѳира, — такая, которая движется быстро-быстро прямой линіи, иначе говоря по дорожкѣ, которая такъ же прямая и длинная, какъ копье. Въ какомъ же случь могла бы проскочить эта передвигающаяся частичка чрезъ такія же щели, тоже узкія? И проскочить не изгибъ своего пути? Да въ такихъ-же самыхъ случаяхъ, какихъ проходитъ и копье. Иными словами, только тогда когда эта частичка движется взадъ и впередъ какъ разъ вдоль щели, а значить, и вдоль доски. А когда пройдетъ эта самая частичка сразу чрезъ обѣ щели двухъ досокъ? Это смотря по тому, какъ стоятъ щели одна по отношению къ другой, да смотря по тому, въ какомъ направленіи движется частичка, подходя къ доскѣ: если она движется вдоль одной доски туда и обратно, то при перекрещиваніи двухъ досокъ она, разумѣется, не пройдетъ сразу чрезъ двѣ щели, поставленные накрестъ. А коли эта частичка движется, въ родѣ какъ копье, направленное однимъ концомъ впередъ, то и при перекрещиваніи двухъ щелей частичка тоже пройдетъ чрезъ нихъ. Значить, при помощи двухъ щелей, поставленныхъ накрестъ, можно узнать, въ какомъ направленіи передвигается частичка: коли она прошла и чрезъ перекрещиваніе щелей, — значить, она двигается такъ, а не прошла, — значить, двигалась иначе.

Подобнымъ же способомъ можно узнать кое-что и о свѣтовой волнѣ. Саму-то волну, разумѣется, не разглядѣшь, а вотъ ея прекращеніе, — это-то ужь можно и разглядѣть. Прекращеніе свѣтовой волны, — это значить, — погасаніе свѣта: свѣтъ погасъ, значить, — свѣтовая волна прекратилась.



Но какимъ-же способомъ и гдѣ найти подходящія щели для свѣтовыхъ-то волнъ? Вѣдь и волны-то эти удивительно малы, а частички мірового ээира еще того меньше. И проходятъ-то эти волны даже между атомами. Какъ же тутъ узнать о нихъ что-нибудь?

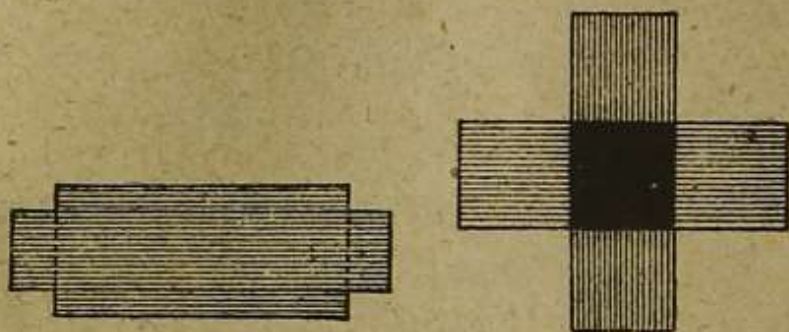
Узнали и это. Нашли и здѣсь, что нужно. Отыскали въ нѣдрахъ земли подходящій для этого особый камень, — драгоценный камень, называемый турмалинъ. Это камень темнозеленаго, почти чернаго цвѣта. Его находятъ въ разныхъ странахъ, напримѣръ, въ Сибирскихъ и Уральскихъ горахъ. Камень этотъ можно легко узнать по его цвѣту и по его кристаллическому, а, по просту сказать, словно граненому виду. Такимъ онъ встрѣчается въ природѣ въ своемъ естественномъ видѣ. Безъ всякаго граненія человѣческими руками. Его природный граненый видъ изображенъ здѣсь на рисункѣ. При этомъ видно, что камень продолговатый, а его длина больше ширины и толщины. О немъ такъ и говорятъ, что это „кристаллъ“.



Турмалинъ. Этотъ драгоценный камень встрѣчается въ видѣ такихъ кристалловъ, какой нарисованъ здѣсь. Въ длину эти кристаллы больше, чѣмъ въ ширину. Главная ось кристалла проходитъ отъ того мѣста, гдѣ стоитъ значекъ +, къ тому мѣсту, гдѣ стоитъ значекъ —.

и что у него есть „продольная ось“. Такой камень турмалинъ можно распилить вдоль его продольной оси на тонкіе ломтики, то есть пластинки. Одинъ ученый сдѣлалъ такъ: онъ распилить такой камень на тонкія пластинки

по его длинѣ и сталъ смотрѣть сквозь нихъ на свѣтъ Турмалинъ на свѣтъ нѣсколько прозраченъ и кажется темнозеленымъ. Ученый взялъ двѣ пластинки турмалина положилъ ихъ одна на другую, не перекрещивая, — какъ на рисункѣ показано. Тогда вотъ что оказалось : свѣтъ проходилъ и черезъ двѣ пластинки, хотя и не такъ хорошо какъ черезъ одну, потому что каждая пластинка ослабляла его. Послѣ того ученый поставилъ тѣже самыя двѣ пла



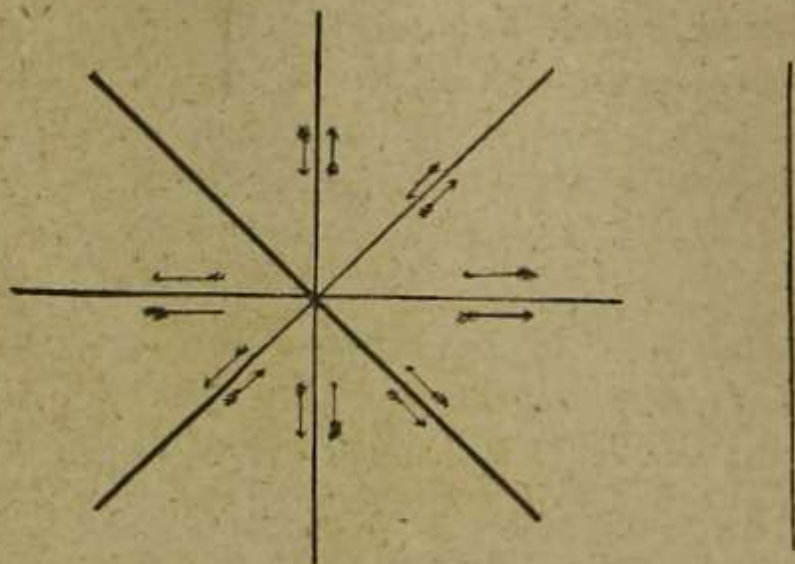
Пластинки выпилены изъ драгоцѣннаго камня турмалина по направлѣнiю его длинной оси. Налѣво двѣ такія пластинки положены одна на другую не накрестъ, а направ такія же пластинки положены накрестъ. Въ первомъ случаѣ не получается темноты на мѣстѣ ихъ перекреста, а во второмъ случаѣ темнота получается, потому что на мѣстѣ перекреста не пропускаются свѣтовые волны. Но вѣдь эти волны приходятъ къ турмалину и въ томъ, и въ другомъ случаѣ всѣ одинаковыми. Значитъ, онѣ выходятъ изъ него какими то иными, то есть измѣненными. Но какъ именно измѣненными ? Вотъ какъ. Частички мірового эфира тѣхъ свѣтовыхъ волнъ, которыя уже прошли сквозь турмалинъ, колеблются только вдоль оси турмалиновой пластинки, (значитъ, и вдоль оси кристалла этого камня, потому что изъ него эти пластинки такъ выпилены). Сквозь одну какую-нибудь изъ этихъ пластинокъ свѣтовые волны еще проходятъ. Но сквозь другую пластинку эти самыя волны свѣта, (то есть уже прошедшія черезъ первую пластинку), могли бы пройти только въ томъ случаѣ, когда передвигающіяся частички мірового эфира этихъ волнъ движутся тоже вдоль оси этой турмалиновой пластинки. Ну, а если поставить эти пластинки не вдоль, а поперекъ, то есть накрестъ? Тогда волны эти сквозь вторую пластинку не могутъ пройти. Поэтому онѣ гаснутъ въ такомъ случаѣ. Это самое и показано на рисункѣ.

