

T $\frac{94}{33}$
1889

М 2,037

~~2~~ Т 94
33

54/650

ОТЧЕТЪ

О СОСТОЯНІИ И ДѢЯТЕЛЬНОСТИ

ИМПЕРАТОРСКАГО С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО УНИВЕРСИТЕТА

ЗА 1889 ГОДЪ,

составленный и читанный на годичномъ актѣ 8 февраля 1890 года

Ордин. профессор.

П. В. Никитинымъ.

Съ приложеніемъ рѣчи э.-ординарнаго профессора

И. И. Боргмана.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типо-литографія А. М. Вольфа, Большая Итальянская, д. 2.

1890.

Т⁹⁴/₃₃ № 12034

54/650

О Т Ч Е Т Ъ

О СОСТОЯНІИ И ДѢЯТЕЛЬНОСТИ

ИМПЕРАТОРСКАГО С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО УНИВЕРСИТЕТА

ЗА **1889** ГОДЪ,

составленный и читанный на годичномъ актѣ 8 февраля 1890 года

Ордин. профессор.

П. В. Никитинымъ.

Съ приложеніемъ рѣчи э.-ординарнаго профессора

И. И. Боргмана.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типо-литографія А. М. Вольфа, Большая Итальянская, д. 2.

1890.

Печатано по опредѣленію совѣта с.-петербургскаго университета.

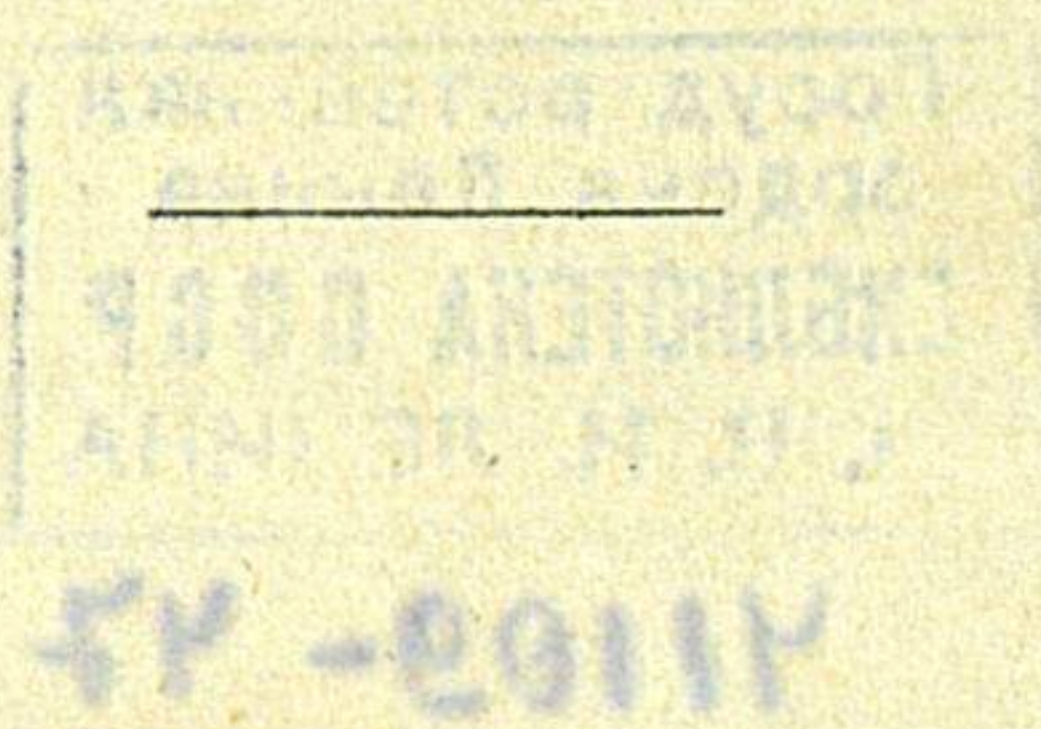


2007099620

ОГЛАВЛЕНІЕ.

СТР.

1. Отчетъ о состояніи и дѣятельности Императорскаго С.-Петербургскаго университета за 1889 годъ, составленный и читанный на годичномъ актѣ 8-го февраля 1889 года ординарнымъ профессоромъ **П. В. Никитинымъ** . . . 1—100
2. Рѣчь э.-ординарнаго профессора **И. И. Боргмана**. . . 101—124
3. Записка о наградахъ студентовъ С.-Петербургскаго университета медалями въ 1889 году 125—161



Государственная
ордена Ленина
Библиотека СССР
им. В. И. Ленина

41109-47

СОВРЕМЕННЫЯ ВОЗЗРѢНІЯ НА ФИЗИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ

РѢЧЬ

ПРОИЗНЕСЕННАЯ НА АКТѢ

С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО УНИВЕРСИТЕТА

8-го Февраля 1890 года

Экстраординарн. Профес. И. И. БОРГМАНОМЪ.

М. Г.

Драгоцѣнный обычай нашего университета въ торжественный день акта дѣлится съ образованнымъ обществомъ новыми научными пріобрѣтеніями предоставляет на этотъ разъ честь занять вниманіе почтеннаго собранія мнѣ, занимающемуся физикой. Въ сжатомъ очеркѣ, вкратцѣ, нѣтъ возможности изобразить тотъ быстрый ростъ, какой, благодаря дружнымъ усиліямъ европейскихъ и американскихъ ученыхъ, въ послѣднее время получила эта наука, представляющая собою основаніе для всей философіи природы, прочный фундаментъ всѣхъ нашихъ знаній объ неорганическомъ и органическомъ мірѣ. Приходится ограничиваться поэтому болѣе скромной задачей, приходится выбрать наиболѣе существенное, главное. А теперь мы переживаемъ время, когда радикально мѣняются взгляды на цѣлый, обширный классъ физическихъ явленій. И всякій физикъ, поэтому, прежде всего невольно долженъ коснуться этого переворота. На только-что бывшемъ у насъ съѣздѣ натуралистовъ и врачей проф. А. Г. Столѣтовъ произнесъ блестящую рѣчь по поводу этого переворота въ ученіи объ электричествѣ. Мнѣ, выступающему на кафедре позже, приходится уже повторять сказанное другими. Но, я думаю, что вы не посѣтуете на меня за это повтореніе. Слишкомъ ужъ важенъ сдѣланный шагъ въ нашей наукѣ. Все другое пред-

ставляется второстепеннаго значенія и мысль по необходимости останавливается на этомъ крупномъ событіи. Въ виду этого я рѣшаюсь по возможности кратко изложить здѣсь общее воззрѣніе на физическія явленія, господствующее въ настоящее время въ наукѣ, и въ частности то измѣненіе во взглядахъ на электрическія дѣйствія, какое вызвано недавними изслѣдованіями.

Звукъ, теплота, свѣтъ, электричество, магнитизмъ и весьма возможно, что и тяжесть и вообще матеріальное притяженіе суть только различныя проявленія одного и того-же начала, только различныя формы движенія извѣстной намъ матеріи или неосвязаемаго, но несомнѣнно существующаго въ природѣ, ээира, тоже матеріи лишь съ иными свойствами, чѣмъ обыкновенная—вотъ формула современной философіи природы. Эта формула поражаетъ своею простотою и вмѣстѣ съ тѣмъ даетъ возможность вывода замѣчательныхъ и важныхъ слѣдствій. Если всѣ разнообразныя силы природы имѣютъ одинъ и тотъ-же общій характеръ происхожденія, онѣ способны при выполненіи извѣстныхъ условій переходить одна въ другую, въ состояніи, такъ сказать, подвергаться метаморфозѣ. Таково слѣдствіе, прямо вытекающее изъ приведенной формулы. И мы видимъ, что наблюденія надъ явленіями природы все болѣе и болѣе оправдываютъ этотъ выводъ, а слѣдовательно все болѣе и болѣе укрѣпляютъ достовѣрность признаваемаго нами основнаго принципа. Невольно хочется вѣрить, что недалеко время, когда и въ другой наукѣ близко родственной физикѣ, въ химіи, будетъ доказана подобная же формула, будетъ признана общность происхожденія различныхъ веществъ отъ одной первичной матеріи и тѣмъ устранена необходимость допущенія чуть ли не сотни такъ называемыхъ элементовъ, абсолютно неспособныхъ перерождаться другъ въ друга! Методы физики, несомнѣнно, много помогутъ химіи въ изслѣдованіяхъ этого рода и, быть можетъ, уже и въ настоящее время имѣются нѣкоторыя данныя, позволяющія ожидать рѣшенія именно въ смыслѣ сложности, признаваемыхъ нынѣ простыми, химическихъ элементовъ и происхожденія всѣхъ ихъ путемъ эволюціи отъ одной первобытной матеріи—*протила*, какъ называетъ ее извѣстный англійскій физико-химикъ проф. Круксъ. Нельзя не замѣтить, что идея сложности и общности происхожденія химическихъ элементовъ особенно свойственна физикамъ. Еще геніальный Фарадей говорилъ: „открыть новый элементъ—пре-

„красное дѣло, но сумѣть разложить элементъ и сказать намъ
 „изъ чего онъ сдѣланъ—вотъ это было бы дѣйствительное от-
 „крытіе, надъ которымъ стоило бы потрудиться. Было время,
 „когда желали прибавить къ списку металловъ, теперь мы хо-
 „тѣли бы уменьшить число ихъ. Разлагать металлы, передѣлы-
 „вать ихъ, измѣнять одинъ въ другой и осуществить нѣкогда
 „считавшуюся абсурдомъ мысль о превращеніи—вотъ задачи,
 „представляющіяся нынѣ химику“ *). И въ Англіи такіе ученые,
 какъ Локьеръ, Круксъ, Стоксъ сторонники этой доктрины.
 Въ настоящее время и въ Германіи являются работы, преслѣ-
 дующія ту же цѣль.

