

T 94
33
1889

12,037

Т 94
33

54/650

О Т Ч Е Т Ъ

о состоянии и дѣятельности

императорскаго с.-петербургскаго университета

за 1889 годъ,

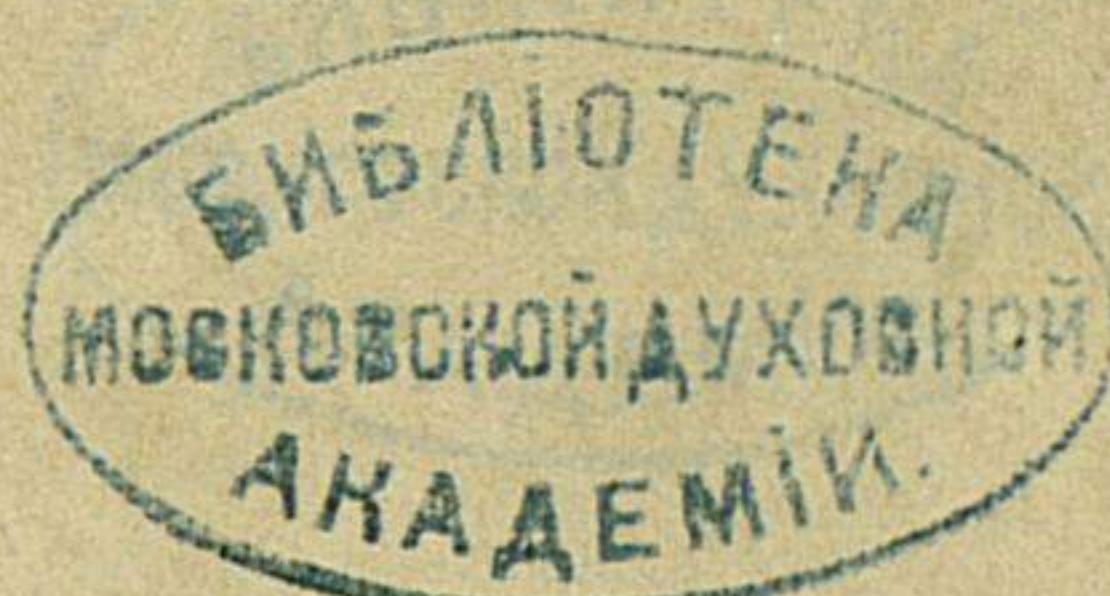
составленный и читанный на годичномъ актѣ 8 февраля 1890 года

ордин. професс.

П. В. Никитинымъ.

Съ приложениемъ рѣчи э.-ординарнаго профессора

И. И. Боргмана.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

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

1890.

Т 94
33 №12039

54/650

О Т Ч Е Т Ъ

О СОСТОЯНИИ И ДѢЯТЕЛЬНОСТИ

ИМПЕРАТОРСКАГО С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО УНИВЕРСИТЕТА

за 1889 годъ,

составленный и читанный на годичномъ актѣ 8 февраля 1890 года

ордин. професс.

П. В. Микитинымъ.

Съ приложениемъ 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

ОГЛАВЛЕНИЕ.

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. Рѣчъ э.-ординарного профессора И. И. Боргмана . . .	101—124
3. Записка о наградахъ студентовъ С.-Петербургскаго университета медалями въ 1889 году	125—161

400-1000
54 -0911

Государственная
ордена Ленина
БИБЛИОТЕКА СССР
им. В. И. ЛЕНИНА

Ч1109-Ч7

СОВРЕМЕННЫЯ ВОЗЗРѢНІЯ НА ФІЗИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ

РѢЧЬ

ПРОИЗНЕСЕННАЯ НА АКТѢ

С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО УНИВЕРСИТЕТА

8-го Февраля 1890 года

Экстраординарн. Профес. И. И. БОРГМАНОМЪ.

