

1854

1849

ВНИМАНІЮ Г.Г. ЧИТАТЕЛЕЙ

1) Библиотека Общества взаимопомощи Торговых Агентовъ и Торговцевъ евреевъ г. Одессы обращается къ Г.Г. абонатамъ съ убѣдительною просьбой относиться къ получаемымъ для чтенія книгамъ бережно.

2) За всякаго рода пятна, помарки, помятки на книгѣ, вырванные изъ нея листы съ Г.Г. абонатовъ Библиотека будетъ взыскивать въ размѣрѣ оцѣнки порчи.

Г.Г. абонаты отвѣчаютъ также, какъ за совершенную утрату книги, такъ и за потерянные листы въ размѣрѣ полной стоимости книги.

4) Равнымъ образомъ вовсе не разрешается взятую въ библиотекѣ книгу давать другимъ лицамъ

5) Новые Обще-литературные журналы и новыя книги выдаются, срокомъ на 6 дней, книги и старыя журналы на 15 дней.

Примѣчаніе. Журналы считаются новыми въ теченіе 6 мѣсяцевъ по выходѣ въ свѣтъ.

§ 1) Лица, невозвратившія журналовъ и книгъ своевременно платять штрафъ; за новый журналъ и новую книгу по 3 коп., за старыя журналы и старую книгу по 1 коп. за каждый просроченный день.

§ 2) Плата за обонемѣнтъ должна быть внесена **за 2 мѣсяца ВПЕРЕДЪ.**

53
P49

НОВОЕ ВЪ ЕСТЕСТВОЗНАНИИ.

при участіи
проф. Г. А. КОЖЕВНИКОВА, проф. Н. А. ШИЛОВА и др.

ВЫПУСКЪ ПЯТЫЙ.

Проф. А. РИГИ и проф. Ж. БЕККЕРЕЛЬ.

53
P49
8581

СЕНТ
Основы физики
НОВЫЯ ОСНОВЫ ФИЗИКИ.

Учен. институту
7727

ДВА СТАТЬИ.

Handwritten scribbles and numbers

ПЕРЕВОДЪ И ПРИМЪЧАНІЯ

Г. А. ГУРЕВИЧА.

1941

Handwritten scribbles and numbers

ИЗДАТЕЛЬСТВО
1854

БИБЛИОТЕКА
Общество взаимопомощи
Торговыхъ Агентствъ и Торговцевъ
ВЪРНЕВЪ-ВОЛОДСКОЕ
ЕКАТЕРИНБУРГСКАЯ

МОСКВА.

КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВО „СОВРЕМЕННЫЯ ПРОБЛЕМЫ“

1914.

ПЕРЕИНВЕНТАРИЗАЦІЯ
1937 г.
№ 82244

Handwritten scribbles, possibly illegible text or a signature.

Предисловіе къ русскому изданію.

За послѣдніе 15 — 20 лѣтъ былъ сдѣланъ рядъ замѣчательныхъ открытій въ наукѣ: рентгеновскіе лучи, новѣйшія изслѣдованія катодныхъ лучей съ ихъ поразительными свойствами, явленія радиоактивности, открытіе явленія Зеемана, открытіе радія, этого элемента-революціонера, заставившаго своею удивительною способностью излучать энергію, ни откуда, повидимому, ее не заимствуя, — сомнѣваться въ точности основныхъ законовъ естествознанія — всѣ эти факты должны были измѣнить взгляды ученыхъ на свойства матеріи и ея строеніе, на природу свѣта, электричества и магнетизма, и вообще на всю обширную область физическихъ явленій. Но всѣ эти измѣненія оказались настолько рѣзкими, настолько глубокими, что потребовалось перестройки всего зданія физическаго міровоззрѣнія, начиная съ самаго его фундамента. Ни одна изъ частей великаго научнаго зданія, сооруженнаго работой нѣсколькихъ столѣтій, не осталась неизмѣнной: всѣ они перестраиваются, реформируются, вся физика замѣняется новой.

Предлагаемая книжка ставитъ своей цѣлью дать читателю краткое связное и популярное изложеніе основъ новой физики, новой теоріи физическихъ явленій — *электронной теоріи*. Теорія эта въ настоящее время всѣми признана, такъ какъ она связываетъ въ одно цѣлое всѣ извѣстныя намъ физическія явленія, но, тѣмъ не менѣе, она только съ трудомъ и медленно проникаетъ въ элементарные учебники, хотя она вызываетъ особенный интересъ въ болѣе широкихъ кругахъ читающей публики. Содержаніе книжки составляютъ двѣ статьи о возникновеніи и современномъ состояніи теоріи электроновъ.