стинки крестъ накрестъ одна къ другой. Что же при этомъ вышло? На мѣстѣ пересѣченія пластинокъ получилось черное пятно. Это тоже изображено на рисункѣ. Получилась полная темнота. Иначе говоря, двѣ тонкихъ и прозрачныхъ турмалиновыхъ пластинки, поставленныя накрестъ, совершенно не пропускали свѣта на мѣстѣ своего пересѣченія. А въ другихъ мѣстахъ онѣ же пропускали свѣтъ и были по прежнему прозрачны.

Но почему же такъ вышло? Почему появилась темнота? Потому что на мѣстѣ пересѣченія произошла совершенная остановка свѣтовой волны. Но почему же она произошла? Да потому что черезъ вторую пластинку вовсе не смогли пройти колебанія, дрожанія мірового ээира. А пройти черезъ первую пластинку они смогли! Но почему же не прошли черезъ двѣ пластинки и на этотъ разъ? Да потому самому, что обѣ пластинки въ этомъ второмъ случаѣ поставлены были накрестъ. Ученый взялъ да и поставилъ обѣ пластинки опять продольно. И тотчасъ же черезъ обѣ сталъ по прежнему проходить свѣтъ. Повернули ихъ снова накрестъ,—и снова появилась темнота на мѣстѣ пересѣченія двухъ турмалиновыхъ пластинокъ. Выходило совсѣмъ такъ, какъ и въ случаѣ со щелями въ двухъ доскахъ, о чемъ уже было сейчасъ рассказано на страницѣ. Тогда ученый догадался: да вѣдь камень-то турмалинъ для свѣтовыхъ волнъ то же, что такія самыя щели. Дѣло-то вотъ въ чемъ: такъ ужъ устроено вещество турмалина,—этимъ и отличается этотъ камень отъ другихъ камней,—онъ пропускаетъ сквозь себя свѣтъ лишь особымъ способомъ. И вотъ какимъ именно: коли свѣтовая волна прошла сквозь турмалинъ, значитъ, частички мірового ээира начинаютъ послѣ этого прохожденія передвигаться, дрожать въ родѣ какъ рядами, словно онѣ всѣ выровнялись въ линію, въ видѣ прямой полоски.

Вотъ такая свѣтовая волна и выходитъ изъ турмалина наружу. Волна эта дѣйствительно дѣлается отъ этого плоскою, такъ что въ поперечномъ разрѣзѣ она

показалась-бы прямой линіей, — такой же прямой, как копье или въ родъ полосы бумаги, стоящей стоймя. Вот такая плоская свѣтовая волна проходитъ сквозь турмалиновую пластинку. Именно такая. Только такую свѣтовую плоскую волну этотъ камень и пропускаетъ сквозь себя. Поставь рядомъ съ этой турмалиновой пластинкой другую такую же и тоже вдоль ея оси, — въ этомъ случаѣ пройдутъ свѣтовую волну и двѣ пластинки сразу. А поверни ихъ на крестъ, — свѣтовая волна и не пройдетъ сквозь вещество турмалина. Иначе говоря, она въ немъ погаснетъ. А коли такъ, то самая суть дѣла ясна: благодаря турмалину можно сообразить и доподлинно узнать, какъ передвигаются частички мірового эѳира въ свѣтовой волнѣ: онѣ передви-



Свѣтовая волна обыкновеннаго свѣта. Она здѣсь нарисована въ упрощенномъ видѣ и въ разрѣзѣ. Линіи обозначаютъ тѣ пути, по какимъ передвигается въ такой волнѣ каждая частичка мірового эѳира. Она всегда движется туда — сюда. Одна и та же частичка носится то по одной, то по другой изъ этихъ пересѣкающихся линій, но всегда поперечно направленію волны.

Здѣсь изображена, тоже въ разрѣзѣ, свѣтовая волна, уже прошедшая сквозь турмалиновую пластинку. Всѣ частички мірового эѳира передвигаются въ такой свѣтовой волнѣ уже только по одной и той же линіи, — то въ одну сторону, то обратно, но тоже поперечно къ направленію волны. Такая свѣтовая волна называется поляризованной.

гаются не по ея направленію, а поперекъ ему. Не будь этого, свѣтъ проходилъ бы и черезъ двѣ турмалиновыя пластинки, даже поставленныя накрестъ.

Такимъ способомъ, съ помощью турмалина и разъяснилась еще одна тайна свѣтовыхъ лучей: тайна внутренняго устройства свѣтовой волны. Раскрылось, что частички мірового эѳира передвигаются въ ней подъ прямымъ угломъ къ направленію свѣтовой волны.

Но одно дѣло—свѣтовая волна, прошедшая сквозь тур-



Здѣсь изображенъ кристаллъ особаго камня, которой называется исландскимъ шпатомъ. Этотъ камень прозраченъ какъ стекло. Подъ нимъ положена бумажка, на которой на-

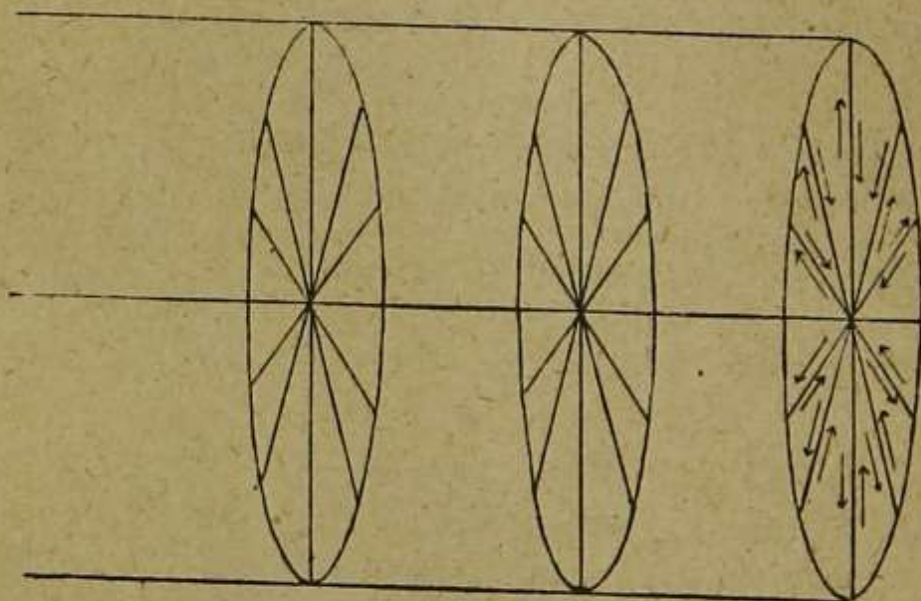
писаны буквы Французской азбуки. Глядя на эту бумажку сквозь исландскій шпатъ, видишь каждую букву вдвойнѣ. Почему такъ? Потому что этотъ камень раздваиваетъ каждую волну свѣта, проходящую сквозь него,—дѣлаетъ изъ одной волны—двѣ, и одна изъ нихъ идетъ по одному направленію, а другая волна—по другому. При этомъ одна изъ этихъ волнъ выходитъ изъ кристалла поляризованною, а другая—обыкновенною. Съ помощью исландскаго шпата, какъ и турмалина, можно поляризовать свѣтъ.