M. Г.

Драгоцѣнныій обычай нашего университета въ торжествен-
ныій день акта дѣлиться съ образованнымъ обществомъ но-
выми научными пріобрѣтеніями предоставляетъ на этотъ разъ
честъ занять вниманіе почтеннаго собранія мнѣ, занимающе-
муся физикой. Въ сжатомъ очеркѣ, вкратцѣ, нѣтъ возможности
изобразить тотъ быстрый ростъ, какой, благодаря дружнымъ
усиліямъ европейскихъ и американскихъ ученыхъ, въ послѣд-
нее время получила эта наука, представляющая собою осно-
ваніе для всей философиі природы, прочный фундаментъ всѣхъ
нашихъ знаній объ неорганическомъ и органическомъ мірѣ.
Приходится ограничиваться поэтому болѣе скромной задачею,
приходится выбрать наиболѣе существенное, главное. А те-
перь мы переживаемъ время, когда радикально мѣняются
взгляды на цѣлый, обширный классъ физическихъ явлений. И
всякій физикъ, поэтому, прежде всего невольно долженъ кос-
нуться этого переворота. На только-что бывшемъ у насъ
съѣздѣ натуралистовъ и врачей проф. А. Г. Столѣтовъ про-
изнесъ блестящую рѣчъ по поводу этого переворота въ ученіи
объ электричествѣ. Мнѣ, выступающему на каѳедру позже, при-
ходится 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 второстепенного значения 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 материальное притяженіе суть только различные проявленія одного и того-же начала, только различные формы движенія извѣстной намъ матеріи или неосызаемаго, но несомнѣнно существующаго въ природѣ, эаира, 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 общий характеръ происхожденія, онъ 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 укрепляютъ 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 устранина 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 данные, 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 гениальный Фарадей говорилъ: „открыть новый элементъ—пре-

„красное дѣло, но съумѣть разложить элементъ и сказать намъ „изъ чего онъ сдѣланъ—вотъ это было бы дѣйствительное открытие, надъ которымъ стоило бы потрудиться. Было время, когда желали прибавить къ списку металловъ, теперь мы хотѣли бы уменьшить число ихъ. Разлагать металлы, передѣлывать ихъ, измѣнять одинъ въ другой и осуществить нѣкогда считавшуюся абсурдомъ мысль о превращеніи—вотъ задачи, представляющіяся нынѣ химику“ *). И въ Англіи такие ученые, какъ Локъеръ, Круксъ, Стокъ сторонники этой доктрины. Въ настоящее время и въ Германіи являются работы, представляющія ту же дѣль.

Немного десятковъ лѣтъ тому назадъ, въ первой четверти нынѣшняго столѣтія, еще былъ совершенно иной взглядъ на явленія природы. Въ то время царствовала идея обособленности каждого явленія. Въ физикѣ—теплота, свѣтъ, электричество, магнитизмъ приписывались особымъ жидкостямъ, вполнѣ отличнымъ другъ отъ друга, вполнѣ отличнымъ отъ обыкновенного вещества и своими, такъ сказать, *прирожденными* свойствами вызывающимъ въ материальныхъ 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 подкрепленною многими доказательными опытами волнообразною теоріею свѣта внесъ въ науку совсѣмъ иное возврѣніе, совсѣмъ иная идея. 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 вполнѣ прочнымъ и стройнымъ, ученіе о свѣтѣ, какъ истеченіи свѣтовой матеріи, ученіе, на созданіе котораго не мало положилъ труда геній Ньютона. Работы Френеля однако заставили оставить это ученіе. Возбужденіе свѣта, по теоріи Френеля, представилось возникновеніемъ въ средѣ эаира особыхъ колебаній, весьма большой быстроты, а распространеніе свѣта—передачею такихъ колебаній, совершающихся перпендикулярно направлению свѣтowego луча, отъ слоя къ слою со скоростью около 300,000 километровъ 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 дававшагося въ то время объясненія нагреванія 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 преодолѣніе которыхъ затрачивалась она, опредѣленной величинѣ этой работы всегда соответствуетъ вполнѣ опредѣленное количество являющейся при этомъ теплоты. Вотъ положеніе, къ которому пришелъ Джоуль.—Тепло такимъ образомъ не представляеть изъ себя чего либо не созидающагося, и равнымъ образомъ не является вѣчнымъ, неуничтожающимся. Количество тепла въ тѣлѣ безъ всякаго внѣшняго нагреванія 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 имѣеть следовательно характера вещества, она должна представлять собою одинъ изъ видовъ энергіи и очевидно по всему, что показываютъ намъ тепловыя 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 нагреваніемъ проводниковъ дало возможность Гельмгольцу въ его замѣчательномъ мемуарѣ „Ueber die Erhaltung der Kraft“ со всею математическою строгостью провести принципъ сохраненія энергіи, являющейся нынѣ вмѣстѣ съ принципомъ неуничтожаемости матеріи основнымъ базисомъ современной философіи природы. Матерія и энергія—это два начала всего физического міра. Въ отдельности 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 эоира и матеріальныхъ частичекъ.—Изученіе распространенія тепла въ видѣ лучей показало, что явленіе это совершается по законамъ вполнѣ тожественнымъ съ законами распространенія свѣта, что наконецъ оба класса лучей: и свѣта, и тепла—въ сущности вполнѣ схожія явленія, тѣ и другіе лучи представляютъ образованіе поперечныхъ колебаній въ эоирѣ. 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 различного цвѣта свѣтовые лучи зависятъ отъ различія во временахъ колебаній эоира, такъ и все отличіе тепловыхъ лучей, не дѣйствующихъ на нашъ органъ зренія, отъ лучей свѣтовыхъ, т. е. возбуждающихъ въ немъ особое свѣтовое ощущеніе, является лишь результатомъ разницы въ числѣ колебаній эоира въ теченіе одной секунды въ обоихъ этихъ случаяхъ. Если такихъ колебаній эоира впродолженіе 1" происходитъ менѣе 392 билліоновъ, эти колебанія не раздражаютъ человѣческаго глаза. Глазъ является слѣпымъ для лучей съ такимъ числомъ колебаній эоира; лучи, имъ соответствующіе, дѣйствуютъ только тепловымъ образомъ. Лучи съ менѣе продолжительностью колебаній вмѣстѣ съ тепловыми эффектами уже вліяютъ и на нашъ глазъ, вызывая то или другое цвѣтовое впечатлѣніе. Но при возрастаніи числа колебаній эоира до 757 билліоновъ въ секунду снова прекращается дѣйствіе на зрительные нервы. Такія и еще болѣе быстрыя колебанія эоира оказываютъ главнымъ образомъ химическія дѣйствія, заставляя распадаться