Первая статья «*Новая теорія физическихъ явленій*» принадлежитъ перу профессора Болоньскаго университета *Августа Риги*, одного изъ наиболѣе выдающихся итальянскихъ физиковъ, пользующагося широкой извѣстностью также у насъ, благодаря имѣющимся переводамъ нѣсколькихъ его популярныхъ сочиненій. Она воспроизводитъ его блестящую рѣчь, произнесенную при открытіи V-го съѣзда Итальянскаго Общества содѣйствія прогрессу науки. Авторъ, самъ много сдѣлавшій для обоснованія электронной теоріи, въ простой и ясной формѣ показываетъ, какъ возникла, развилась и окрѣпла идея объ электрической природѣ матеріи, какъ физика дошла до того, что начала называться «наукой объ электронахъ». При

этомъ *Ризи* попутно высказываетъ нѣсколько интересныхъ соображеній вообще о роли гипотезъ въ физикѣ и о цѣнности современнаго физическаго міропониманія. Особый интересъ этой статьи, конечно, въ томъ, что она принадлежитъ перу первокласснаго ученаго и популяризатора.

За французскими учеными давно уже сложилась репутація изящной простоты и яснаго толковаго изложенія мудреннѣйшихъ научныхъ задачъ. Эту старинную репутацію особенно оправдываетъ вторая изъ находящихся здѣсь замѣчательная статья знаменитаго физика *Жана Беккереля*, сына еще болѣе извѣстнаго физика *Анри Беккереля*, открывшаго явленіе радиоактивности, — «*Электронная теорія вещества*». Она производитъ его публичную лекцію, читанную въ Парижѣ въ большой аудиторіи Національнаго Музея Естественной Исторіи, гдѣ онъ состоитъ профессоромъ физики. Прямо поражаетъ способность автора отдѣлять случайное, временное отъ важнаго и постояннаго. Съ особымъ интересомъ читаются тѣ мѣста его статьи, гдѣ онъ говоритъ о природѣ массы электроновъ и о произведенныхъ имъ и другими учеными опытовъ, которые не поддаются объясненію при помощи отрицательныхъ электроновъ и которые, по его мнѣнію, приводятъ къ признанію существованія положительныхъ электроновъ. Вообще, статья *Беккереля*

изобилуетъ многими интересными оригинальными соображеніями и выводами.

Надѣюсь, что внимательно прочитавъ предлагаемые мною переводы статей *Риги и Беккереля*, другъ друга взаимно дополняющихъ, читатель за весьма короткое время получитъ ясное и отчетливое общее представленіе объ электрической теоріи физическихъ и химическихъ явленій, сумѣетъ получить возможность ознакомиться съ вершины современныхъ научныхъ данныхъ съ вопросомъ о природѣ и строеніи матеріи, считающейся основой видимаго міра.

Всѣ примѣчанія, относящіяся къ этимъ статьямъ, принадлежатъ мнѣ. Цѣль этихъ примѣчаній — разъяснить и дополнить сказанное авторами, а иногда — разсматривать тѣ же вопросы съ другихъ, новыхъ точекъ зрѣнія, несогласныхъ со взглядами авторовъ.

* * *

Всякая научная теорія имѣетъ двѣ задачи: во-первыхъ, собрать и привести въ систему возможно большее число фактовъ, во-вторыхъ же, ясно и опредѣленно указать связь между ними. Только при этомъ условіи мы въ состояніи выводить одно явленіе изъ другого, предсказывать новыя, и даже сотворить ихъ какъ бы маговеніемъ волшебнаго жезла. Теорія электроновъ превосходно выполняетъ обѣ задачи, и въ

этомъ отношеніи ни одна изъ прежнихъ теорій не можетъ съ нею соперничать.

Въ самомъ дѣлѣ, вездѣ, иногда и тамъ, гдѣ этого совсѣмъ не ожидали, находили все тотъ же электронъ — одну и ту же основную единицу отрицательнаго электричества. Изслѣдуемъ ли мы явленія катодныхъ лучей, явленія радиоактивности, вліянія ультрафіолетовыхъ лучей на металлы, измѣненія качества свѣта при возбужденіи въ источникѣ этого свѣта магнитныхъ волнъ — явленіе *Зеемана*, электропроводность въ металлахъ, изучаемъ ли мы дисперсію свѣта въ разнообразныхъ тѣлахъ, магнитное вращеніе плоскости поляризаціи свѣта, явленія электролиза, явленія флюоресценціи нѣкоторыхъ металловъ, магнетизмъ и т. д. — всеца мы приведены къ необходимости допустить въ каждомъ электрически нейтральномъ атомѣ вещества нахожденіе въ немъ атомовъ отрицательнаго электричества, нахожденіе въ немъ электроновъ. Еще работа не закончена. Каждый день приноситъ новый матеріаль и новые успѣхи, и одна область за другой постепенно присоединяются къ всеохватывающей теоріи электроновъ, стремясь завершить новое зданіе физической науки.