малинѣ. И совсѣмъ другое дѣло—свѣтовая волна, которая чрезъ турмалинѣ не проходила. Свѣтвыя волны бываютъ разныя. Чѣмъ же эти волны различаются между собой? Ихъ различіе можно понять съ помощью такого рисунка. Здѣсь изображенъ свѣтовой лучъ въ поперечномъ разрѣзѣ. Онъ идетъ черезъ точку, которая здѣсь нарисована. Черты, проходящія черезъ эту точку,—это пути передвигающихся частичекъ мірового эѳира. По этимъ чертамъ одна и таже частичка одной и той же волны носится, колеблется взадъ и впередъ. И всѣ прочія частички передвигаются такимъ самымъ способомъ,—каждая въ своей

волнѣ и каждая на своемъ мѣстѣ. Всѣ такія движенія всѣхъ частицъ происходятъ подѣ прямымъ угломъ къ направленію своего свѣтового луча. Такъ бываетъ въ свѣтовомъ лучѣ, пока онъ еще не прошелъ сквозь первую пластинку турмалина. А вотъ какъ передвигаются и движатъ всѣ частички волны, когда она уже прошла сквозь турмалинѣ. Вотъ поперечный разрѣзъ такой волны.

### Волны мірового ээира.

Волны мірового ээира во многомъ подобны водянымъ волнамъ. Въ каждой волнѣ мірового ээира, его частички тоже передвигаются, колеблются и тоже поперечно тому направлению, въ какомъ катится волна. Та бѣжитъ, напримѣръ, по прямому направленію отъ солнца къ намъ; а зернышки мірового ээира въ это самое время колеблются, передвигаясь



Здѣсь изображенъ въ очень упрощенномъ видѣ обыкновенный свѣтовой лучъ. Положимъ, что онъ идетъ справа нѣвле. Всѣ частички мірового ээира передвигаются въ этомъ лучѣ поперечно къ его направленію. Ихъ передвиженія указаны стрѣлками. Здѣсь нарисованы только три частички и пути ихъ передвиженія. На самомъ же дѣлѣ частичка и частичекъ находится очень близко, и ихъ множество, а ихъ передвиженія распространяются вдоль свѣтового луча волнами, то есть въ видѣ волнѣ.

гаются поперечно этому направленію. Если бы поставить поперечно ему, напримѣръ, бумажку, то зернышки мірового ээира при своихъ колебаніяхъ передвигались бы какъ разъ по плоской поверхности бумаги, коли эта бумажка поставлена точъ въ точъ поперечно. Зернышки мірового ээира двигались бы при такой точной установкѣ бумажки какъ разъ по ея плоскости, а при этомъ не отрываясь отъ нея. Это можно представить себѣ такъ: возьми бумажку и продѣнь сквозь нее нитку; натяни эту нитку и поставь бумажку подъ прямымъ угломъ къ этой ниткѣ<sup>1</sup>. Эта натянутая нитка изображаетъ направленіе волны мірового ээира, а частички его двигаются по бумажкѣ, не отрываясь отъ нея. Никакой бумаги и нитки, разумѣется, нѣтъ, но передвиженіе зернышекъ ээира идетъ какъ разъ такъ, словно эта плоская поверхность имѣется. Поэтому о такомъ колебательномъ движеніи и говорятъ, что зернышки мірового ээира передвигаются какъ бы „въ плоскости, стоящей подъ прямымъ угломъ къ направленію волны“. Но въ этой плоскости онѣ могутъ передвигаться по разному, напримѣръ, и по кругу, и по прямымъ линіямъ, и сверху внизъ, и слѣва направо, и иначе какъ. Но всегда какъ разъ подъ прямымъ угломъ къ направленію волны.

---

<sup>1</sup> Прямой уголъ—это, напримѣръ, уголъ этой книги или уголъ любой бумажки, сложенной ровно вчетверо.

## ГЛАВА IX.

### Двѣ великія тайны природы.

**Первая тайна. Одинъ и тотъ же міровой эфиръ, по помощи своихъ колебаній, переноситъ и свѣтовыя тепловыя и электро-магнитныя волны.**

Вотъ о чемъ интересно еще подумать : въ этой книгѣ было уже сказано, что волны мірового эфиръ несутъ на себѣ теплоту. Было сказано и о томъ, что тотъ же самый міровой эфиръ переноситъ на себѣ электричество, и магнитное дѣйствіе. Тотъ же міровой эфиръ переноситъ на себѣ и свѣтъ.

Другими словами, волны мірового эфиръ бываютъ тепловыми, и электро-магнитными, и свѣтовыми. Что это такое, —однѣ и тѣ же волны, или все разныя? А если разныя, то чѣмъ же онѣ различаются межъ собой? На это все разсмотримъ и изслѣдовать.

Ученые люди стали подробно изучать разныя волны мірового эфиръ и сравнивать ихъ другъ съ дружкой. А какой скоростью какія волны несутся? А каковы онѣ своимъ свойствомъ? Чѣмъ, на примѣръ, отличается свѣтовая волна отъ электрической или магнитной? Въ какихъ волнахъ какъ колеблются частички мірового эфиръ? Ученые разныхъ странъ много поработали надъ ра



рѣшеніемъ такихъ вопросовъ. Какъ они работали,—объ этомъ уже было здѣсь разсказано. Работали—и провѣряли другъ друга. Всегда сомнѣвались, всегда и всему искали все новыя и новыя доказательства. Такимъ способомъ и узнали, что всѣ волны мірового ээира очень сходны между собой въ самомъ существенномъ. Напримѣръ, всякія такія волны могутъ проходить чрезъ пустую трубку, изъ которой удаленъ весь воздухъ. Объ этомъ было разсказано. Кромѣ того всѣ волны мірового ээира всегда распространяются съ одной и той же скоростью,—а именно со скоростью 288 тысячъ верстъ въ секунду. Такъ несутся волны и тепловыя, и свѣтовыя, и электро-магнитныя: скорость у всѣхъ у нихъ—одна и та же, коли нѣтъ помѣхъ и препятствій на ихъ дорогѣ. А какъ при этомъ передвигаются-колеблются частички мірового ээира въ каждой волнѣ? Оказывается, онѣ передвигаются всегда поперечно къ направленію каждой волны. Такъ бываетъ во всякихъ волнахъ мірового ээира: и въ свѣтовой, и въ электро-магнитной, и въ тепловой. Значить, и въ этомъ нѣтъ разницы между этими всѣми волнами.

Ну а размѣры этихъ разныхъ волнъ каковы же, напримѣръ, ихъ длина, то есть разстояніе отъ гребня одной волны до гребня сосѣдней? Стали разсматривать, да сравнивать и это. И тутъ-то и оказалась разница. По своей длинѣ, волны тепловыя мало отличаются отъ свѣтовыхъ. Длиннѣе другихъ волны электрическія. У нихъ разстояніе отъ гребня до гребня двухъ сосѣднихъ волнъ приходится иной разъ считать цѣлыми сотнями верстъ. Но бываютъ электрическія волны длиною и гораздо меньше дюйма. Бываютъ и такія электрическія волны, длина которыхъ во много разъ меньше дюйма. Такія волны не несутъ ни свѣта, ни тепла. Но бываютъ волны мірового ээира еще болѣе частыя и мелкія: есть такія, которыя имѣютъ въ длину всего лишь нѣсколько тысячныхъ долей дюйма. Такія волны еще не свѣтятъ. Но онѣ уже грѣютъ. Человѣкъ чувствуетъ ихъ какъ теплоту. Въ видѣ такихъ

самыхъ волнъ и проходить на землю теплота отъ со-  
Но такія волны, хоть и грѣютъ, а еще не дѣйствуютъ  
человѣческой глазу. Наконецъ, бываютъ еще и такія вол-  
которыя по крайней мѣрѣ въ нѣсколько десятковъ ты-  
разъ меньше дюйма, а то и еще короче. Такія волны  
жуются человѣческому глазу то красными, то фіолетов-  
то иного какого цвѣта,—это смотря по ихъ длинѣ, ка-  
томъ уже было сказано на страницѣ 143. Но быв-  
волны мірового ээира еще короче. Тѣ на человѣче-  
глазъ совсѣмъ не дѣйствуютъ. Но вотъ что интере-  
поставь на ихъ пути фотографическую пластинку, —  
нее подѣйствуютъ и такія короткія волны,—отъ нихъ  
стинка эта очень быстро почернѣетъ.