химически сложные молекулы на составные части, тепловое ихъ дѣйствие 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 интензивности этого вліянія, что вполнѣ обусловливается неодинаковостью поглощенія лучей сложными тѣлами. По закону сохраненія энергіи химическая работа можетъ быть произведена лишь только тогда, когда эквивалентная энергія эоирныхъ колебаній исчезаетъ, т. е. когда соответствующіе лучи будутъ поглощены тѣломъ.

И такъ, тепловые, свѣтовые и химические лучи, независимо отъ нашего субъективнаго представленія, по существу своему составляютъ только разновидность одного и того-же явленія, движенія, колебанія эоира 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 настѣ, 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 лишенному теплоты эти частицы могутъ оставаться въ покое. Но врядъ-ли когда удастся достигнуть такого состоянія тѣла. Лучше сказать, приведеніе въ абсолютный покой частицъ тѣла нарушить всякую связь между этимъ тѣломъ и нашимъ сознаніемъ. Тѣло перестанетъ существовать для настѣ, 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 основные законы газовъ выведены какъ необходимыя слѣдствія са-

маго простаго представления о строеніи ихъ. Газъ состоитъ изъ отдѣльныхъ частичекъ, носящихся съ большою, при томъ вполнѣ известною, быстротою по всевозможнымъ направлениямъ, очень часто сталкивающихся между собою и весьма слабо вліяющихъ, помимо этихъ столкновеній, другъ на друга. Частички эти, составленныя изъ атомовъ, болѣе мелкихъ подраздѣленій матеріи, при движениі по прямымъ направлениямъ еще вращаются, а кромѣ того и атомы въ нихъ не остаются въ покоѣ. Они колеблются, вращаются, однимъ словомъ могутъ имѣть всевозможныя, самыя сложныя, формы движениія съ однимъ лишь условіемъ, что при своемъ движениі остаются все таки вмѣстѣ, не отдѣляются одинъ отъ другаго, сохраняя тѣмъ самымъ цѣлостъ 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 нагреванія газа, можетъ произойти раздѣленіе атомовъ, распаденіе молекулъ на составныя части, т. е. образованіе явлениія диссоціаціи тѣла. Вотъ сущность современаго 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 частичкахъ 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 представлениі 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-