Немного десятковъ лѣтъ тому назадъ, въ первой четверти
 нынѣшняго столѣтія, еще былъ совершенно иной взглядъ на
 явленія природы. Въ то время царствовала идея обособлен-
 ности cadaго явленія. Въ фѣзикѣ—теплота, свѣтъ, электри-
 чество, магнетизмъ приписывались особымъ жидкостямъ, вполне
 отличнымъ другъ отъ друга, вполне отличнымъ отъ обыкно-
 веннаго вещества и своими, такъ сказать, *прирожденными* свой-
 ствами вызывающимъ въ матеріальныхъ тѣлахъ тѣ или другія
 явленія. Только звукъ съ самыхъ отдаленныхъ временъ всѣми
 приписывался колебаніямъ, возбуждающимся въ воздухѣ отъ
 особыхъ сотрясеній, дрожаній звучащаго предмета.—Первый
 безсмертный Френель своею изящною и въ то-же время под-
 крѣпленною многими доказательными опытами волнообразною
 теоріею свѣта внесъ въ науку совсѣмъ иное воззрѣніе, совсѣмъ
 инныя идеи. И хотя и до него дѣлались попытки свести явленія
 свѣта на распространеніе въ пространствѣ особыхъ колебаній,
 но ни одна изъ такихъ попытокъ не въ состояніи была даже
 слегка поколебать, казавшееся всѣмъ вполне прочнымъ и строй-
 нымъ, ученіе о свѣтѣ, какъ истеченіи свѣтовой матеріи, ученіе,
 на созданіе котораго не мало положилъ труда геній Ньютона.
 Работы Френеля однако заставили оставить это ученіе. Воз-
 бужденіе свѣта, по теоріи Френеля, представилось возникно-
 веніемъ въ средѣ эѣира особыхъ колебаній, весьма большой
 быстроты, а распространеніе свѣта—передачею такихъ коле-
 баній, совершающихся перпендикулярно направленію свѣто-
 ваго луча, отъ слоя къ слою со скоростью около 300,000 кило-
 метровъ въ 1".

Нѣсколько ранѣе Френеля, въ самомъ концѣ прошлаго сто-

*) О происхожденіи химическихъ элементовъ. В. Круксъ. 1886. р. 3.

лѣтія (въ 1798 г.), англійскій ученый графъ Румфордъ заронилъ сомнѣніе въ правильности представленія причины теплоты въ тѣлѣ, какъ нахожденія въ немъ особой жидкости, такъ называемаго теплорода. Путемъ собственныхъ опытовъ онъ показалъ невозможность дававшася въ то время объясненія нагрѣванія при механическихъ процессахъ, при треніи другъ о друга какихъ либо тѣлъ и, правда, только въ общей формѣ высказалъ мнѣніе о движеніи частичекъ тѣла, какъ возможной причинѣ теплоты въ немъ. Такимъ образомъ вновь явилась идея о теплотѣ, какъ движеніи, идея встрѣчающаяся еще у древнихъ греческихъ философовъ, конечно въ вполнѣ неясномъ видѣ, по которой одна изъ стихій „огонь“ разсматривалась какъ особое движеніе. Но понадобилось пройти еще болѣе сорока лѣтъ, пока наконецъ мысль, высказанная Румфордомъ, развилась въ строгую теорію. Труды недавно умершаго Джоуля, его замѣчательные опыты, послужили главнѣйшимъ основаніемъ теоріи тепла, какъ движенія частицъ матеріи. Джоуль первый своими остроумными и разнообразными опытами установилъ тѣсную связь между механическими процессами, совершающимися надъ какимъ-либо тѣломъ и тѣми тепловыми эффектами, какіе получаются при этомъ въ немъ. Чѣмъ бы и какъ не производилась работа, каковы бы ни были по характеру силы, на преодоленіе которыхъ затрачивалась она, опредѣленной величинѣ этой работы всегда соотвѣтствуетъ вполнѣ опредѣленное количество являющейся при этомъ теплоты. Вотъ положеніе, къ которому пришелъ Джоуль.—Тепло такимъ образомъ не представляетъ изъ себя чего либо не созидающагося, и равнымъ образомъ не является вѣчнымъ, неуничтожающимся. Количество тепла въ тѣлѣ безъ всякаго внѣшняго нагрѣванія или охлажденія можетъ увеличиваться или уменьшаться, но это измѣненіе содержащагося въ тѣлѣ тепла всегда эквивалентно работѣ совершенной надъ тѣломъ или обратно полученной отъ него. Теплота не имѣетъ слѣдовательно характера вещества, она должна представлять собою одинъ изъ видовъ энергіи и очевидно по всему, что показываютъ намъ тепловые явленія, эта энергія есть энергія движенія. И такъ пришлось оставить ученіе о теплородной жидкости, невидимымъ движеніямъ частицъ матеріи надо было приписать причину всѣхъ явленій въ тѣлѣ, явленій, называемыхъ нами тепловыми. Велика заслуга Джемса Джоуля въ исторіи науки! Установленіе эквивалентности между механическою работою и теп-

лотой, и доказанная зависимость между электрическимъ процессомъ, токомъ, и получающимся при этомъ нагрѣваніемъ проводниковъ дало возможность Гельмгольтцу въ его замѣчательномъ мемуарѣ „Ueber die Erhaltung der Kraft“ со всею математическою строгостью провести принципъ сохраненія энергіи, являющійся нынѣ вмѣстѣ съ принципомъ неуничтожаемости матеріи основнымъ базисомъ современной філософіи природы. Матерія и энергія—это два начала всего фізическаго міра. Въ отдѣльности ни одно изъ этихъ началъ по сущности однако не доступно нашему сознанію, только совокупностью своею, своими измѣненіями, они становятся намъ извѣстными.

И такъ, благодаря работамъ Френеля, Юнга, Джоуля забыты были свѣтовая и тепловая жидкости. Свѣтъ и тепло въ тѣлѣ стали рассматриваться какъ результаты движенія, какъ энергіи движенія эѳира и матеріальныхъ частичекъ.—Изученіе распространенія тепла въ видѣ лучей показало, что явленіе это совершается по законамъ вполне тождественнымъ съ законами распространенія свѣта, что наконецъ оба класса лучей: и свѣта, и тепла—въ сущности вполне схожія явленія, тѣ и другіе лучи представляютъ образованіе поперечныхъ колебаній въ эѳирѣ. Все различіе въ этихъ лучахъ не *качественное*, а только *количественное*. Подобно тому, какъ различной высоты музыкальные звуки обязаны неодинаковой быстротѣ дрожаній звучащаго тѣла, подобно тому, какъ различнаго цвѣта свѣтовые лучи зависятъ отъ различія во временахъ колебаній эѳира, такъ и все отличіе тепловыхъ лучей, не дѣйствующихъ на нашъ органъ зрѣнія, отъ лучей свѣтовыхъ, т. е. возбуждающихъ въ немъ особое свѣтовое ощущеніе, является лишь результатомъ разницы въ числѣ колебаній эѳира въ теченіе одной секунды въ обоихъ этихъ случаяхъ. Если такихъ колебаній эѳира въ продолженіе 1" происходитъ менѣе 392 билліоновъ, эти колебанія не раздражаютъ человѣческаго глаза. Глазъ является слѣпымъ для лучей съ такимъ числомъ колебаній эѳира; лучи, имъ соотвѣтствующіе, дѣйствуютъ только тепловымъ образомъ. Лучи съ меньшею продолжительностью колебаній вмѣстѣ съ тепловыми эфектами уже вліяютъ и на нашъ глазъ, вызывая то или другое цвѣтовое впечатлѣніе. Но при возрастаніи числа колебаній эѳира до 757 билліоновъ въ секунду снова прекращается дѣйствіе на зрительные нервы. Такія и еще болѣе быстрыя колебанія эѳира оказываютъ главнымъ образомъ химическія дѣйствія, заставляя распадаться

химически сложные молекулы на составныя части, тепловое ихъ дѣйствіе также можетъ быть замѣчено, но оно сравнительно слабо. Для человѣка распространеніе въ пространствѣ подобныхъ колебаній представляется невидимымъ. Мы называемъ эти лучи, какъ и лучи тепловые, темными и въ виду ихъ особенныхъ качествъ химическими. Но не слѣдуетъ считать, что только эти лучи обладаютъ химическими дѣйствіями. И свѣтовые и темные тепловые лучи точно также вліяютъ на химическое распаденіе. Разница заключается лишь въ интенсивности этого вліянія, что вполне обуславливается неодинаковостью поглощенія лучей сложными тѣлами. По закону сохранения энергіи химическая работа можетъ быть произведена лишь только тогда, когда эквивалентная энергія эфирныхъ колебаній исчезаетъ, т. е. когда соотвѣтствующіе лучи будутъ поглощены тѣломъ.