Значить, въ міровомъ ээирѣ, словно въ морѣ: во-  
тамъ носятся разныхъ размѣровъ, начиная отъ сам-  
малыхъ до самыхъ большихъ. А людямъ кажутся  
волны то свѣтовыми, то тепловыми, то электрическимъ  
это смотрю по тому, какова ихъ длина. Почему такъ?

Только потому, что такъ устроено человѣческое тѣло.  
Будь оно устроено иначе,—показалась бы совсѣмъ иная  
и Вселенная.

Когда-то свѣтъ, теплота, электричество, магни-  
дѣйствіе назывались „силами природы“, потому что  
такое-то видѣ природа и является намъ, людямъ,—бла-  
даря устройству нашего глаза, мозга и вообще тѣла.

Что же это за „силы“?

Все это разные видѣ энергіи.

### Вторая великая тайна природы.

Какъ переходить энергія одного вида въ  
энергію другого.

И правда, всѣ „силы природы“—движеніе. Всѣ онѣ  
разные виды движеній. Но вѣдь это и значить, — разные в-  
энергіи. Почему же энергіи? Да потому что энергія—  
значить работоспособность, а всѣ „силы природы“ мо-  
гутъ работать.

работать, — онъ проявляютъ себя своею работою и въ своей работѣ. И при этомъ онъ, то и дѣло, переходятъ одна въ другую, передѣлываются, превращаются. Объ этомъ ихъ удивительномъ превращеніи стоитъ подумать. Оно совершается повсюду. И правда, всякій, навѣрное, видѣлъ своими глазами, какъ переходитъ, на примѣръ, теплота въ свѣтъ. Вотъ примѣръ этому: холодный желѣзный стержень въ темнотѣ самъ собой не свѣтится. А тотъ же самый стержень испускаетъ изъ себя красное сіяніе, когда накаленъ до красна. Онъ же испускаетъ и бѣлое сіяніе, когда накаленъ до бѣла. Что же означаетъ это свѣченіе желѣзнаго стержня? Это означаетъ вотъ что: теплота переходитъ въ свѣтъ. И правда, вѣдь при этомъ всѣ молекулы нагрѣтаго желѣза въ родѣ какъ дрожатъ и движутся. Это ихъ дрожаніе можетъ быть иной разъ сильнымъ, иной разъ слабымъ. Сильнѣй нагрѣваніе, — сильнѣй и дрожаніе. А сильнѣй дрожаніе, — оно передается и атомамъ, и электронамъ, а отъ нихъ и міровому эѳиру, который ихъ окружаетъ и проникаетъ во всѣ ихъ промежутки. И вотъ начинается дрожать и міровой эѳиръ. И отъ нагрѣтаго куска желѣза бѣгутъ тогда эти дрожанія эѳира, словно волны. Онъ бѣгутъ и вверхъ, и внизъ, и во всѣ стороны, одна за другой, быстро-быстро. Каждая частица эѳира въ такой волнѣ дрожитъ и колеблется, въ родѣ какъ качается одна около другой, то въ одну, то въ обратную сторону. Эти дрожанія эѳира могутъ иной разъ добѣжать и до человѣческаго глаза и попасть внутрь глаза. И тогда глазъ человѣческій чувствуетъ ихъ. Но какъ чувствуетъ? Совсе не какъ дрожаніе, а какъ свѣтъ. Почему же какъ свѣтъ? Да потому что самихъ дрожаній мірового эѳира глазъ видѣть не можетъ, — частицы эти ужъ очень малы, а дрожатъ онѣ непомерно быстро. Въ этой книжкѣ было рассказано, какъ ученые люди ухитрились узнать, высчитать, сколько разъ въ секунду дрожатъ частицы мірового эѳира, когда человѣку кажется, что онъ несетъ свѣтъ. И вотъ что оказалось: каждая частица эѳира за одну секунду успѣ-

ваетъ качнуться туда и обратно иногда нѣсколько трильоновъ разъ. Трильонъ—это значить тысяча биліоновъ. Биліонъ—это тысяча мильоновъ. Мильонъ—тысяча тысячъ. Когда желѣзо нагрѣто докрасна,—значить, его молекулы заставили дрожать эѳиръ со скоростью болѣе четырехсотъ трильоновъ разъ въ секунду. Когда же желѣзо накалено до бѣла—это значить, нѣкоторыя молекулы нагрѣтаго желѣза заставили дрожать эѳиръ со скоростью примѣрно еще раза въ два быстрее. Подобно этому заставляеть его дрожать и солнце. Ужъ было сказано въ этой книжкѣ, какъ дрожація молекулы, атомы и электроны горячаго солнца передають свое дрожаніе міровому эѳиру, а волны эѳира доходятъ отъ солнца и до земли, а доходя, нагрѣваютъ и освѣщаютъ землю. Значить при этомъ солнечная теплота переходитъ въ солнечный свѣтъ. Что же происходитъ при такомъ превращеніи? Движеніе переходитъ въ движеніе, одинъ видъ энергіи въ другой видъ ея.

Можетъ переходить и электричество въ свѣтъ, а свѣтъ въ электричество. Можетъ и теплота превращаться въ электричество, а электричество—въ теплоту. И правду въдь теперь цѣлые города освѣщаются при помощи электричества, а особыя фабрики добываютъ его. Какимъ способомъ? Затрачиваютъ двигательную силу воды или пара, передѣлываютъ ихъ въ электрическую силу, а ту пускають куда нужно. Электричество проводятъ и въ особыя лампочки, а тамъ превращается въ теплоту и въ свѣтъ. Электрическая лампочка устроена такъ: сдѣлаютъ стеклянный шарикъ, внутри него поставленъ тоненькій тоненькій уголекъ или проволочка. По этой проволочкѣ или угольку и бѣжитъ электрической токъ. Что же это значить „бѣжить токъ“? Это значить,—несутся цѣлыя полчища электроновъ. Они несутся по промежуткамъ между молекулами и атомами внутри вещества уголька или проволоки. Полчища ихъ громадны. Вычитали, что каждую секунду проносятся внутри проволоки и

уголька по меньшей мѣрѣ мильоны мильоновъ электроновъ. Но какъ имъ приходится нестись внутри вещества? Дорога-то вѣдь тамъ не свободна и извилиста. То и дѣло электроны натыкаются на атомы и молекулы. Они налетаютъ на нихъ съ огромной скоростью. А большая скорость даетъ и огромную живую силу, какъ объ этомъ и было уже сказано на страницѣ 116. И вотъ маленькіе электроны своими ударами раскачиваютъ молекулы и атомы, а гѣ начинаютъ дрожать, а это ихъ дрожаніе и ощущается, какъ теплота. Вмѣстѣ съ этимъ отъ дрожанія молекулъ, атомовъ и электроновъ начинаетъ дрожать въ концѣ концовъ и окружающій міровой эфиръ. А это его дрожаніе и кажется человѣческому глазу свѣтомъ. Такимъ способомъ электрическій токъ, его энергія превращается въ свѣтъ. Что же происходитъ при этомъ? Опять таки движеніе переходитъ въ движеніе, одинъ видъ энергіи въ другой видъ ея, — электричество переходитъ въ свѣтъ, дѣлается свѣтовыми волнами. А свѣтъ, то есть дрожаніе мірового эфиря, въ свою очередь можетъ дѣйствовать иной разъ и на составъ молекулъ. Такъ, на примѣръ, подъ вліяніемъ свѣта, молекулы иныхъ веществъ могутъ распадаться на свои составныя части, и это только отъ дѣйствія свѣта на нихъ. Именно такъ дѣйствуетъ свѣтъ на бромистое серебро. Объ этомъ уже было рассказано на страницѣ 148. Бромистое серебро — особая соль. Каждая молекула такой соли состоитъ изъ атомовъ серебра и брома. Въ бромистомъ серебрѣ эти атомы соединены плотно, химически. Лучи свѣта, то есть волны движущагося мірового эфиря расшатываютъ, разрушаютъ ихъ; атомы брома отходятъ отъ атомовъ серебра, и тогда серебро обнаруживается въ видѣ чернаго порошка. Лучи свѣта дѣйствуютъ и на другія вещества. Вотъ этому еще примѣръ: благодаря лучамъ свѣта можетъ распадаться на свои составныя части углекислота. Объ этомъ газѣ тоже было уже сказано. Каждая молекула углекислоты состоитъ изъ углерода и кислорода. Въ воздухѣ