добіє нашої солнечной. Сблизимъ въ нашемъ воображеніи эти системы, предоставимъ еще большую свободу движенія отдѣльнымъ частямъ ихъ и отъ существующихъ громадныхъ 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 физического 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 такие-же индивидуумы невидимаго міра, какъ планеты, спутники и кометы астрономовъ, а наши частицы сходны съ такими системами, какъ солнечная или какъ системы двойныхъ или отдельныхъ 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 вполнѣ цѣльное представлѣніе, логически, полѣдовательно 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 известное, ученіе, по которому электрическія и магнитныя явленія разсматривались какъ слѣдствія свойствъ особыхъ жидкостей, электрическихъ и магнитныхъ, дѣйствующихъ притягательно или отталкивателльно 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 взаимодѣйствіемъ этихъ жидкостей, по формѣ вполнѣ аналогичный закону всемірнаго тяготѣнія, данному Ньютона. Простота этого закона, и, главное, аналогія его съ закономъ Ньютона дали возможность созданія строгой и изящной въ математическомъ отношеніи теоріи электростатики и магнитизма, на развитіе которой приложили свои старанія лучшіе математики первой четверти нынѣшняго столѣтія. Открытие Вольта явлений такъ называемаго гальваническаго тока (пора бы и намъ по примѣру англичанъ почтить память Вольта и назвать 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 жѣлѣза, и, наконецъ, непосредственное механическое дѣйствіе одного тока на другой, не повліяли какъ на основное представленіе о сущности тока и магнитизма, 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 геніальныи Фарадей въ 30-хъ годахъ пошелъ въ разрѣзъ съ установившимся теченіемъ и, оставляя безъ разсмотрѣнія вопросъ о сущности электричества и магнитизма, въ отношеніи процесса передачи внѣшнихъ дѣйствій ихъ, высказалъ вполнѣ иныя мысли. Притяженіе и отталкиваніе наэлектризованныхъ тѣлъ, электризациѣ чрезъ вліяніе, взаимодѣйствіе магнитовъ и токовъ по Фарадею не представляютъ собою проявленія особыхъ свойствъ электричества и магнитизма 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 материальными веществомъ, то въ измѣненіяхъ производимыхъ электричествомъ и магнитизмомъ въ эаирѣ Фарадей видѣлъ причину этихъ явлений. 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 открытиямъ. Индукція токовъ, начало, на которомъ, какъ всѣмъ известно, основано дѣйствіе всѣхъ современныхъ машинъ, дающихъ токъ, устройство телефоновъ и другихъ весьма важныхъ приборовъ, вліяніе магнитизма на свойства свѣтоваго луча, т. е. первая найденная связь между двумя столь отличными явленіями, какъ свѣтовая и магнитная, и наконецъ общность явленій магнитизма всѣмъ тѣламъ природы—вотъ нѣкоторыя изъ открытий Фарадея, прямо вытекшія изъ его основнаго воззрѣнія на процессъ передачи электрическихъ дѣйствій и предвидѣнныя имъ еще до постановки соответствующихъ опытовъ. Не мѣсто здѣсь входить въ подробности этихъ замѣчательныхъ научныхъ пріобрѣтеній. 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 вполнѣ оставленная теорія внѣшнихъ дѣйствій электричества и магнитизма на разстояніи, не смотря на изящество въ математическомъ отношеніи, не предсказала ни одного явленія, которое было бы затѣмъ на основаніи такого предсказанія подтверждено на опыте. Всѣ важныя открытия до Фарадея скорѣе случайныя, чѣмъ вытекавшія изъ принимавшагося ученія. Нечего и говорить, что эта теорія оставляла вполнѣ изолированными явленія электричества и магнитизма отъ остальныхъ явленій природы. Но не скоро и не легко основныя идеи Фарадея укрѣпились въ науцѣ. Напротивъ цѣлые десятки лѣтъ, въ теченіе которыхъ найденные 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, Максвелль явился истолкователемъ ученія Фа-

радея и своими трудами дополнилъ и развилъ его теорію, давъ ей строго математической характеръ. Самая интересная, самая существенная часть Максвеллевой теоріи это—принятіе во внимание продолжительности распространенія въ пространствѣ электрическихъ или, общнѣе, электромагнитныхъ дѣйствій. До Максвелля элементъ времени не входилъ въ теорію внѣшнихъ дѣйствій электричества и магнетизма. Попытки Римана и другихъ въ этомъ направлениіи не имѣли какихъ-либо послѣдствій. Первый Максвеллъ показалъ возможность существованія конечной скорости, съ какою совершаются при посредствѣ среды передача дѣйствій электрическаго тока или магнита. И эта скорость по Максвеллю должна равняться скорости распространенія свѣта, а слѣдовательно среда, принимающая участіе въ такой передачѣ, не можетъ быть иная, какъ тотъ-же эаиръ, 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 направлению 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 эаирѣ. *Возникновеніе въ послѣдовательномъ рядѣ элементовъ среды такихъ возмущеній, электрическихъ токовъ, неизменно по направлению поперечному къ этому ряду и составляетъ въ дѣйствительности распространеніе свѣтоваю луча въ пространствѣ.* Вотъ въ краткихъ словахъ сущность, такъ называемой, электромагнитной теоріи свѣта Максвелля, являющейся, какъ уже было сказано, прямымъ слѣдствиемъ анализа ученія Фарадея. Легко видѣть, какое огромное значеніе въ науцѣ 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 подкѣпленіе.