И такъ, тепловые, свѣтовые и химическіе лучи, независимо отъ нашего субъективнаго представленія, по существу своему составляютъ только разновидность одного и того-же явленія, движенія, колебанія эѳира и составляютъ непосредственный результатъ движенія, колебанія частичекъ тѣла, испускающаго эти лучи.

Новое воззрѣніе на тепло, очевидно, повлекло за собой измѣненіе взгляда и на внутреннее строеніе физическихъ тѣлъ. вмѣсто покоя частицъ и атомовъ въ тѣлѣ явилась необходимость принятія постояннаго, непрерывнаго движенія ихъ. Вѣдь каждое тѣло обладаетъ теплотой. Какъ бы ни казалось тѣло холоднымъ для насъ, оно тѣмъ не менѣе въ состояніи нагрѣть другое еще болѣе холодное тѣло. А слѣдовательно въ каждомъ тѣлѣ частицы должны пребывать въ движеніи. Только въ тѣлѣ абсолютно лишенномъ теплоты эти частицы могутъ оставаться въ покой. Но врядъ-ли когда удастся достигнуть такого состоянія тѣла. Лучше сказать, приведеніе въ абсолютный покой частицъ тѣла нарушитъ всякую связь между этимъ тѣломъ и нашимъ сознаніемъ. Тѣло перестанетъ существовать для насъ, ни одинъ изъ органовъ чувствъ нашихъ не въ состояніи будетъ получать раздраженіе отъ тѣла въ такомъ состояніи. Такимъ-то образомъ вмѣстѣ съ теоріей тепла какъ движенія, возникла кинетическая теорія строенія тѣлъ, теорія уже давшая въ примѣненіи къ газообразному состоянію цѣлый рядъ въ высшей степени важныхъ и интересныхъ заключеній. Всѣ основныя законы газовъ выведены какъ необходимыя слѣдствія са-

мага простаго представленія о строеніи ихъ. Газъ состоитъ изъ отдѣльныхъ частичекъ, носящихся съ большою, при томъ вполнѣ извѣстною, быстротою по всевозможнымъ направленіямъ, очень часто сталкивающимся между собою и весьма слабо вліяющихъ, помимо этихъ столкновеній, другъ на друга. Частички эти, составленныя изъ атомовъ, болѣе мелкихъ подраздѣленій матеріи, при движеніи по прямымъ направленіямъ еще вращаются, а кромѣ того и атомы въ нихъ не остаются въ покоѣ. Они колеблются, вращаются, однимъ словомъ могутъ имѣть всевозможныя, самыя сложныя, формы движенія съ однимъ лишь условіемъ, что при своемъ движеніи остаются все таки вмѣстѣ, не отдѣляются одинъ отъ другаго, сохраняя тѣмъ самымъ цѣлость молекулы. Впрочемъ при столкновеніи частицъ возможенъ обмѣнъ атомовъ въ нихъ. Атомы одной частицы могутъ перейти въ другую и обратно изъ этой послѣдней атомы могутъ передаться первой. При увеличеніи интензивности движенія какъ самихъ частицъ тѣла, такъ и атомовъ въ нихъ, что является результатомъ нагрѣванія газа, можетъ произойти раздѣленіе атомовъ, распаденіе молекулъ на составныя части, т. е. образованіе явленія диссоціаціи тѣла. Вотъ сущность современнаго воззрѣнія на природу газообразнаго состоянія. Теорія жидкости и твердаго тѣла не на столько еще развита, какъ теорія газа. Теорія жидкости, можно сказать, создается въ настоящее время. Она во многомъ схожа съ теоріей газа и при настоящемъ своемъ состояніи уже много полезнаго дала наукѣ, конечно еще большее дастъ впереди. Въ жидкости, какъ и въ газѣ нужно признать движеніе атомовъ въ частицахъ и движеніе самихъ частицъ. Но это послѣднее должно нѣсколько отличаться отъ движенія частичекъ газообразнаго тѣла, впрочемъ это отличіе скорѣе количественное, чѣмъ качественное. Я не пытаюсь однако излагать сущность теоріи жидкости, все болѣе и болѣе упрочивающей въ наукѣ свое положеніе. Такое изложеніе потребовало бы не мало времени.

Выдѣлимъ мысленно въ какомъ нибудь тѣлѣ весьма малую часть его объема. Строеніе и состояніе внутренности этого объема въ нашемъ представленіи является во многомъ подобнымъ тому, что принимаемъ мы на основаніи многочисленныхъ и достовѣрныхъ наблюденій относительно совокупности небесныхъ тѣлъ, составляющихъ нашу солнечную систему. Во вселенной безъ сомнѣнія существуетъ множество системъ на по-

добіе нашей солнечной. Сблизимъ въ нашемъ воображеніи эти системы, предоставимъ еще большую свободу движенія отдѣльнымъ частямъ ихъ и отъ существующихъ громаднхъ размѣровъ перейдемъ къ другому предѣлу къ размѣрамъ весьма малымъ, и мы получимъ весьма близко то, что принимается нынѣ въ наукѣ въ отношеніи строенія какого либо физическаго тѣла. Такимъ образомъ строеніе вселенной и съ другой стороны безконечно малой части ея, какого нибудь тѣла, по существу своему являются подобными. Астрономія и химія, двѣ столь повидимому отличныя науки, въ дѣйствительности имѣютъ много точекъ соприкосновенія. Эту мысль строго, высоконаучно развилъ нашъ знаменитый ученый Д. И. Менделѣевъ въ своемъ замѣчательномъ чтеніи въ Лондонскомъ Королевскомъ Институтѣ 19 мая 1889 года. „Невидимый міръ химическихъ измѣненій, говоритъ Д. И., совершенно сходенъ съ видимымъ міромъ небесныхъ тѣлъ, потому что наши атомы такіе-же индивидуумы невидимаго міра, какъ планеты, спутники и кометы астрономовъ, а наши частицы сходны съ такими системами, какъ солнечная или какъ системы двойныхъ или отдѣльныхъ звѣздъ“. Въ этомъ чтеніи Д. И. показалъ и возможность примѣненія къ химіи одного изъ началъ Ньютоновой динамики („дѣйствіе всегда сопровождается противодѣйствіемъ и равно ему“), и такимъ образомъ открылъ новый, многообѣщающій путь для теоретическихъ изслѣдованій.