всегда есть и примѣсь углекислоты. Ее вбираютъ въ с растенія. И вотъ внутри зеленыхъ растеній, благода дневному свѣту всюду совершатся распаденіе углекис го газа на атомы углерода и кислорода. Что же проие дить съ этими атомами? Углеродные атомы входятъ въ составъ растеній, въ составъ ихъ молекулъ; кислородъ въ чистомъ видѣ входитъ въ воздухъ, — онъ обновляе собой его запасъ. Иначе говоря, энергія свѣта превра ется такимъ способомъ вотъ во что : въ химическія п вращения веществъ. Разъединеніе соединенныхъ атомо — вѣдь это и есть химическое превращеніе вещества. чтобы разъединить атомъ отъ атома, — на это тоже тре ется энергія. А ее то и несутъ сюда волненія мірово ээира, иначе говоря, свѣтовые лучи. И откуда несутъ Отъ солнца. И вотъ свѣтъ дѣлаетъ невидимую работ свѣтовая энергія тратится на разъединеніе атомовъ и слорода отъ атомовъ углерода въ молекулахъ углекислот

Но не пропадаетъ ли здѣсь эта энергія свѣтовыхъ луче Нисколько не пропадаетъ : она лишь принимаетъ видъ паса. А запасная энергія и здѣсь снова можетъ когда н будь себя обнаружить. Когда же именно и какъ она се обнаруживаетъ? А вотъ когда и вотъ какъ : вѣдь свобо ные атомы углерода и кислорода снова могутъ соединит ся между собой. А при ихъ новомъ соединеніи тотчасъ снова появится и обнаружится ихъ запасная энергія.

Но когда же кислородъ соединяется съ углеродомъ? Так ихъ соединеніе идетъ вокругъ насъ и въ нашемъ тѣлѣ п постоянно. Вотъ, на примѣръ, въ печкѣ горитъ уголь. Ч же представляетъ собою его горѣніе? Вотъ что : при т комъ горѣніи угля, въ печкѣ кислородъ воздуха соединяе ся съ этимъ углемъ, изъ угля и кислорода вновь образ ется углекислый газъ. Но что же значить «образуетъ этотъ газъ»? Это значить, атомы угля соединяются съ ато мами кислорода, приближаются другъ къ другу, въ ро какъ падаютъ другъ на дружку, а отъ ихъ соединенія сл ва получаютъ молекулы углекислаго газа, то есть совсѣм

особое вещество, не похожее въ отдѣльности ни на кислородъ, ни на уголь. Что же еще оказывается при такомъ химическомъ соединеніи ихъ? Появляется теплота. Всякій знаетъ, что при горѣннн угля она появляется. Но откуда же? Вовсе не изъ ничего: въ эту теплоту переходитъ запасная энергія атомовъ кислорода и угля. Когда ихъ разъединили, — эта энергія ихъ и приняла видъ запасной. А когда эти атомы снова соединились, — ихъ запасная энергія превратилась въ теплоту, приняла другой видъ.

Подобно этому бываетъ и съ атомами водорода и кислорода. Когда они соединяются между собой химически, — они образуютъ изъ себя молекулы воды. Когда ихъ снова разъединяютъ посредствомъ жара или электричества, на это ихъ разъединеніе приходится затрачивать много жара, то есть теплоты, тепловой энергіи; а когда водородъ опять соединяется съ кислородомъ, тогда эта ихъ запасная энергія снова принимаетъ видъ теплоты. Подобно этому бываетъ и при разныхъ другихъ химическихъ превращеніяхъ всѣхъ веществъ. У этихъ превращеній имѣется своя энергія, — свой особый видъ ея. Ею называютъ поэтому энергіей химической. Каждый атомъ, каждая молекула всякаго вещества, навѣрно обладаютъ химической энергіей то въ большей, то въ меньшей степени.

А химическая энергія въ свою очередь способна на разные превращенія. При всякомъ химическомъ превращеніи однихъ веществъ въ вещества другія превращается и химическая энергія. Такъ, на примѣръ, иной разъ она превращается въ теплоту. Но иной разъ и теплота превращается въ химическую энергію. При распаденіи разныхъ молекулъ на ихъ атомы, въ большинствѣ случаевъ энергія дѣлается запасной. А при химическомъ соединеніи атомовъ въ молекулы энергія можетъ появиться снова. Иначе говоря, превращеніе энергіи происходитъ и между атомами и молекулами. Тоже и среди электроновъ. И такъ повсюду и вездѣ. Химическая энергія при этомъ тоже мо-

жетъ превращаться по разному. Въ иныхъ случаяхъ превращается въ теплоту. Въ другихъ же случаяхъ способна превращаться и въ электричество. А какъ въ него превращается, — одинъ примѣръ этому уже бытъ рассказанъ на страницѣ 54 — тамъ шла рѣчь о разложеніи воды электрическимъ токомъ.

И правда, откуда же появился этотъ электрическій токъ? Изъ банки съ водою и кислотой. Въ эту банку были опущены два куска двухъ металловъ, — мѣди и цинка. Извѣстно всякому, что кислота разъѣдаетъ эти металлы, — иначе сказать, она дѣйствуетъ на нихъ химически. При этомъ тотчасъ же появляется токъ, — иначе говоря здѣсь происходитъ передвиженіе электроновъ. Но лишь только прекратится химическое дѣйствіе между металлами и кислотами, тотчасъ же исчезаетъ и электрическій токъ. Съ другой стороны и электрическій токъ тоже можетъ совершать большую и трудную работу. Такъ, на примѣръ, онъ можетъ разлагать воду на водородъ и кислородъ. А и химическая энергія принимаетъ въ такомъ случаѣ видъ запасной энергіи.

Но вотъ что особенно удивительно: эта же самая энергія, въ свою очередь, можетъ принять видъ электрической. Это можно видѣть съ помощью того же прибора, который изображенъ на той же страницѣ. Одинъ ученый сдѣлалъ такъ: онъ прежде всего отвинтилъ отъ электрической батареи тѣ проволоки, которыя шли къ банкамъ съ водородомъ и кислородомъ. Послѣ такого отвинченія электрическій токъ отъ батареи уже не могъ идти къ этимъ банкамъ. Затѣмъ ученый взялъ да и приложилъ другъ къ другу оба конца отвинченныхъ проволокъ. Что же оказалось? По нимъ побѣжалъ электрическій токъ. Но почему же онъ появился? А потому что газы водородъ и кислородъ снова стали тотчасъ же чрезъ воду соединяться другъ съ другомъ. И снова изъ этихъ газовъ стала получаться вода и наполнять оба сосуда. Въ концѣ концовъ молекулы водорода, какъ и молекулы кислорода



исчезли въ банкахъ. Но куда же? Они остались въ томъ же приборѣ, но только въ иномъ видѣ. Изъ нихъ снова получилась вода. И точь въ точь въ томъ же самомъ количествѣ, какое въ этомъ самомъ приборѣ было передъ тѣмъ разложено электрическимъ токомъ на водородъ и кислородъ. Значить, выходитъ такъ: при разложеніи воды превращается энергія электрическаго тока въ энергію химическую, и электрическій токъ дѣлаетъ при этомъ работу—переводить въ запасъ химическую энергію водорода и кислорода. А при новомъ химическомъ соединеніи этихъ газовъ выходитъ какъ разъ обратно: химическая энергія тѣхъ самыхъ газовъ исчезаетъ, но вмѣсто этой энергіи является зато электрическій токъ. Такимъ способомъ можно увидѣть и понять, что и электрическая энергія, и химическая энергія способны превращаться одна въ другую.