Восемь лѣтъ тому назадъ я имѣлъ честь въ Общемъ Собрании Русского Физико-Химического Общества читать рѣчъ, въ которой изложилъ сущность теоріи Максвелля и привелъ нѣкоторые доводы, оправдывающіе вѣроятность предположенія общности явлений свѣта и электричества, доводы чисто фактическіе и не вытекающіе только изъ анализа математическихъ выражений, 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 явлений природы, тѣмъ болѣе, что въ недавнее время прибавились новые факты, весьма цѣнныя для поставленной цѣли.

Обратимъ прежде всего вниманіе на способъ образованія явлений свѣта и электрическаго тока. Могущественнымъ источникомъ тѣхъ и другихъ явлений является одно и то-же—химическая энергія. Гальваническій элементъ, баттарея 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 освѣщении. И такъ, химическая реакція, въ нѣкоторыхъ случаяхъ непосредственно производящая свѣтовое дѣйствіе, тутъ преобразуется въ свѣтъ только при посредствѣ промежуточныхъ явлений—электрическаго тока и вызываемаго имъ нагреванія. Но встрѣчаются случаи, гдѣ электрическій токъ непосредственно вызываетъ свѣтъ безъ соответственнаго, 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 свѣтящія и въ тоже время не горячія, раскаленныя, а вполнѣ холодныя.

Подобно тому какъ непосредственно электрическій токъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ способенъ вызывать свѣченіе, такъ и обратно свѣтъ въ свою очередь даетъ возможность получения электрическаго тока. Беккерель и впослѣдствіи 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 проволокѣ соединяющей ихъ тока. Но, если освѣтить одну изъ пластинокъ, тотчасъ является въ цѣпи токъ, сила которого увеличивается вмѣстѣ со степенью освѣщенія пластинки. Здѣсь такимъ образомъ свѣтовая энергія представляетъ первичную причину возникновенія электродвижущей силы.

Въ недавнее время открыть 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, вполнѣ 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 большей близости шариковъ, т. е. являются много короче. Всегда за этимъ открытиемъ Герца, другой ученый, Гальвакъ, нашелъ, что освѣщеніе отрицательно-наэлектризованаго какого-либо металла сопровождается сравнительно быстрымъ исчезновеніемъ заряда съ него. Эти то замѣченіе 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 вполнѣ новыхъ

явлений, 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 продырявленною 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. Нѣть надобности, чтобы эта пластинка была металлическая. И слой жидкости вмѣсто такой пластинки даетъ то же. Необходимо только, чтобы такой слой поглощалъ ультра-фиолетовые 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 представлять 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 вполнѣ понятно. До сихъ поръ сущность электричества, электрическаго тока остается для насъ вполнѣ неизвѣстнымъ. Нельзя и требовать поэтому полнаго объясненія этихъ явлений, 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 актиническихъ лучей, поглощеніе, осложненное разными, быть мо-

жеть, побочными явлениями, но въ главномъ сопровождающееся преобразованіемъ свѣтовой радиаціи или въ электричество или въ электрическое движение. Мы знаемъ нѣчто подобное. Явленія термо-электричества представляютъ такое-же превращеніе въ электрическую энергию теплоты. Нельзя не обратить вниманія, что токи термо-электрическіе и актино-электрическіе, какъ называлъ проф. Столѣтовъ наблюденные имъ токи, вообще весьма малой силы. Въ природѣ такимъ образомъ съ трудомъ совершаются 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 радиаціи?