Эта укрѣпившаяся въ наукѣ идея объ электронахъ вызвала новое, очень смѣлое ученіе, устраняющее совершенно представленіе о веществѣ, какъ нечто инертное и вѣсомое — глав-

нѣйшіе характерные признаки всякаго вещества, и рассматривающее матеріальный атомъ, составленнымъ исключительно изъ атомовъ электричества, изъ субстанціи электроновъ. Новое ученіе, такимъ образомъ, *развеществляетъ вещество, дематериализируетъ матерію*; оно говоритъ намъ, что *основа всего матеріальнаго — это электричество.*

Но разъ все сводится къ электронамъ, т. е. къ чистому электричеству, то *ученіе объ электричествѣ является элементарнымъ и основнымъ, и оно должно быть взято за отправную точку для того, чтобы построить теорію физическихъ явленій и даже теорію самой матеріи!*.. Зданіе физическаго міровоззрѣнія, стало быть, должно быть построено только на понятіи электроновъ и на вызываемыя ими электромагнитныя явленія.

Во всякомъ случаѣ существованіе электроновъ мы вынуждены считать несомнѣннымъ. Можно даже сказать, что въ настоящее время мы больше знаемъ объ атомахъ электричества, чѣмъ объ атомахъ вѣсомой матеріи. А что электроны въ самомъ дѣлѣ являются армами электричества, элементарными количествами отрицательнаго электричества, а не матеріальными частицами, въ этомъ въ настоящее время, послѣ превосходныхъ изслѣдованій *Абрагама, Кауфмана, Бухерера, Гупка* и др., также не можетъ быть никакихъ сомнѣній. Вотъ почему

Кауфманъ говорить, что «электронъ ничто иное, какъ электрическій зарядъ, распредѣленный въ очень маленькомъ объемѣ или на очень ограниченномъ пространствѣ», а *Абрагамъ* называетъ эти электрическіе заряды «самыми маленькими кирпичиками мірозданія».

Ученіе объ электронахъ — электронника, какъ видно, выходитъ за предѣлы старой науки: физика и химія имѣютъ дѣло съ явленіями внутри молекулы, электронника же — съ явленіями внутри атома. Различіе между атомами элементовъ только количественное. Они отличаются другъ отъ друга числомъ электроновъ, ихъ расположеніемъ или тѣмъ и другимъ вмѣстѣ.

* * *

Къ какимъ же общимъ заключеніямъ приводитъ насъ эта новая теорія естественныхъ явленій? Какія измѣненія она ввела въ наше научно-философское міровоззрѣніе? Такъ какъ *Риги* и *Беккерель* мало затрагиваютъ этотъ вопросъ, то я остановлюсь на немъ немного подробнѣе.

Вѣчная надежда объединить, координировать все пестрое многообразіе явленій естественнаго міра въ одномъ грандіозномъ и импозантномъ синтезѣ, обобщить всѣ явленія природы въ одну единую, стройную систему, если возможно, въ одну единственную формулу, «міро-

вую формулу», — эта надежда приводила къ тому, что до послѣднихъ лѣтъ ученые стремились найти механическое объясненіе всѣхъ физическихъ явленій. И въ этомъ не было ничего удивительнаго. Въ самомъ дѣлѣ, мы знаемъ міръ только по тѣмъ отношеніямъ, которыя существуютъ между нимъ и нашимъ организмомъ, а организмъ этотъ особенно чувствителенъ къ движению. Человѣческій умъ является, такъ сказать, какъ бы приборомъ, на который внѣшній міръ реагируетъ только движеніемъ, и потому *механическія* явленія гораздо болѣе привычны для насъ, чѣмъ другія явленія, на-примѣръ, явленія электрическія. Такъ какъ, согласно свидѣтельству исторіи развитія нашего познанія природы, самыя цѣнныя, самыя прочныя и плодотворныя наши научныя понятія и самыя удовлетворительныя «объясненія» и «пониманія» явленій до сихъ поръ были механическія, основанныя на законахъ движенія, то задачу теоретической физики можно было кратко опредѣлить, какъ *механическое объясненіе процессовъ природы*, т. е. какъ подведеніе всѣхъ явленій природы подъ простые законы механики.