Но вотъ что особенно важно: электрическая энергія можетъ особенно легко превращаться и въ теплоту, и въ свѣтъ, и въ движеніе. Такъ, на примѣръ, въ электрической лампочкѣ электрическая энергія превращается въ теплоту и въ свѣтъ. Въ электрическомъ звонкѣ она же превращается въ звукъ. Она же можетъ превращаться и въ видимое движеніе. И правда, вѣдь электричество вертитъ колеса электрическихъ вагоновъ. Оно же вертитъ колеса разныхъ машинъ и станковъ. Теперь есть на свѣтѣ огромныя фабрики, которыя дѣйствуютъ электричествомъ. А что показываютъ такія дѣла электричества? А то, что электрическая энергія способна превращаться въ разные другіе виды энергіи. Въ свою очередь и тѣ могутъ превращаться въ электричество.

Что вотъ чего не слѣдуетъ забывать: вѣдь въ основѣ всѣхъ превращеній энергіи всюду и вездѣ лежитъ мѣра и число. Это значитъ: всѣ превращенія энергіи совершаются въ родѣ какъ по строгимъ установленнымъ правиламъ: изъ такого-то количества одной какой нибудь энергіи всегда можетъ получиться вовсе не всякое количество другой. Во всѣхъ превращеніяхъ энергіи всегда

существует своя особая пропорція: больше становится одной, — меньше другой; а меньше той, — больше этой. такъ всегда. И все это происходитъ съ удивительной правильностью, словно въ какой-то машинѣ. И такъ вездѣ, всемъ свѣтѣ, во всей Вселенной. Иначе не бываетъ ни и никогда. И электроны, и атомы, и молекулы, и предметы и вещи, изъ нихъ составленные, обнаруживаютъ одну и ту же правильность.

Такимъ способомъ, и вправду выходитъ такъ: Вселенная весь міръ дѣйствительно въ родѣ какъ огромная-огромная машина. Объ этомъ стоитъ и стоитъ подумать — присмотрѣться къ ней цѣликомъ. И тогда будетъ виднѣ невидимое, и вотъ что именно: міровой эфиръ дрожитъ распространяетъ повсюду свои волны правильно, какъ машина. Каждый электронъ, каждый атомъ, каждая молекула, — все это части этой огромной машины. А всѣ эти части постоянно находятся въ какомъ нибудь движеніи опять таки, какъ въ машинѣ. И отъ движенія рождается движеніе, тоже какъ тамъ. Движеніе передается, живая сила каждой движущейся крупинки вещества передаетъ другому веществу. И всякое движеніе всякой частицы вещества обладаетъ своей энергіей, то есть дѣятельностью и вообще работоспособностью. И это тоже какъ машинѣ.

Съ перваго взгляда кажется, что Вселенная какъ будто и не похожа на машину, и вовсе не такова: зѣмля, звѣзды, и другія свѣтила небесныя, и ихъ вещество не похоже на машину, а ихъ бытіе — на работу машины. Не похоже на работу ея и все, что съ ними происходитъ. А на самомъ дѣлѣ Вселенная на машину дѣйствительно похожа. И потому же въ самой своей основѣ и по существу. Почему же инымъ людямъ кажется, что Вселенная не такова? Этому лишь потому, что такіе люди еще мало знаютъ о Вселенной и мало еще думали о самой сути ея. А эта суть во-первыхъ, вещество, во-вторыхъ — движеніе этого вещества и его энергія. Самая суть Вселенной —

въ движеніи всякаго вещества, потому что вся Вселенная вещественна. Начало Вселенной — въ движеніи этого вещества, потому что вещество ея движётся. Начало Вселенной — въ неразрушимой прочности всякаго вещества и всякаго движенія, потому что никакое вещество и никакое движеніе никогда не пропадаютъ.

Въ книжкѣ „Вещество и его тайны“ былъ поставленъ такой вопросъ: можетъ ли изъ вещества сдѣлаться пустота, то есть ничто? А на этотъ вопросъ былъ данъ вотъ какой отвѣтъ на основаніи точныхъ и достовѣрныхъ доказательствъ:

Нигдѣ, никогда и никто не видѣлъ, да и видѣть не могъ, чтобы изъ какого либо вещества дѣлалось ничто.

А въ этой книжкѣ поставленъ такой вопросъ: а можетъ ли уничтожиться энергія? И на этотъ вопросъ данъ здѣсь такой отвѣтъ: энергія Вселенной тоже не можетъ уничтожиться. Она иногда лишь изъ дѣйствующей энергіи дѣлается запасною энергіей. Но это вовсе не исчезновеніе, и вовсе не переходъ въ ничто. Изъ ничего и не бываетъ ничего. Всякое вещество могло появиться и появляется лишь изъ какого нибудь другого вещества. А всякое движеніе — изъ какого нибудь иного движенія. И всякій видъ энергіи — изъ какого нибудь иного вида энергіи.

Значить, вотъ о чемъ и нужно вести рѣчь: не о томъ, какъ вещество и энергія появились изъ ничего, а о томъ, изъ какого же именно вещества появилось какое именно вещество? И изъ какого именно движенія появилось какое именно движеніе, изъ какой энергіи какой видъ ея?

Вотъ это узнать и можно и должно. Это и дано знать людямъ, благодаря такому-то устройству человѣческихъ глазъ, ушей, кожи и другихъ органовъ чувствъ, такому-то устройству человѣческаго мозга, а значить, и ума.

## ЗАКЛЮЧЕНІЕ.

### Чему научила это книжка.

Въ этой книжкѣ было разсказано о томъ, какъ работаетъ Вселенная.

Весь міръ, все, что вокругъ насъ и въ насъ,—все ботаеть. Работаетъ постоянно, никогда не переставая.

Всюду идетъ работа. И видимая, и невидимая. И т до самой глубины вещества.

Вся Вселенная составлена изъ вещества. Всякое вещество имѣетъ зернистое строеніе. Зернышки его носятъ разные названія, смотря по ихъ относительной велич и другимъ ихъ качествамъ<sup>1</sup>. Всякое вещество состоитъ изъ молекулъ. Молекулы состоятъ изъ атомовъ, а атомы изъ электроновъ, а электроны, быть можетъ, составлены изъ зернышекъ мірового эѳира, а онъ заполняетъ собою всю Вселенную. Какъ между молекулами, такъ и между атомами и между электронами имѣются промежутки, пустыя мѣста, свободныя пространства. Въ нихъ дрожать, колеблются и двигаются зернышки мірового эѳира. Ихъ дрожаніе передается по міровому эѳиру въ видѣ особыхъ волнъ. Эти волны бываютъ разные. Люди называютъ ихъ разными названіями, смотря по тому, какъ эти волны ощущаются людьми. Есть волны тепловыя, электрическія, свѣтовыя. Все это—разные виды движенія.

---

<sup>1</sup> Каково строеніе вещества,—объ этомъ разсказано въ книжкѣ «Вещество и его тайны».

Вся Вселенная, вплоть до самых послѣднихъ зернышекъ, полнымъ полна движеніемъ.