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 хороши 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 эаира свободно передаются отъ слоя къ слою, не вызывая при этомъ значительного усиленія въ движеніи материальныхъ частицъ, не производя иначе замѣтнаго повышенія температуры, т. е. тѣла прозрачны не въ состояніи передавать отъ слоя къ слою тѣ возмущенія въ эаирѣ, какія даютъ начало току, ибо послѣднія неотъемлемо сопровождаются воздействиемъ 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 пертурбациямъ въ эаирѣ при незначительномъ отраженіи на свойствахъ матеріи, заполненной этимъ эаиромъ.

Возбужденіе въ какомъ либо тѣлѣ магнитизма, электрическаго тока или вообще электрическаго заряда сопровождается возбужденіемъ магнитизма 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 на долго послѣ прекращенія освѣщенія остаются еще способными свѣтиться. Нельзя не указать между прочимъ на одно интересное соотношеніе. Нагрѣваніе магнита, какъ всѣмъ, понятно, известно, ослабляетъ интензивность намагничиванія. Точно также нагрѣваніе уничтожаетъ, загашаетъ и фосфоресценцію въ тѣлѣ.

Электрическій токъ, проходя по жидкости или вообще электролиту производить разложеніе этого электролита, распаденіе 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 соответствующаго поглощенія свѣта, намъ не известны 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, обусловливающія собою такія 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 среди 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 матеріального 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 вполнѣ подтверждаютъ такой выводъ и такимъ образомъ укрепляютъ правильность основнаго воззрѣнія Фарадея.

Приведенная мною въ сжатомъ очеркѣ параллель между нѣкоторыми изъ явлений свѣта и электричества указываетъ въ самомъ дѣлѣ на многія сходныя черты этихъ двухъ родовъ физическихъ явлений. Болѣе полное, болѣе тщательное, основанное на примѣненіи математического анализа разсмотрѣніе ихъ и дало возможность Максвеллю высказать положеніе, вполнѣ объединяющее свѣтъ и электричество, устраниющее всякое принципіальное 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 явлений, одно и то-же. Но такъ-ли это? Не есть ли фикція представлениe 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 известно относительно лучей свѣта? Еще недавно единственный отвѣтъ на такой вопросъ былъ тотъ, что по теоріи Максвелля это такъ. Но какъ ни важно значеніе теоріи, въ физикѣ, въ науки, имѣющей главною задачею изученіе природы, на первомъ мѣстѣ все таки должны стоять факты. Только одни они остаются неопровергимыми. Самый горячій поклонникъ идей Фарадея-Максвелля, я тѣмъ не менѣе 8 лѣтъ тому

назадъ въ концѣ своей рѣчи позволилъ лишь сказать, что всего приведенного ранѣе „достаточно, чтобы отнестись къ теоріи Максвелля не какъ къ праздной фантазіи, не какъ къ случайной аналогіи между формулами, относящимися къ двумъ вполнѣ различнымъ явленіямъ—свѣта и электричества—но видѣть въ ней нѣчто дѣйствительно серьезное, важное, прибавляющеъ весьма многое къ объединенію дѣйствующихъ въ природѣ силъ, имѣющеъ глубокое философское значеніе при распознаваніи явленій природы“. Въ настоящее время всякое сомнѣніе въ правильности этой теоріи устраняется. Мы имѣемъ факты, вполнѣ, наглядно доказывающіе вѣрность этой теоріи. Безъ сомнѣнія весьма многіе изъ присутствующихъ ознакомились съ рѣчью проф. А. Г. Столѣтова „Эоиръ и Электричество“, произнесенною имъ на Съѣздѣ. Въ этой рѣчи пр. Столѣтovъ 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 несомнѣнныя факты электрическихъ радиацій. 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 эоирѣ образующихся электрическихъ возмущеній, быстро менѣяющихся въ своемъ направленіи и перпендикулярныхъ къ лучу. Очевидно, что и непосредственное возбужденіе въ какомъ либо тѣлѣ быстро менѣяющихся по направленію электри-