И такъ въ воззрѣніяхъ на строеніе вселенной и всѣхъ тѣлъ ее наполняющихъ, а также на сущность явленій звука, свѣта и тепла устанавливается гармонія, получается въ общемъ вполне цѣльное представленіе, логически, послѣдовательно связанное въ своихъ частяхъ. Одинъ только классъ явленій долгое время не укладывался въ рамки такой картины и для своего объясненія требовалъ иного, новаго начала. Только явленія электрическія и родственныя имъ магнитныя приписывались и даже до сихъ поръ приписываются совсѣмъ другой причинѣ. Въ половинѣ прошлаго столѣтія, согласно съ общимъ направленіемъ тогдашней философіи природы, явилось, всѣмъ безъ сомнѣнія извѣстное, ученіе, по которому электрическія и магнитныя явленія рассматривались какъ слѣдствія свойствъ особыхъ жидкостей, электрическихъ и магнитныхъ, дѣйствующихъ притягательно или отталкивательно другъ на друга на разстояніи и въ то-же время не подчиняющихся притяженію земли, т. е. невѣсомыхъ. Въ 1785 году былъ

установленъ Кулономъ количественный законъ, управляющій такимъ взаимодействіемъ этихъ жидкостей, по формѣ вполне аналогичный закону всемірнаго тяготѣнія, данному Ньютономъ. Простота этого закона, и, главное, аналогія его съ закономъ Ньютона дали возможность созданія строгой и изящной въ математическомъ отношеніи теоріи электростатики и магнетизма, на развитіе которой приложили свои старанія лучшіе математики первой четверти нынѣшняго столѣтія. Открытіе Вольта явленій такъ называемаго гальваническаго тока (пора бы и намъ по примѣру англичанъ почитать память Вольта и называть эти явленія—вольтаическими) не измѣнило взгляда на природу электричества. По прежнему электрическій токъ принимался за теченіе электрическихъ жидкостей. Точно также и дальнѣйшія открытія въ этой области, вліяніе тока на магнитную стрѣлку, намагничиваніе имъ желѣза, и, наконецъ, непосредственное механическое дѣйствіе одного тока на другой, не повліяли какъ на основное представленіе о сущности тока и магнетизма, такъ равнымъ образомъ и на представленіе самого механизма внѣшнихъ дѣйствій. Эти дѣйствія принимались проявляющимися на разстояніи безъ всякаго участія среды, отдѣляющей собою вліяющія другъ на друга тѣла. Однимъ словомъ идея, положенная Ньютономъ въ основу теоріи всемірнаго тяготѣнія, оставалась руководящею и въ ученіи объ электрическихъ и магнитныхъ дѣйствіяхъ. Только геніальный Фарадей въ 30-хъ годахъ пошелъ въ разрѣзъ съ установившимся теченіемъ и, оставляя безъ разсмотрѣнія вопросъ о сущности электричества и магнетизма, въ отношеніи процесса передачи внѣшнихъ дѣйствій ихъ, высказалъ вполне инныя мысли. Притяженіе и отталкиваніе наэлектризованныхъ тѣлъ, электризація чрезъ вліяніе, взаимодействіе магнитовъ и токовъ по Фарадею не представляютъ собою проявленія особыхъ свойствъ электричества и магнетизма непосредственно на разстояніи, а составляютъ только результатъ особыхъ измѣненій въ состояніи той среды, въ которой находятся эти повидимому прямо вліяющіе другъ на друга электрическіе заряды, магниты или проводники съ токами. Такъ какъ подобныя дѣйствія одинаково наблюдаются и въ пустотѣ, какъ и въ пространствѣ, заполненномъ воздухомъ или другимъ матеріальнымъ веществомъ, то въ измѣненіяхъ производимыхъ электричествомъ и магнетизмомъ въ эфирѣ Фарадей видѣлъ причину этихъ явленій. Такимъ образомъ, какъ при посредствѣ воз-

никновенія особыхъ колебаній эѳира и передачи этихъ колебаній отъ частицы къ частицѣ свѣтовой источникъ освѣщаетъ удаленный отъ него какой-либо предметъ, такъ и въ этихъ случаяхъ только при посредствѣ особыхъ возмущеній въ средѣ того-же эѳира и передачи этихъ возмущеній отъ слоя къ слою распространяются въ пространствѣ всѣ электрическія, магнитныя и электромагнитныя дѣйствія. Эта мысль преслѣдовала Фарадея во всѣхъ его экспериментальныхъ изслѣдованіяхъ, она то главнѣйшимъ образомъ и привела его къ знаменитымъ и въ высшей степени полезнымъ открытіямъ. Индукція токовъ, начало, на которомъ, какъ всѣмъ извѣстно, основано дѣйствіе всѣхъ современныхъ машинъ, дающихъ токъ, устройство телефоновъ и другихъ весьма важныхъ приборовъ, вліяніе магнетизма на свойства свѣтоваго луча, т. е. первая найденная связь между двумя столь отличными явленіями, какъ свѣтовые и магнитныя, и наконецъ общность явленій магнетизма всѣмъ тѣламъ природы—вотъ нѣкоторыя изъ открытій Фарадея, прямо вытекшія изъ его основнаго воззрѣнія на процессъ передачи электрическихъ дѣйствій и предвидѣнныя имъ еще до постановки соотвѣтствующихъ опытовъ. Не мѣсто здѣсь входить въ подробности этихъ замѣчательныхъ научныхъ приобрѣтеній. Я упомянулъ о нихъ лишь съ цѣлью показать, насколько удачна и благотворна была идея Фарадея, и какъ много способствовала она прогрессу физическихъ знаній. Невольно припоминается, что господствовавшая въ то время, да и нынѣ еще не вполне оставленная теорія внѣшнихъ дѣйствій электричества и магнетизма на разстояніи, не смотря на изящество въ математическомъ отношеніи, не предсказала ни одного явленія, которое было бы затѣмъ на основаніи такого предсказанія подтверждено на опытѣ. Всѣ важныя открытія до Фарадея скорѣе случайныя, чѣмъ вытекавшія изъ принимавшагося ученія. Нечего и говорить, что эта теорія оставляла вполне изолированными явленія электричества и магнетизма отъ остальныхъ явленій природы. Но не скоро и не легко основныя идеи Фарадея укрѣпились въ наукѣ. Напротивъ цѣлыя десятки лѣтъ, въ теченіе которыхъ найденныя имъ явленія успѣли подвергнуться самому тщательному и детальному изслѣдованію, эти идеи Фарадея либо игнорировались, либо прямо считались мало убѣдительными и не доказанными. Только въ половинѣ шестидесятыхъ годовъ, такъ рано умершій, Максвелъ явился истолкователемъ ученія Фа-

радея и своими трудами дополнилъ и развилъ его теорію, давъ ей строго математическій характеръ. Самая интересная, самая существенная часть Максвелловой теоріи это—принятіе во вниманіе продолжительности распространенія въ пространствѣ электрическихъ или, общнѣе, электромагнитныхъ дѣйствій. До Максвелла элементъ времени не входилъ въ теорію внѣшнихъ дѣйствій электричества и магнетизма. Попытки Римана и другихъ въ этомъ направленіи не имѣли какихъ-либо послѣдствій. Первый Максвеллъ показалъ возможность существованія конечной скорости, съ какою совершается при посредствѣ среды передача дѣйствій электрическаго тока или магнита. И эта скорость по Максвеллу должна равняться скорости распространенія свѣта, а слѣдовательно среда, принимающая участіе въ такой передачѣ, не можетъ быть иная, какъ тотъ-же эфиръ, который принимаемъ мы въ теоріи свѣта и лучистой теплоты. Но этого еще мало. Изслѣдуя математически явленія распространенія электромагнитныхъ дѣйствій въ какой-либо средѣ, Максвеллъ пришелъ къ полному объединенію этихъ явленій съ явленіями свѣта. Лучъ свѣта—это рядъ послѣдовательно возбуждающихся въ средѣ электрическихъ возмущеній, весьма малыхъ токовъ. Само свѣтящееся тѣло представляется какъ-бы собраніемъ огромнаго числа очень малыхъ проводниковъ, въ которыхъ быстро мѣняются по величинѣ и направленію токи. Процессъ горѣнія или свѣченія тѣла сопровождается въ каждой молекулѣ его электрическимъ процессомъ. Быстро мѣняющіеся вокругъ каждой молекулы токи производятъ соотвѣтственно быстро мѣняющіяся возмущенія въ окружающемъ эфирѣ. *Возникновеніе въ послѣдовательномъ рядѣ элементовъ среды такихъ возмущеній, электрическихъ токовъ, непременно по направленію поперечному къ этому ряду и составляетъ въ дѣйствительности распространеніе свѣтоваго луча въ пространство.* Вотъ въ краткихъ словахъ сущность, такъ называемой, электромагнитной теоріи свѣта Максвелла, являющейся, какъ уже было сказано, прямымъ слѣдствіемъ анализа ученія Фарадея. Легко видѣть, какое огромное значеніе въ наукѣ должна имѣть эта теорія, если она подтверждается фактами. Эта теорія объединяетъ два рода явленій: свѣтъ и электричество и такимъ образомъ прибавляетъ еще одно прочное звено въ общей цѣпи, связывающей всѣ разнородныя физическія явленія. Въ этой теоріи принципъ единства физическихъ силъ находитъ весьма важное подкрѣпленіе.

Восемь лѣтъ тому назадъ я имѣлъ честь въ Общемъ Собраніи Русскаго Физико-Химическаго Общества читать рѣчь, въ которой изложилъ сущность теоріи Максвелля и привелъ нѣкоторые доводы, оправдывающіе вѣроятность предположенія общности явленій свѣта и электричества, доводы чисто фактическіе и не вытекающіе только изъ анализа математическихъ выраженій, дифференціальныхъ уравненій, встрѣчающихся въ обѣихъ теоріяхъ свѣта и электричества. Я позволю себѣ и въ настоящее время указать на нѣкоторыя сближенія, какія можно сдѣлать между этими классами явленій природы, тѣмъ болѣе, что въ недавнее время прибавились новые факты, весьма цѣнные для поставленной цѣли.