Вселенная — для насъ, людей, это значить все, что мы можемъ видѣть, что можемъ изучать и наблюдать.

Въ этой книжкѣ было разсказано, какъ объ этомъ узнали съ точностью и съ достовѣрностью. Разсказано, какъ человѣческій умъ, со всей своей проникающей способностью, позналъ и узналъ глубочайшія тайны Вселенной.

Одно дѣло, — то, что кажется, и совсемъ другое дѣло, — то, что дѣйствительно существуетъ.

Наши глаза, уши и другіе органы чувствъ свидѣтельствуютъ намъ, что существуетъ вещество и движеніе вещества.

А гдѣ существуетъ движеніе, — тамъ и способность совершать работу, способность преодолевать сопротивленія. Такая способность и называется энергіей. Значить, весь міръ до самой своей глубины проникнуть энергіей.

Энергія проявляется въ природѣ всюду и всегда. И въ самыхъ различныхъ видахъ. Примѣры этому — на каждомъ шагу, и они всѣмъ извѣстны.

Всякую работу, то есть всякую затрату энергіи можно измѣрить. Для этого надо принять въ расчетъ, какое именно сопротивленіе и какъ преодолевается при этомъ.

Энергія существуетъ въ двухъ видахъ: во-первыхъ, въ видѣ дѣйствія, во-вторыхъ, въ видѣ запаса, то есть въ видѣ возможности дѣйствовать, если не теперь, такъ потомъ, то есть въ будущемъ. Энергія дѣйствія — это значить — энергія, происходящая отъ движенія. И она тѣмъ больше, чѣмъ больше та самая масса вещества, которая движется, а въ особенности чѣмъ больше скорость, съ которою та движется.

Во Вселенной движутся и огромныя небесныя свѣтила. И все, что на нихъ. Все это движеніе — видимое. Но происходитъ движеніе и въ глубинѣ вещества, потому что движутся и молекулы, и атомы, и электроны, и міровой

эѳирь. Все это движеніе—невидимое, а лишь ощущаемо. И къ тому же по разному.

И вовсе не какъ движеніе.

Движеніе и дрожаніе молекулъ вещества называется теплотой. Передвиженіе электроновъ по проволокѣ называется электрическимъ токомъ. Электроны кружатся около своихъ атомовъ, и это ихъ круженіе производитъ волны въ міровомъ эѳирѣ,—а эти волны бываютъ разныхъ видовъ и сортовъ, смотря по тому, какъ быстро колеблются электроны,—напримѣръ, волны электрическаго тепловыя или свѣтовыя.

Свѣтъ—это тоже волны. И, по существу, совершенно такія же, какъ и электрическія, только гораздо меньшей длины.

Въ этой книжкѣ рассказано и о томъ, что это за волны. Рассказано и о томъ, какъ люди объ этомъ узнали, и какъ измѣрили длину этихъ волнъ, и ту скорость, съ какой эти волны носятя.

Рассказано въ книжкѣ и о томъ, какъ энергія Вселенной мѣняется свой видъ, свои формы, свои проявленія. И въ разъ эта ея энергія является подъ видомъ теплоты, а иной разъ—подъ видомъ звука; а то и подъ видомъ свѣта, а то и электричества, магнитнаго дѣйствія, то и иначе какъ. Всѣ эти виды энергіи могутъ переходить одинъ въ другой. И постоянно переходятъ.

Но что это значить? Это значить, что движеніе одного какого нибудь вида переходитъ, превращается въ движеніе другого вида, и волны одного сорта—въ волны другого сорта. Такъ, напримѣръ, движеніе пули или молота переходитъ въ теплоту, если ихъ внезапно остановить. Движеніе якоря въ динамомашинѣ превращается въ электричество. А электрическій токъ тоже можетъ превращаться къ теплоту. Совершаются и обратные переходы. Движеніе переходитъ отъ большихъ предметовъ къ ихъ частицамъ, молекуламъ, и къ ихъ атомамъ и электронамъ и міровому эѳиру. Можетъ движеніе переходить и

обратномъ порядкѣ. А переходить движеніе,—это значитъ, —переходить и энергія.

По дорогѣ всѣхъ такихъ ея превращеній могутъ совершаться съ нею и такія переменны: энергія то принимаетъ видъ запасной, то проявляется снова, то опять переходитъ въ запасъ. Такъ бываетъ съ энергіей и молекулъ, и атомовъ, и электроновъ, и мірового ээира.

И всѣ такіе переходы всегда и всюду происходятъ въ родѣ какъ по правилу: больше стало энергіи запасной, меньше осталось энергіи дѣйствующей. И обратно: насколько больше той,—настолько же меньше этой.

Но не пропадаетъ ли при всѣхъ превращеніяхъ хоть какая нибудь доля энергіи?

Никакая доля ея не пропадаетъ. Нигдѣ и никогда.

Энергія, то есть работоспособность природы, не можетъ ни уменьшаться ни уничтожаться. Она не появляется „изъ ничего“ и не можетъ превращаться въ „ничто“. Энергія природы всегда была, есть и всегда будетъ. И всегда въ томъ же самомъ количествѣ, какъ теперь.

По крайней мѣрѣ такъ всегда было и есть во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, какіе наблюдались и наблюдаются на землѣ.

А такъ ли это во всей Вселенной?

Быть можетъ, такъ, а, можетъ быть, и не такъ.

Вѣдь всей Вселенной мы еще не знаемъ. И всѣ ея свойства намъ тоже еще не извѣстны. Когда ихъ узнаемъ, тогда и о нихъ подумаемъ.

Но вотъ еще одинъ важный вопросъ, о которомъ необходимо подумать. Энергія природы постоянно мѣняетъ свой видъ и постоянно превращается. А въ какую же сторону клонятся всѣ ея превращенія?

Въ сторону теплоты.

При всякихъ превращеніяхъ всякой энергіи всегда бываетъ такъ: хоть какая нибудь доля ея превращается въ теплоту, а теплота расходуется во всѣ стороны. Теплота всегда уходитъ изъ вещества болѣе нагрѣтаго къ ве-

ществу, нагрѣтому менѣе. Теплота въ родѣ какъ утекаетъ въ сторону холода, —туда, гдѣ ея хоть немногимъ менѣе. А оттуда теплота утекаетъ по тому же правилу. И такъ до тѣхъ поръ, пока не попадаетъ туда, гдѣ ея менѣе всего.

Но гдѣ же такое мѣсто, въ которомъ всего менѣе теплоты? Иначе говоря, такое мѣсто, гдѣ постоянно стоитъ страшный холодъ.

Такое мѣсто—у насъ надъ головой,—въ глубинахъ неба.

Тамъ, наверху, между небесными свѣтилами, постоянно стоитъ вѣчный холодъ. И чѣмъ ближе къ нему, тѣмъ становится холоднѣй. Поэтому на высокихъ горахъ всегда холоднѣй, чѣмъ внизу. А если взлѣзть на воздушномъ шарѣ еще выше, —тамъ будетъ еще холоднѣй. Въ вѣчномъ пространствѣ постоянно стоитъ холодъ не менѣе, чѣмъ въ 250 градусоѡвъ. Такого холода никогда еще не бывало на землѣ. Поэтому теплота земли и утекаетъ постоянно въ эту сторону—въ небо: мировой эфиръ уноситъ да уноситъ отъ насъ эту земную теплоту своими волнами. И теплота эта растекается во все стороны Вселенной. И будетъ растекаться до тѣхъ поръ, пока теплота земли не сравняется съ теплотой небесныхъ глубинъ.

Настанутъ когда нибудь времена, когда Земля совершенно остынетъ. Луна, на примѣръ, уже очень сильно остыла. Когда нибудь случится то же самое и съ солнцемъ и со звѣздами: вся теплота ихъ тоже уйдетъ въ холодныя глубины мирового пространства, —въ мировой эфиръ. И тогда все эти небесныя свѣтила изъ горячихъ сдѣлаются холодными и погаснутъ.