ческихъ теченій, т. е. возбужденіе переменныхъ электрическихъ токовъ весьма малой продолжительности по этой теоріи въ окружающемъ проводникъ эаирѣ должно вызвать явленіе подобное тому, какое представляеть лучъ свѣта. Но уже давно было известно, что при разрядѣ какого нибудь наэлектризованного тѣла или даже лейденской банки являющаѧся искра въ дѣйствительности представляеть 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 проводнике, при посредствѣ котораго происходитъ разрядъ, образуется рядъ электрическихъ теченій поперемѣнно то въ ту, то въ другую сторону. Такой разрядъ называется колебательнымъ. Быстрота съ какою происходитъ измѣненіе въ направленіи тока въ проводнике или, что тоже, съ какою происходитъ перезаряженіе самаго разряжающагося тѣла, другими словами продолжительность каждого 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, осциляцій, продолжительность которыхъ превышала немногимъ одну 100-милліонную долю секунды. Въ позднѣйшихъ своихъ опытахъ, употребляя вместо листовъ со стержнями короткіе цилинды 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 эаирѣ быстро слѣдующихъ другъ за другомъ электрическихъ возмущеній переменного направленія. Съ точки зрењія Максвеллевской теоріи такой „осциляторъ“ представляется центромъ, распространяющимъ въ про-

странствъ лучи электромагнитной силы. Но образование подобныхъ лучей не будетъ сопровождаться дѣйствиемъ на глазъ человѣка. Чтобы было послѣднее, необходима значительно меньшая продолжительность каждого колебанія, значительно большее въ секунду число перемѣнъ въ направленіи электрическихъ теченій въ осциляторѣ. Только въ томъ случаѣ, когда это число перемѣнъ достигло-бы 392 билліоновъ—глазъ получилъ-бы впечатлѣніе отъ такихъ лучей и человѣкъ увидѣлъ-бы электромагнитный лучъ. Но для достиженія такой быстроты электрическихъ колебаній необходимъ осциляторъ размѣровъ значительно меньшихъ, чѣмъ то, что еще различается въ самомъ сильномъ микроскопѣ. И такъ, для обнаруживанія лучей электромагнитной силы нужны особыя 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 эѳирѣ отразятся на состояніи и этого проводника. Этотъ проводникъ будетъ подверженъ послѣдовательному ряду импульсовъ, стремящихся возбудить въ немъ электрическія теченія, столь же быстро менѣяющіяся въ своемъ направленіи, сколько-быстро менѣяются направленія и самыхъ возмущеній въ эѳирѣ, т. е. соотвѣтственно скорости электрическихъ колебаній въ осциляторѣ. Но импульсы, послѣдовательно чередующіеся, только тогда въ состояніи способствовать другъ другу, когда они будутъ вполнѣ ритмичны съ вызываемыми ими въ дѣйствительности электрическими движениями въ такомъ проводнике. Вѣдь только толкая правильно, въ тактъ, мы въ состояніи раскачать подвѣшенный тяжелый предметъ. Только въ унисонъ настроенная струна въ состояніи прийти въ замѣтное дрожаніе отъ звука, издаваемаго другою струною, и такимъ образомъ явиться самостоятельнымъ звуковымъ источникомъ. Необходимо поэтому, чтобы проводникъ, воспринимающій импульсы отъ электрическихъ возмущеній въ эѳирѣ, вызываемыхъ осцилляторомъ, давалъ бы возможность образованія электрическихъ колебаній вполнѣ ритмичныхъ колебаній въ осциляторѣ. 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 проводнике отъ элек-

трическаго импульса могутъ образоваться электрическія колебанія вполнѣ опредѣленнаго периода. Согнувъ мѣдную проволоку въ кругъ или въ прямоугольникъ, оставилъ лишь маленький просвѣтъ между концами проволоки, и давъ всему соответствующіе размѣры Герцъ получилъ, какъ онъ назвалъ, *резонаторъ* своему осциллятору. Какъ ни слабы сами по себѣ отдѣльные импульсы отъ возмущеній, происходящихъ въ эѳирѣ, они однако, способствуя въ дѣйствіи 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 $\frac{1}{100}$ мм длиною) является критеріемъ образованія въ проводнике осцилляцій, что въ свою очередь даетъ указаніе на электрическія возмущенія въ эѳирѣ, прилегающемъ къ резонатору. Не мѣсто здѣсь входить въ детальное описание 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, открыть приемъ для обнаруженія подобной радиаціи. Какъ при изслѣдованіи тепловыхъ или темныхъ ультрафioletовыхъ лучей термометръ и чувствительная фотографическая пластиинка являются объектами непосредственнаго дѣйствія такихъ лучей и своими измѣненіями указываютъ на интензивность и характеръ этихъ дѣйствій, такъ такимъ-же анализаторомъ лучей электромагнитной силы, электромагнитной радиаціи, является резонаторъ Герца. При посредствѣ этой методы наблюденія и былъ констатированъ Герцомъ цѣлый рядъ свойствъ лучей электромагнитной силы, вполнѣ тожественныхъ со свойствами обыкновенныхъ лучей тепла и свѣта. Подобно лучамъ свѣта, лучи электромагнитной силы распространяются по прямымъ линіямъ, проникаютъ сквозь тѣла, непроводящія электричество и вполнѣ 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 соответствующихъ зеркалъ и чечевицъ и наконецъ, что особенно существенно, указываютъ свойства поляризациі, т. е. обнаруживаютъ поперечность возмущеній эоира.