Обратимъ прежде всего вниманіе на способъ образованія явленій свѣта и электрическаго тока. Могущественнымъ источникомъ тѣхъ и другихъ явленій является одно и то-же—химическая энергія. Гальваническій элементъ, батарея или аккумуляторъ даютъ токъ только благодаря химическимъ реакціямъ, происходящимъ въ нихъ. Получающаяся энергія тока какъ разъ равна потерѣ химической энергіи при такихъ реакціяхъ. И обратно вся электрическая энергія тока можетъ превратиться въ теплоту, развивающуюся въ проводникахъ, по которымъ проходитъ этотъ токъ. Эта теплота можетъ наконецъ довести проводникъ до свѣченія, чѣмъ и пользуемся мы въ настоящее время въ электрическомъ освѣщеніи. И такъ, химическая реакція, въ нѣкоторыхъ случаяхъ непосредственно производящая свѣтовое дѣйствіе, тутъ преобразуется въ свѣтъ только при посредствѣ промежуточныхъ явленій—электрическаго тока и вызываемаго имъ нагрѣванія. Но встрѣчаются случаи, гдѣ электрическій токъ непосредственно вызываетъ свѣтъ безъ соотвѣтственнаго, какъ можно было бы предполагать, повышенія температуры. Слабый свѣтъ, наблюдаемый при прохожденіи электрическаго тока чрезъ разрѣженные газы, въ такъ называемыхъ Гейсслеровыхъ трубкахъ, представляетъ именно такой случай. Какъ показываютъ изслѣдованія, температура свѣтящагося газа въ такихъ трубкахъ можетъ не достигать и 100 градусовъ. Здѣсь такимъ образомъ не можетъ быть и рѣчи о накаливаніи газа, какъ причинѣ свѣта. Такой источникъ свѣта, такъ сказать, холодный источникъ. Вспомнимъ, что существуютъ и непосредственные холодные свѣтовые источники. Свѣтящіеся жучки, попадающіеся въ лѣсахъ гнилушки, фосфоръ, фосфоресцирующія тѣла, и другіе флуоресцирующія,—

все это тѣла свѣтящіяся и въ тоже время не горячія, раскаленные, а вполне холодныя.

Подобно тому какъ непосредственно электрическій токъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ способенъ вызывать свѣщеніе, такъ и обратно свѣтъ въ свою очередь даетъ возможность получения электрическаго тока. Беккерель и впоследствии мой другъ проф. Н. Г. Егоровъ произвели обстоятельное изслѣдованіе этого явленія. Двѣ серебряныя пластинки, покрытыя іодистымъ или хлористымъ серебромъ и опущенныя въ слабую сѣрную кислоту, не даютъ въ проволоку соединяющей ихъ тока. Но, если освѣтитъ одну изъ пластинокъ, тотчасъ является въ цѣпи токъ, сила котораго увеличивается вмѣстѣ со степенью освѣщенія пластинки. Здѣсь такимъ образомъ свѣтовая энергія представляетъ первичную причину возникновенія электродвижущей силы.

Въ недавнее время открытъ цѣлый рядъ новыхъ фактовъ, по всей вѣроятности стоящихъ въ большой близости съ только что упомянутыми и съ другими, служившими предметомъ наблюденій Пачинотти и Ганкеля. Эти факты, болѣе изученные, повидимому въ состояніи будутъ выяснить еще многое, вполне пока неизвѣстное въ области электрическихъ явленій. Начало этимъ изслѣдованіямъ дало замѣчаніе талантливаго Герца о вліяніи такъ называемыхъ ультра-фіолетовыхъ лучей, т. е. лучей невидимыхъ для глаза и дѣйствующихъ по преимуществу химически, на образованіе электрической искры при разрядѣ наэлектризованныхъ тѣлъ. При освѣщеніи шариковъ, между которыми образуются искры при дѣйствіи, положимъ, обыкновенной электрической машины, свѣтомъ, содержащимъ большое количество ультра-фіолетовыхъ лучей, эти шарики могутъ быть значительно дальше раздвинуты другъ отъ друга и искры при этомъ все таки будутъ продолжать перескакивать, тогда какъ безъ такого освѣщенія искры получаются только при бѣльшей близости шариковъ, т. е. являются много короче. Вслѣдъ за этимъ открытіемъ Герца, другой ученый, Гальваксъ, нашелъ, что освѣщеніе отрицательно-наэлектризованнаго какого-либо металла сопровождается сравнительно быстрымъ исчезновеніемъ заряда съ него. Эти то замѣченные факты и заставили обратить особое вниманіе на подобныя дѣйствія свѣта. Особою тщательностью и интересомъ отличаются въ этомъ направленіи работы проф. А. Г. Столѣтова. Имъ затронута, можно сказать, цѣлая область вполне новыхъ

явленій, еще долго вѣроятно, имѣющая служить предметомъ розысканій. Проф. Столѣтовъ показалъ, что паденіе лучей вольтовой дуги на металлическую пластинку, соединенную проволокой съ отрицательнымъ полюсомъ какого-либо гальваническаго элемента, положительный полюсъ котораго соединенъ такимъ-же образомъ съ другою продырявленной металлическою пластинкою или сдѣланною изъ проволочной сѣтки и отстоящею на нѣкоторомъ разстояніи отъ первой, заставляетъ явиться въ цѣпи токъ, исчезающій тотчасъ, какъ только будетъ уничтожено освѣщеніе. Этотъ токъ такимъ образомъ существуетъ, не смотря на то, что цѣпь элемента прервана слоемъ воздуха между пластинками. Сила его увеличивается вмѣстѣ съ яркостью освѣщенія. И что особенно важно, проф. Столѣтовъ доказалъ, что это явленіе наблюдается только тогда, когда пластинка, на которую падаютъ свѣтовые лучи, обладаетъ способностью поглощенія ихъ. Нѣтъ надобности, чтобы эта пластинка была металлическая. И слой жидкости вмѣсто такой пластинки даетъ то же. Необходимо только, чтобы такой слой поглощалъ ультра-фіолетовые лучи. Употребляя двѣ пластинки изъ различныхъ металловъ, отдѣливъ ихъ другъ отъ друга слоемъ воздуха и соединивъ только проволокой, проф. Столѣтовъ при освѣщеніи одной изъ нихъ получалъ въ такой цѣпи токъ. Также, между прочимъ, имъ было обнаружено заряженіе электричествомъ и одной металлической пластинки при подобномъ-же освѣщеніи. Эти опыты особенно замѣчательны! Какъ бы не объяснились подобныя явленія, чтобы ни было причиною прохожденія тока чрезъ слой воздуха или заряженія тѣла электричествомъ, все таки начало всему представляетъ поглощеніе свѣта. Здѣсь такимъ образомъ поглощенная свѣтовая энергія такъ или иначе преобразуется въ электрическую. Правда, въ настоящее время мы не въ состояніи еще прослѣдить самый механизмъ подобнаго превращенія, оттого-то и нѣсколько взглядовъ на это явленіе. Но послѣднее вполне понятно. До сихъ поръ сущность электричества, электрическаго тока остается для насъ вполне неизвѣстнымъ. Нельзя и требовать поэтому полнаго объясненія этихъ явленій, на долю догадокъ, различныхъ предположеній остается очень многое. Мнѣ думается однако, что факты, наблюденные проф. Столѣтовымъ, связаны съ явленіями, изучавшимися Беккерелемъ и проф. Егоровымъ. И тамъ и здѣсь въ основѣ лежитъ поглощеніе активныхъ лучей, поглощеніе, осложняемое разными, быть мо-

жетъ, побочными явленіями, но въ главномъ сопровождающееся преобразованіемъ свѣтовой радіаціи или въ электричество или въ электрическое движеніе. Мы знаемъ нѣчто подобное. Явленія термо-электричества представляютъ такое-же превращеніе въ электрическую энергію теплоты. Нельзя не обратить вниманія, что токи термо-электрическіе и актино-электрическіе, какъ назвалъ проф. Столѣтовъ наблюденные имъ токи, вообще весьма малой силы. Въ природѣ такимъ образомъ съ трудомъ совершается непосредственное превращеніе тепловой и свѣтовой энергіи въ электрическую. Совсѣмъ не то по отношеніи къ преобразованію энергіи химической въ электрическую. Не есть ли это слѣдствіе весьма большой близости по существу явленій электрическаго тока и свѣтовой и тепловой радіаціи?