Это убѣжденіе особенно ярко высказывается въ слѣдующихъ словахъ великаго мыслителя *Пьера Лапласа*: «разумъ, которому въ данное мгновеніе были бы извѣстны силы, управляющія природой, и положеніе тѣлъ, ее состав-

ляющихъ, который былъ бы достаточно могуществененъ, чтобы подвергнуть эти данныя анализу, представилъ бы одной формулой и движеніе небснаго свѣтила, и легчайшаго атома: ничто не было бы ему неизвѣстнымъ — грядущее и прошедшее были бы ему открыты».

Понятіе движенія предполагаетъ понятіе предметовъ, способныхъ двигаться. Основнымъ началомъ механическаго пониманія міра является, стало быть, существованіе матеріи, существованіе единой, общей субстанціи, изъ которой образованы всѣ тѣла, составляющія окружающій насъ міръ. Съ этой точки зрѣнія въ *физическомъ мірѣ существуютъ только матерія и движеніе*: внѣ этого въ области познаваемаго нѣтъ ничего. Всѣ сложныя матеріальныя тѣла состоятъ изъ простыхъ или элементовъ. Эти послѣдніе, числомъ около сотни, состоятъ изъ *атомовъ*, которые отличаются индивидуальными или неизмѣнными качествами, занимаютъ опредѣленное мѣсто въ пространствѣ, имѣютъ опредѣленную и неизмѣнную массу, но дальше уже неразрушимы и недѣлимы. Свѣтъ, теплота, электричество и прочія *силы* или *энергіи* должны быть объяснены движеніемъ матеріальныхъ атомовъ. Внѣ матеріи энергія не существуетъ. Индивидуумы матеріи — атомы — раздѣлены между собою *пустотой*. Далѣе, пришлось допустить, для объясненія передачи энергіи на разстояніи, существованіе невѣсо-

мой матеріи, наполняющей всю вселенную и названный *міровымъ эфиромъ*.

Таковы, въ общихъ чертахъ, основныя представленія механическаго объясненія картины физическаго міра — *атомно-материалистическаго міровоззрѣнія* или *атомнаго материализма*. При этомъ міровоззрѣніи, какъ видно, *всѣ процессы сводятся всецѣло на движенія одинаковыхъ элементарныхъ материальныхъ частичекъ — атомовъ, находящихся подъ дѣйствіемъ опредѣленныхъ силъ*.

Но это міровоззрѣніе все-таки невозможно считать общепризнаннымъ. Никогда не было недостатка въ скептикахъ, которые, несмотря на то, что этотъ основной взглядъ продолжалъ оказывать чрезвычайно важныя услуги физикѣ, не видѣли возможности объяснить все пестрое многообразіе явленій естественнаго міра только движеніемъ материальныхъ атомовъ. Они старались, поэтому, замѣнить атомистическій материализмъ какимъ-нибудь другимъ, болѣе широкимъ, міровоззрѣніемъ, и такимъ міровоззрѣніемъ они въ послѣдніе годы считали *энергетическое міровоззрѣніе*. Съ 1895 г. главнымъ защитникомъ этого міропониманія сталъ знаменитый нѣмецкій философъ и химикъ *Вильгельмъ Оствальдъ*, который пытался доказать, что стараго міра матеріи *въ дѣйствительности не существуетъ* и что одной *энергіи достаточно*,

чтобы имѣть полное понятіе о вселенной и о всѣхъ явленіяхъ, происходящихъ въ ея нѣдрахъ. Такія же приблизительно идеи были высказаны почти одновременно съ *Оствальдомъ* нашимъ высокоталантливымъ соотечественникомъ проф. *Иринархомъ Скворцовымъ*, но на нихъ не обратили должнаго вниманія.

Энергетисты заявляютъ, что всѣ наши чувствованія соотвѣтствуютъ обмѣнамъ энергіи, что все, поддающееся нашимъ чувствамъ, есть, собственно говоря, ничто иное, какъ энергія. Знаменитый опытъ съ ударами палки, которыми напоминаютъ невѣрующему философу о реальности внѣшняго міра, доказываетъ, въ дѣйствительности, лишь существованіе энергіи, а не существованіе матеріи. Палка, сама-по-себѣ, безвредна, замѣчаетъ *Оствальдъ*, но ея живая сила, ея кинетическая энергія доставляетъ намъ боль. И если бы мы обладали скоростью, равной ея скорости и развивающейся въ томъ же направленіи, то она больше не существовала бы для нашихъ ощущеній. Всякое тѣло для нашихъ внѣшнихъ чувствъ является, стало-быть, лишь совокупностью, комплексомъ взаимно связанныхъ различнаго рода энергій, и ничѣмъ больше. Иначе говоря: *матерія построена изъ энергіи*, и потому одного только понятія энергіи достаточно для того, чтобы «изобразить» вселенную, построить цѣльную картину міра.