Но неужели все это случится и со всею Вселенной?

Нѣтъ, одно дѣло—тѣ свѣтила, какія мы видимъ, и совсемъ другое дѣло—вся Вселенная. Всей Вселенной мы все таки вѣдь не знаемъ. Вся Вселенная вѣдь гораздо больше того, что мы видимъ и знаемъ и знать можемъ.



Вся наша видимая Вселенная—въ родѣ какъ атомъ сравнительно со всѣмъ остальнымъ мірозданіемъ. По одному этому атому еще нельзя судить обо всемъ остальномъ.

И какъ знать? Быть можетъ, тамъ то и есть дѣйствительно какія нибудь силы природы, которыя спасутъ отъ гибели и нашу Вселенную.<sup>1</sup> О нихъ разсказано въ книжкахъ „Начало всѣхъ началъ“ и „Что есть на небѣ“.

---

<sup>1</sup> См. О. Хвольсонъ. Сохраненіе и разсѣяніе энергіи. СПБ. 1913 г.

---

## Оглавленіе.

### ГЛАВА I

#### Машины работаютъ.

Во дворцѣ машинъ . . . . .	
Машины сотрудничаютъ съ машинами . . . . .	
Удивительныя превращенія . . . . .	
Откуда берется сила . . . . .	1
Природа обладаетъ работоспособностью, иначе говоря, — энергіей. Что такое энергія? . . . . .	1

### ГЛАВА II

#### Что такое теплота и какъ и во что она превращается

Какъ добывать теплоту безъ помощи огня? . . . . .	14
Теплота есть невидимое внутреннее движеніе частицъ вещества . . . . .	16
Теплота—одинъ изъ видовъ энергіи. Энергія вещества даетъ себя знать и проявляется на множество ладовъ . . . . .	23
Вещества твердыя, жидкія и газообразныя и теплота	25
Лучи теплоты . . . . .	29
Тепловая энергія повсюду и можетъ превращаться въ другіе виды энергіи, на примѣръ,—движеніе въ теплоту . . . . .	31

### ГЛАВА III

#### Энергія въ природѣ и главныя правила ея превращенія.

Энергія одного вида переходитъ въ энергію другого вида не кое какъ. Въ основѣ этого ея перехода лежитъ мѣра и число . . . . .	35
Какъ измѣрить какую-либо работу и количество энергіи, затрачиваемой на нее. . . . .	40
Теплота, то-есть невидимое движеніе молекулъ, можетъ въ свою очередь превращаться въ движеніе видимое . . . . .	43
Никакое движеніе не можетъ само собою ни начаться, ни кончиться. . . . .	46
Никакое движеніе не можетъ измѣниться само собой . . . . .	49
Помѣхи для движенія и имѣются, а движеніе все таки не можетъ прекратиться никогда. . . . .	51
Энергія запасная и энергія дѣйствующая. Онѣ могутъ превращаться одна въ другую . . . . .	57
Для перехода запасной энергіи въ дѣйствующую нужна переменная обстоятельство . . . . .	61

### ГЛАВА IV

#### Что такое звукъ.

Вскій звукъ—невидимая работа невидимыхъ и дрожащихъ частичекъ воздуха . . . . .	62
Разнымъ звукамъ соотвѣтствуютъ разныя дрожанія . . . . .	64
Звуки распространяются по воздуху въ видѣ особыхъ невидимыхъ звуковыхъ волнъ, и въ каждой такой волнѣ сгущенія воздуха чередуются съ его разжиженіемъ . . . . .	66
Звукъ, вѣтеръ и воздухъ . . . . .	76

## ГЛАВА V

### Что такое магнитизмъ ?

Магнитъ и тайна его вліянія . . . . .	
Какъ работаетъ міровой эѳиръ . . . . .	
Таинственный камень и его искусственное пригото- товленіе . . . . .	
Магнитное вліяніе вокругъ магнита. Магнитныя си- лы и магнитное поле . . . . .	
Магнитныя свойства внутри магнита . . . . .	
При помощи магнита можно дѣйствовать на міро- вой эѳиръ . . . . .	

## ГЛАВА VI

### Что такое электричество ?

Кто и какъ узналъ, что такое молнія ? . . . . .	9
Какое электричество можно добывать при помощи трѣнія одного вещества о другое? . . . . .	9
Какъ можно добывать электричество мокрымъ спо- собомъ . . . . .	9
Удивительныя и разнообразныя дѣла электричества .	9
При помощи электричества можно превращать кус- ки желѣза и стали въ магниты . . . . .	10
Ученый рабочій Михайль Фарадей . . . . .	10
При помощи магнита можно добывать электричество, да еще въ большемъ количествѣ . . . . .	10
Какимъ способомъ электричество замѣняетъ собою паровую машину? . . . . .	11
Тайна электричества . . . . .	11

## ГЛАВА VII

### Волны мірового ээира.

Что это за волны. Волны мірового ээира и волны морскія . . . . .	118
Одно дѣло передвиженіе волны, и совсемъ другое дѣло—передвиженіе колеблющихся частичекъ въ волнѣ . . . . .	119
Что значитъ длина волны? . . . . .	123
Какъ и почему волна набѣгая на волну иной разъ можетъ давать тишину . . . . .	124
Волны, которыя стоятъ на одномъ мѣстѣ . . . . .	126
Электрическія волны . . . . .	129

## ГЛАВА VIII

### Что такое свѣтъ.

Свѣтъ—это волненіе мірового ээира . . . . .	139
Какъ и почему свѣтъ, наложенный на свѣтъ, даетъ темноту? . . . . .	140
Соячія волны свѣта . . . . .	147
Тайны свѣтовыхъ волнъ разныхъ цвѣтовъ . . . . .	150
Съ какой скоростью несется свѣтовая волна? . . . . .	153
Какъ дрожить міровой ээиръ? . . . . .	158
Тайна свѣтовыхъ дрожаній міроваго ээира и какъ она раскрыта . . . . .	160
Волны мірового ээира . . . . .	168.

## ГЛАВА IX

### Двъ великія тайны природы.

- Первая тайна: одинъ и тотъ же міровой эфиръ при помощи своихъ колебаній переноситъ и свѣт-  
выя, и тепловыя, и электро-магнитныя волны . . . . . 1
- Вторая тайна: какъ переходитъ энергія одного вида  
въ энергію другого . . . . . 1

### Заключеніе.

- Чему научила эта книжка . . . . . 1



Стр.	Строка:	Написано:	Слѣдуетъ читать:
117	8 снизу	Выбросить 5 строкъ. Отъ словъ «катушки динамо-машинъ ..... до колеса огромной фабрики. Замѣнить эту фразу такъ: якоря электродвигателей между концами ихъ электромагнитовъ. Значитъ невидимые удары невидимыхъ электроновъ и катать трамвай при помощи его электродвигателей, которые помѣщаются около его колесъ.	
118	3 снизу	можетъ помѣститься	могутъ помѣститься
»	»	нѣ сколько	нѣсколько
120	1 сверху	изъ	ихъ
129	15 снизу	и скра	искра
131	6 снизу	в	в
133	12 снизу	волны	пучности
143	3 сверху	на рисунокѣ	на рисунокѣ (стр. 142)
148	5 сверху	гребень	гребни
149	8 снизу	волнъ	пучностей
149	14 снизу	мѣ стахъ	мѣстахъ
152	3 снизу	16	6
152	7 снизу	милліонная	тысячная
159	3 сверху	151	152—153.
167	2 снизу	перевигаются	передвигаются
172	8 сверху	143	152—153.
175	7 сверху	116	53.
178	13 снизу	Это можно видѣть съ помощью того-же прибора, который изображенъ на той же страницѣ.	Эту фразу выбросить.