Остановимся нѣсколько на отношеніи различныхъ тѣлъ къ прохожденію черезъ нихъ свѣта и электрическаго тока. Мы не можемъ не замѣтить, что въ общемъ замѣчается нѣкоторая связь между свойствами тѣлъ по отношенію къ тому и другому явленію. За исключеніемъ жидкостей всѣ тѣла наиболѣе прозрачныя для свѣта являются непроводниками тока, и наоборотъ хорошіе проводники электричества не прозрачны для лучей свѣта. Кажущееся противорѣчіе этому въ жидкостяхъ въ сущности не есть противорѣчіе. Процессъ прохожденія тока чрезъ жидкость иной, чѣмъ чрезъ твердые проводники. И такъ тѣ тѣла, въ которыхъ возбужденныя падающимъ на нихъ свѣтомъ колебанія ээира свободно передаются отъ слоя къ слою, не вызывая при этомъ значительнаго усиленія въ движеніи матеріальныхъ частицъ, не производя иначе замѣтнаго повышенія температуры, т. е. тѣла прозрачныя не въ состояніи передавать отъ слоя къ слою тѣ возмущенія въ ээирѣ, какія даютъ начало току, ибо послѣднія неотъемлемо сопровождаются воздѣйствіемъ на самую матерію. Эти тѣла въ то-же время, и вѣроятно по тѣмъ-же причинамъ, плохіе проводники тепла. Но они прозрачны для электрическихъ дѣйствій, какъ для свѣтовыхъ лучей, такъ какъ эти дѣйствія въ противность самому электрическому току обязаны лишь пертурбаціямъ въ ээирѣ при незначительномъ отраженіи на свойствахъ матеріи, заполненной этимъ ээиромъ.

Возбужденіе въ какомъ либо тѣлѣ магнетизма, электрическаго тока или вообще электрическаго заряда сопровождается возбужденіемъ магнетизма или электрическаго состоянія и въ тѣлахъ окружающихъ его. Эти тѣла, до которыхъ достигла

магнитная или электрическая сила, сами по себѣ являются центрами, испускающими подобныя-же силы. Но вѣдь нѣчто подобное наблюдаемъ мы и по отношенію къ-явленіямъ свѣта. Тѣла флуоресцирующія именно и обладаютъ свойствомъ при паденіи на нихъ свѣтовыхъ лучей являться новыми самостоятельными свѣтовыми источниками. Наконецъ даже со способностью стали и немногихъ другихъ тѣлъ удерживать въ себѣ магнитное состояніе и по прекращеніи дѣйствія магнитныхъ силъ, можно сопоставить нѣчто подобное въ отношеніи свѣта въ тѣлахъ фосфоресцирующихъ. Послѣднія въ нѣкоторыхъ случаяхъ надолго послѣ прекращенія освѣщенія остаются еще способными свѣтиться. Нельзя не указать между прочимъ на одно интересное соотношеніе. Нагрѣваніе магнита, какъ всѣмъ, понятно, извѣстно, ослабляетъ интензивность намагничиванія. Точно также нагрѣваніе уничтожаетъ, загашаетъ и фосфоресценцію въ тѣлѣ.

Электрическій токъ, проходя по жидкости или вообще электролиту производитъ разложеніе этого электролита, распадненіе его молекулъ на составные атомы, при чемъ сообразно съ разложеніемъ поглощается часть электрической энергіи. Точно такъ же и свѣтъ при паденіи на многія химическія сложныя тѣла вызываетъ въ нихъ такой-же процессъ.

Обратимся теперь къ явленію распространенія свѣта, и съ другой стороны къ явленіямъ распространенія электрическихъ, магнитныхъ или, назовемъ болѣе общимъ именемъ, электромагнитныхъ дѣйствій. Лучи свѣта распространяются какъ въ прозрачныхъ срединахъ, такъ и въ пустотѣ. Въ первомъ случаѣ, если не происходитъ соотвѣтствующаго поглощенія свѣта, намъ не извѣстны пока какія либо существенныя измѣненія въ свойствахъ, претерпѣваемыя при этомъ такими срединами *). Электромагнитныя силы точно также передаются и сквозь пустоту и чрезъ прозрачныя для нихъ тѣла и, что особенно важно, какъ упомянуто было раньше, чрезъ тѣла прозрачныя для свѣта. Проникновеніе такихъ тѣлъ электрическими или электромагнитными силами не остается вполнѣ безъ вліянія на свойства ихъ. Напротивъ, мы знаемъ цѣлый рядъ измѣненій, какимъ подвергаются они. Въ нихъ возбуждаются особыя натяженія, обуславливающія собою такіа измѣненія

*) Быть можетъ впрочемъ дальнѣйшія изслѣдованія и покажутъ что нибудь въ этомъ направленіи. Это вопросъ, который можно поставить въ настоящее время и, даже какъ то чувствуется, отвѣтъ на него не будетъ отрицательный.

свойствъ тѣлъ. Это-то обстоятельство и является однимъ изъ главныхъ аргументовъ въ защиту идеи Фарадея послѣдовательной передачи электрическихъ дѣйствій отъ слоя къ слою, ученія, принимающаго въ основѣ непосредственное участіе эѳира среды въ возбужденіи чрезъ нее электромагнитныхъ вліяній. Такъ какъ матерія и эѳиръ связаны другъ съ другомъ, очевидно, что свойства эѳира не одинаковы въ различныхъ веществахъ. По этой-то причинѣ, если въ передачѣ электрическихъ дѣйствій участвуетъ эѳиръ, эти дѣйствія должны подвергаться нѣкоторымъ измѣненіямъ при замѣнѣ встрѣчающагося на пути распространенія такихъ дѣйствій одного матеріальнаго тѣла другимъ. Такимъ образомъ индивидуальность среды должна проявиться какъ въ распространеніи чрезъ нее свѣта, такъ равнымъ образомъ и въ распространеніи чрезъ нее электрическихъ или электромагнитныхъ силъ. Многіе опыты послѣдняго времени вполне подтверждаютъ такой выводъ и такимъ образомъ укрѣпляютъ правильность основнаго воззрѣнія Фарадея.

Приведенная мною въ сжатомъ очеркѣ параллель между нѣкоторыми изъ явленій свѣта и электричества указываетъ въ самомъ дѣлѣ на многія сходныя черты этихъ двухъ родовъ физическихъ явленій. Болѣе полное, болѣе тщательное, основанное на примѣненіи математическаго анализа разсмотрѣніе ихъ и дало возможность Максвеллу высказать положеніе, вполне объединяющее свѣтъ и электричество, устраняющее всякое принципиальное отличіе между ними. Разница между свѣтовыми явленіями и электрическими по существу такого-же характера, какъ между явленіями тепла и свѣта. Начало, лежащее въ основѣ тѣхъ и другихъ явленій, одно и то-же. Но такъ-ли это? Не есть ли фикція представленіе объ электрическомъ лучѣ, или, вѣрнѣе, лучѣ электрической силы? Возможно-ли предположеніе объ отраженіи, преломленіи такихъ лучей, образованіи электрическихъ волнъ, однимъ словомъ возможно-ли въ заправду приписывать электрическимъ силамъ то, что извѣстно относительно лучей свѣта? Еще недавно единственный отвѣтъ на такой вопросъ былъ тотъ, что по теоріи Максвелла это такъ. Но какъ ни важно значеніе теоріи, въ физикѣ, въ наукѣ, имѣющей главною задачею изученіе природы, на первомъ мѣстѣ все таки должны стоять факты. Только одни они остаются неопровержимыми. Самый горячій поклонникъ идей Фарадея-Максвелла, я тѣмъ не менѣе 8 лѣтъ тому