Такимъ образомъ, какъ нагрѣтое или свѣтящееся тѣло излучаетъ въ окружающее пространство энергию, разсѣивающуюся въ немъ при посредствѣ лучей въ видѣ тепла или свѣта, такъ и осцилляторъ излучаетъ энергию, при посредствѣ лучей передающуюся всему тому, что въ состояніи поглотить эту энергию, преобразовывая ее въ иную форму, доступную для нашихъ органовъ чувствъ. Эти лучи, разсѣивающіе электромагнитную энергию въ пространствѣ, по качеству вполнѣ подобны обыкновеннымъ лучамъ тепла или свѣта. Ихъ отличие отъ послѣднихъ заключается лишь въ длинахъ соответствующихъ 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 вполнѣ сходно въ этихъ трехъ случаяхъ.

Предположеніе Френеля возникновенія поперечныхъ колебаній частицъ эоира вполнѣ достаточно, какъ мы знаемъ, для объясненія всѣхъ явленій свѣта. Но такое предположеніе еще недостаточно для объясненія того, въ чёмъ проявляется энергія электромагнитная. Только дальнѣйшія разысканія могутъ указать намъ истинныя измѣненія въ состояніи эоира при этомъ и такимъ образомъ явно опредѣлять характеръ самихъ возмущеній при возбужденіи въ эоирѣ 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 эоира перпендикулярно къ лучу свѣта, требуетъ принятія опредѣленнаго характера силъ между этими частицами, однимъ словомъ, заставляетъ приписывать напередъ эоиру опредѣленныя свойства, съ одной стороны уподобляя его твердому тѣлу, съ другой разсматривая его какъ совершеннѣйшую жидкость; первая теорія оставляетъ вполнѣ открытымъ вопросъ о сущности самихъ возмущеній, а вмѣстѣ съ этимъ, и о свойствахъ эоира 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 эоирѣ. 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 эоирѣ, 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 выраждающее внутреннее содержаніе этого момента, вполнѣ независимо отъ внешнихъ 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 электризациѣ, намагничиваніе тѣла, въ чемъ заключается самый процессъ электрическаго тока—это вопросы, которые ждутъ еще своего решенія. Безспорно не электрическія и магнитныя жидкости, какъ субстанціи, играютъ тутъ роль. Эти жидкости уже отжили свой вѣкъ. Эоиръ, его измѣненія, какія то движенія, образующіяся въ эоирѣ, очевидно составляютъ причину всѣхъ разнообразныхъ явленій электричества и магнитизма. Сама матерія не остается вполнѣ безучастна къ нарушеніямъ состоянія эоира; отсюда тѣ измѣненія, какимъ подвергается тѣло при электризациѣ и въ особенности при прохожденіи чрезъ него тока или его намагничиваніи. Вѣдь эоиръ 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 вполнѣ освѣтится картина, изображающая внутреннее состояніе проволоки и окружающаго ее пространства, когда по проволокѣ пробѣгаєтъ 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 дѣлые города будутъ освѣщаться электрическимъ свѣтомъ, что по телеграфной проволокѣ на десятки верстъ будетъ передаваться громадная сила,двигающая поѣзда, приводящая десятки станковъ въ движеніе, что наконецъ по проволокѣ на большія разстоянія будетъ передаваться сама человѣческая рѣчъ! Все это могло казаться только праздной фантазіей нѣсколько лѣтъ тому назадъ, вполнѣ на нашей памяти. И всѣмъ этимъ мы уже пользуемся, ко всему даже настолько привыкли, что оно и не поражаетъ насть. 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, Максвелль а за ними Герцъ уже нашли одинъ выходъ, дѣло теперь за другимъ.—Механика многое поможетъ этому. Вся физика является только частью болѣе общей науки—механики. Всѣ явленія физическія: или движенія или результаты ихъ, особыя натяженія. Таково основное возврѣніе 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 частичъ?*“.