назадъ въ концѣ своей рѣчи позволилъ лишь сказать, что всего приведеннаго ранѣе „достаточно, чтобы отнести къ теоріи Максвелля не какъ къ празднои фантазіи, не какъ къ случайной аналогіи между формулами, относящимися къ двумъ вполне различнымъ явленіямъ—свѣта и электричества—но видѣть въ ней нѣчто дѣйствительно серьезное, важное, прибавляющее весьма многое къ объединенію дѣйствующихъ въ природѣ силъ, имѣющее глубокое философское значеніе при распознаваніи явленій природы“. Въ настоящее время всякое сомнѣніе въ правильности этой теоріи устраняется. Мы имѣемъ факты, вполне, наглядно доказывающіе вѣрность этой теоріи. Безъ сомнѣнія весьма многіе изъ присутствующихъ ознакомились съ рѣчью проф. А. Г. Столѣтова „Эфиръ и Электричество“, произнесенною имъ на Съѣздѣ. Въ этой рѣчи пр. Столѣтовъ въ самой изящной формѣ представилъ современный взглядъ на природу электричества а вмѣстѣ съ тѣмъ и изложилъ въ сжатомъ очеркѣ сущность недавнихъ замѣчательныхъ опытовъ проф. Герца по характеру, по простотѣ напоминающихъ лучшіе опыты Фарадея. Нѣкоторые изъ этихъ опытовъ во время Съѣзда были демонстрированы въ настоящей залѣ пр. Н. Г. Егоровымъ. Своими изслѣдованіями Герцъ фактически доказалъ существованіе лучей электрическихъ или, общнѣе, электромагнитныхъ силъ, распространеніе ихъ въ пространствѣ со скоростью одинаковою со скоростью свѣта и вообще полное подобіе такихъ лучей лучамъ свѣта. Предметъ открытій Герца собственно не новъ. Слишкомъ 20 лѣтъ тому тому назадъ все это было предсказано Максвеллемъ. Но заслуга тѣмъ не менѣе Герца огромная. Ему впервые удалось, такъ сказать, реализовать математическія формулы, впервые удалось представить несомнѣнные факты электрическихъ радіацій. То что считалось только вѣроятнымъ или возможнымъ, послѣ работъ Герца оказывается необходимо существующимъ. Вслѣдствіе слишкомъ большой важности опытовъ Герца, я рѣшаюсь еще разъ остановиться на нихъ, по крайней мѣрѣ въ сжатомъ видѣ представить основы этихъ опытовъ.

Вспомнимъ, что по теоріи Максвелля—распространеніе свѣтоваго луча есть въ сущности распространеніе послѣдовательно въ эфирѣ образующихся электрическихъ возмущеній, быстро мѣняющихся въ своемъ направленіи и перпендикулярныхъ къ лучу. Очевидно, что и непосредственное возбужденіе въ какомъ либо тѣлѣ быстро мѣняющихся по направленію электри-

ческих течений, т. е. возбужденіе переменныхъ электрическихъ токовъ весьма малой продолжительности по этой теоріи въ окружающемъ проводникъ эфиръ должно вызвать явленіе подобное тому, какое представляетъ лучъ свѣта. Но уже давно было извѣстно, что при разрядѣ какого нибудь наэлектризованнаго тѣла или даже лейденской банки являющаяся искра въ дѣйствительности представляетъ цѣлый рядъ отдѣльныхъ частныхъ искорокъ, быстро слѣдующихъ другъ за другомъ и налагающихся одна на другую. Разряжающійся проводникъ или лейденская банка при этомъ не теряютъ только присущее имъ электричество, а во время разряда нѣсколько разъ перезаряжаются противоположными электричествами. Такимъ образомъ въ проводникѣ, при посредствѣ котораго происходитъ разрядъ, образуется рядъ электрическихъ теченій попеременно то въ ту, то въ другую сторону. Такой разрядъ называется колебательнымъ. Быстрота съ какою происходитъ измѣненіе въ направленіи тока въ проводникѣ или, что тоже, съ какою происходитъ перезаряженіе самаго разряжающагося тѣла, другими словами продолжительность каждаго электрическаго колебанія напередъ можетъ быть вычислена. Теорія электричества даетъ для этого всѣ средства. Для обыкновенной лейденской банки такая продолжительность опредѣляется въ 100 и даже въ 10-тысячныхъ доляхъ секунды. Герцъ употребилъ въ дѣло два сравнительно небольшихъ размѣровъ металлическихъ листа, при посредствѣ спирали Румкорфа очень часто заряжалъ ихъ противоположными электричествами и заставлялъ ихъ разряжаться черезъ искру, образующуюся между шариками, посаженными на концы толстыхъ металлическихъ стержней, припаянныхъ къ этимъ листамъ. При всякомъ разрядѣ ихъ получается въ этихъ стержняхъ рядъ электрическихъ колебаній, осцилляцій, продолжительность которыхъ превышала немногимъ одну 100-милліонную долю секунды. Въ позднѣйшихъ своихъ опытахъ, употребляя вмѣсто листовъ со стержнями короткіе цилиндры съ шаровидными концами, Герцъ получалъ электрическія колебанія съ продолжительностью всего въ одну тысячемилліонную секунды. Такіе два листа, или два цилиндра, непрерывно разряжающіеся, являются источникомъ возбужденія въ окружающемъ эфирѣ быстро слѣдующихъ другъ за другомъ электрическихъ возмущеній переменнаго направленія. Съ точки зрѣнія Максвеллевской теоріи такой „осцилляторъ“ представляется центромъ, распространяющимъ въ про-

странствѣ лучи электромагнитной силы. Но образованіе подобныхъ лучей не будетъ сопровождаться дѣйствіемъ на глазъ человѣка. Чтобы было послѣднее, необходима значительно меньшая продолжительность каждаго колебанія, значительно большее въ секунду число перемѣнъ въ направленіи электрическихъ теченій въ осцилляторѣ. Только въ томъ случаѣ, когда это число перемѣнъ достигло-бы 392 билліоновъ—глазъ получилъ-бы впечатлѣніе отъ такихъ лучей и человѣкъ увидалъ-бы электромагнитный лучъ. Но для достиженія такой быстроты электрическихъ колебаній необходимъ осцилляторъ размѣровъ значительно меньшихъ, чѣмъ то, что еще различается въ самомъ сильномъ микроскопѣ. И такъ, для обнаруживанія лучей электромагнитной силы нужны особые средства, нуженъ, по мѣткому выраженію У. Томсона, особый электрическій глазъ. И такой „электрическій глазъ“ самымъ простымъ образомъ устроилъ Герцъ. Представимъ себѣ въ нѣкоторомъ разстояніи отъ осциллятора другой проводникъ. Очевидно, что возмущенія, производимыя осцилляторомъ въ эфирѣ отразятся на состояніи и этого проводника. Этотъ проводникъ будетъ подверженъ послѣдовательному ряду импульсовъ, стремящихся возбудить въ немъ электрическія теченія, столь же быстро мѣняющіяся въ своемъ направленіи, сколь быстро мѣняются направленія и самыхъ возмущеній въ эфирѣ, т. е. соотвѣтственно скорости электрическихъ колебаній въ осцилляторѣ. Но импульсы, послѣдовательно чередующіеся, только тогда въ состояніи способствовать другъ другу, когда они будутъ вполне ритмичны съ вызываемыми ими въ дѣйствительности электрическими движеніями въ такомъ проводникѣ. Вѣдь только толкая правильно, въ тактъ, мы въ состояніи раскачать подвѣшенный тяжелый предметъ. Только въ унисонъ настроенная струна въ состояніи придти въ замѣтное дрожаніе отъ звука, издаваемого другою струною, и такимъ образомъ явиться самостоятельнымъ звуковымъ источникомъ. Необходимо поэтому, чтобы проводникъ, воспринимающій импульсы отъ электрическихъ возмущеній въ эфирѣ, вызываемыхъ осцилляторомъ, давалъ бы возможность образованія электрическихъ колебаній вполне ритмичныхъ колебаніямъ въ осцилляторѣ. Этотъ проводникъ долженъ такъ сказать электрически-резонировать осциллятору. Какъ струна данной длины и натянутости отъ удара способна приходить только въ извѣстныя по быстротѣ дрожанія, такъ и въ каждомъ проводникѣ отъ элек-

трическаго импульса могутъ образоваться электрическія колебанія вполне опредѣленнаго періода. Согнувъ мѣдную проволоку въ кругъ или въ прямоугольникъ, оставивъ лишь маленькій просвѣтъ между концами проволоки, и давъ всему соотвѣтствующіе размѣры Герцъ получилъ, какъ онъ назвалъ, *резонаторъ* своему осциллятору. Какъ ни слабы сами по себѣ отдѣльные импульсы отъ возмущеній, происходящихъ въ эфирѣ, они однако, способствуя въ дѣйстви другъ другу, въ состояніи въ подобномъ резонаторѣ возбудить уже замѣтныя электрическія теченія, проявляющіяся въ видѣ искорки въ мѣстѣ разрыва проводника резонатора. Появленіе такихъ искорокъ (у Герца до $\frac{1}{100}$ mm длиною) является критеріемъ образованія въ проводникѣ осцилляцій, что въ свою очередь даетъ указаніе на электрическія возмущенія въ эфирѣ, прилежающемъ къ резонатору. Не мѣсто здѣсь входить въ детальное описаніе самыхъ опытовъ Герца. Постановка разнообразныхъ опытовъ, аналогичныхъ съ опытами надъ свѣтовыми лучами, уже не представляетъ трудности, разъ найдено средство возбужденія излученія электромагнитной силы и, что самое главное, открытъ пріемъ для обнаруженія подобной радіаціи. Какъ при изслѣдованіи тепловыхъ или темныхъ ультрафіолетовыхъ лучей термометръ и чувствительная фотографическая пластинка являются объектами непосредственнаго дѣйствія такихъ лучей и своими измѣненіями указываютъ на интенсивность и характеръ этихъ дѣйствій, такъ такимъ-же анализаторомъ лучей электромагнитной силы, электромагнитной радіаціи, является резонаторъ Герца. При посредствѣ этой методы наблюденія и былъ констатированъ Герцомъ цѣлый рядъ свойствъ лучей электромагнитной силы, вполне тождественныхъ со свойствами обыкновенныхъ лучей тепла и свѣта. Подобно лучамъ свѣта, лучи электромагнитной силы распространяются по прямымъ линіямъ, проникаютъ сквозь тѣла, непроводящія электричество и вполне задерживаются, какъ экранами, металлическими щитами. Они отражаются отъ металлическихъ поверхностей, образуютъ стоячія волны на подобіе звука, а слѣдовательно имѣютъ конечную скорость своего распространенія. Опредѣливъ длину такихъ стоячихъ волнъ и зная продолжительность электрическихъ колебаній въ осцилляторѣ, не трудно было опредѣлить и скорость распространенія лучей въ пространствѣ. Эта скорость, какъ вывелъ и Максвеллъ, оказалась равною скорости свѣта, т. е. около 300000 километровъ въ 1". Лучи электро-

магнитной силы преломляются, концентрируются въ фокусѣ при посредствѣ соотвѣтствующихъ зеркалъ и чечевицъ и наконецъ, что особенно существенно, указываютъ свойства поляризаціи, т. е. обнаруживаютъ поперечность возмущеній эѳира.

Такимъ образомъ, какъ нагрѣтое или свѣтящееся тѣло излучаетъ въ окружающее пространство энергію, разсѣивающуюся въ немъ при посредствѣ лучей въ видѣ тепла или свѣта, такъ и осцилляторъ излучаетъ энергію, при посредствѣ лучей передающуюся всему тому, что въ состояніи поглотить эту энергію, преобразовывая ее въ иную форму, доступную для нашихъ органовъ чувствъ. Эти лучи, разсѣивающіе электромагнитную энергію въ пространствѣ, по качеству вполне подобны обыкновеннымъ лучамъ тепла или свѣта. Ихъ отличіе отъ послѣднихъ заключается лишь въ длинахъ соотвѣтствующихъ волнъ. Эти волны значительно длиннѣе, чѣмъ волны свѣтовыя. И такъ, излученіе электромагнитной энергіи и излученіе тепла и свѣта объективно процессы подобные. Состояніе среды, служащей посредникомъ въ явленіи излученія этихъ энергій, должно быть вполне сходно въ этихъ трехъ случаяхъ.

Предположеніе Френеля возникновенія поперечныхъ колебаній частицъ эѳира вполне достаточно, какъ мы знаемъ, для объясненія всѣхъ явленій свѣта. Но такое предположеніе еще недостаточно для объясненія того, въ чемъ проявляется энергія электромагнитная. Только дальнѣйшія разысканія могутъ указать намъ истинныя измѣненія въ состояніи эѳира при этомъ и такимъ образомъ явно опредѣляютъ характеръ самихъ возмущеній при возбужденіи въ эѳирѣ радіацій, дающихъ, все равно, свѣтъ, тепло или электромагнитныя дѣйствія. Въ этомъ между прочимъ особенность теоріи Максвелля сравнительно съ теоріей Френеля. Послѣдняя въ основѣ требуетъ допущенія извѣстныхъ перемѣщеній частицъ эѳира перпендикулярно къ лучу свѣта, требуетъ принятія опредѣленнаго характера силъ между этими частицами, однимъ словомъ, заставляетъ приписывать напередъ эѳиру опредѣленные свойства, съ одной стороны уподобляя его твердому тѣлу, съ другой рассматривая его какъ совершеннѣйшую жидкость; первая теорія оставляетъ вполне открытымъ вопросъ о сущности самихъ возмущеній, а вмѣстѣ съ этимъ, и о свойствахъ эѳира какъ матеріи. Въ этомъ мнѣ кажется особенно обширно философское значеніе этой теоріи. Объединяя разнообразныя явленія свѣта, теплоты и электри-

чества, она свободна отъ какихъ бы то ни было предвзятыхъ идей относительно самихъ измѣненій, происходящихъ въ эфирѣ. Въ этомъ отношеніи по характеру есть нѣкоторое сходство этой теоріи съ механической теоріей тепла. И механическая теорія тепла не предполагаетъ напередъ ничего о самой формѣ движенія частичекъ тѣла. Два основныхъ начала этой теоріи, собственно и составляющія собою суть ея, нисколько не обусловлены принятіемъ того или иного вида движенія частицъ матеріи, или того или иного характера дѣйствующихъ силъ между ними. И такъ, теорія Максвелля не рисуетъ передъ нами того, что происходитъ на самомъ дѣлѣ въ эфирѣ, когда пробѣгаютъ по немъ волны, несущія свѣтъ или электрическія дѣйствія. Это не картина, передающая со всѣми деталями какой-либо моментъ, это какъ-бы глубокое музыкальное произведеніе ясно, рельефно выражающее внутреннее содержаніе этого момента, вполне не зависимо отъ внѣшнихъ формъ, касающихся его. По выраженію Герца „теорія Максвелля—арка перекинутая надъ пропастью, наполненною неизвѣстными вещами“. И въ самомъ дѣлѣ, теорія Максвелля, сводя явленія свѣта и лучистой теплоты къ электричеству, не касается нисколько самой сущности послѣдняго. Въ чемъ состоитъ по существу электризація, намагничиваніе тѣла, въ чемъ заключается самый процессъ электрическаго тока—это вопросы, которые ждутъ еще своего рѣшенія. Безспорно не электрическія и магнитныя жидкости, какъ субстанціи, играютъ тутъ роль. Эти жидкости уже отжили свой вѣкъ. Эфиръ, его измѣненія, какія то движенія, образующіяся въ эфирѣ, очевидно составляютъ причину всѣхъ разнообразныхъ явленій электричества и магнетизма. Сама матерія не остается вполне безучастна къ нарушеніямъ состоянія эфиръ; отсюда тѣ измѣненія, какимъ подвергается тѣло при электризаціи и въ особенности при прохожденіи чрезъ него тока или его намагничиваніи. Вѣдь эфиръ и матерія взаимно подчинены другъ другу, мы имѣемъ много доказательствъ этому. Можно надѣяться, что близко время, когда дружнымъ натискомъ ученыхъ пробьется брешь и въ эту область, когда вполне освѣтится картина, изображающая внутреннее состояніе проволоки и окружающаго ее пространства, когда по проволокамъ пробѣгаетъ электрическій токъ или то, что совершается внутри магнита. Успѣхъ порождаетъ и дальнѣйшія надежды. А какъ не хвалиться успѣхомъ въ этой отрасли человѣческихъ знаній! Кто-бы повѣрилъ еще недавно,

что цѣлые города будутъ освѣщаться электрическимъ свѣтомъ, что по телеграфной проволоки на десятки верстъ будетъ передаваться громадная сила, двигающая поѣзда, приводящая десятки станковъ въ движеніе, что наконецъ по проволоки на большія разстоянія будетъ передаваться сама человѣческая рѣчь! Все это могло казаться только праздною фантазіей нѣсколько лѣтъ тому назадъ, вполне на нашей памяти. И всѣмъ этимъ мы уже пользуемся, ко всему даже настолько привыкли, что оно и не поражаетъ насъ. Оттого-то и думается, что прогрессъ не остановится, что пытливость человѣческаго ума быстро минуетъ преграды, пока еще очень прочныя. Надо найти только путь для обхода этихъ преградъ, выдти изъ тѣхъ стѣнъ, которыя воздвигла существующая еще до сихъ поръ теорія электричества и магнетизма.—Фарадей, Максвеллъ а за ними Герцъ уже нашли одинъ выходъ, дѣло теперь за другимъ.—Механика много поможетъ этому. Вся физика является только частью болѣе общей науки—механики. Всѣ явленія физическія: или движенія или результаты ихъ, особыя натяженія. Таково основное возвращеніе нашей науки въ настоящее время.

Невольно припоминаются слова Д. И. Менделѣева въ самомъ началѣ его чтенія въ Королевскомъ институтѣ въ Лондонѣ: *„Мертвая природа древнихъ ожила передъ глазами современниковъ. Убѣжденіе во всеобщемъ распространеніи движенія началось съ видимаго неба, кончилось невидимымъ міромъ частицъ?“*.