Итакъ, *ничего нѣтъ въ познаваемомъ нами*

миръ кромѣ энергіи, гласить энергетическое учение. Все, что мы знаемъ о мирѣ, мы можемъ изобразить только понятіемъ энергіи, которая есть единое дѣятельное начало міра. Весь миръ, вся вселенная, представляются однимъ связнымъ цѣлымъ, — безпредѣльнымъ и неизмѣннымъ океаномъ энергіи, не ограниченнымъ ни временемъ, ни пространствомъ, не имѣющимъ ни прошедшаго, ни будущаго.

Это смѣлое и интересное учение, отрицающее существованіе нашей обычной матеріи и замѣняющее ее «энергетической» матеріей, такимъ образомъ, замѣняетъ два начала вселенной — матерію и энергію — однимъ: энергіей и является результатомъ присущаго человѣку стремленія къ упрощенію, къ *единству*, стремленія охватить всѣ явленія міра одной формулой. Но когда это *монистическое міровоззрѣніе* было высказано *Оствальдомъ*, оно нашло незначительное число послѣдователей. Главныхъ возраженій было три: во-первыхъ, то, что это учение было высказано въ слишкомъ отвлеченной формѣ, во-вторыхъ, то, что энергія не есть что-то самодовлѣющее, самостоятельное, отдѣльное отъ матеріи, а только проявленіе матеріи, въ-третьихъ, то, что, изгоняя изъ обихода научнаго міровоззрѣнія матерію — носителя энергіи, и, слѣдовательно, матеріальные атомы, и считая, что первооснова міра — энергія — непрерывна, не состоитъ изъ частичекъ, изъ

атомовъ, она не могла замѣнить атомной гипотезы ни въ научномъ, ни въ педагогическомъ отношеніи, особенно въ области органической химіи.

* * *

Какое же міровоззрѣніе надо считать въ настоящее время наиболѣе приемлемымъ: материализмъ или энергетика? Послѣдніе успѣхи физики дали намъ возможность отвѣтить на этотъ важный вопросъ.

Выше я уже сказалъ, что опытъ приводитъ къ представленію о матеріи, сводящему все къ электрону, и что электронъ представляетъ собою электрической зарядъ, не соединенный съ обыкновенной матеріей; кромѣ электрической энергіи въ немъ ничего нѣтъ. Электронъ, это— атомъ электричества. При этомъ признается, что атомы всѣхъ веществъ построены изъ этихъ электрическихъ атомовъ, что, стало быть, *матерія состоитъ изъ электричества, изъ энергіи, и вся область физики представляетъ собою ученіе объ электричествѣ*. Механика, съ этой точки зрѣнія, подобно оптикѣ, представляетъ собою только одинъ изъ наиболѣе обширныхъ отдѣловъ ученія объ электричествѣ, и во всѣхъ областяхъ естествознанія *механическое міровоззрѣніе должно быть замѣнено электромагнитной картиной міра...*

Здѣсь, какъ видно, основная идея энерге-

тики, идея о томъ, что начало всего существующаго суть энергія, — получаетъ полнѣйшее подтвержденіе. Но здѣсь признается и атомизмъ, т. е. главная идея матеріализма, такъ какъ электричеству приписывается атомное строеніе. Въ новомъ міровоззрѣніи входитъ основная идея энергетики и въ то же время основная идея матеріализма, но эти идеи существенно преобразованы, измѣнены.

Итакъ, въ настоящее время мы переживаемъ переходъ отъ одного естественно-научнаго и философскаго міровоззрѣнія къ другому, именно: *переходъ отъ механическаго или атомно-материалистическаго міровоззрѣнія къ электромагнитному или атомно-энергетическому, или точнѣе — къ электро-атомистическому!..*

Оствальдъ думалъ, что энергетика окончательно «преодолѣваетъ» научный матеріализмъ. Но въ этомъ пунктѣ онъ былъ, безсомнѣнно, абсолютно неправъ. Вѣдь энергетика по существу какъ разъ состояла изъ созданія мірового инварианта, аналогичнаго матеріи, построеннаго по ея образцу. А новѣйшая теоретическая физика начала *смотреть на энергію, какъ на матерію*, такъ какъ она всякое количество энергіи *материализируетъ*, приписываетъ всѣ свойства матеріи — инерцію, вѣсъ, объемъ, плотность, температуру и пр. и даже атомность. Такимъ образомъ, *на современную энергетику можно смотреть, какъ на своего рода уточнен-*

ную и преобразованную атомистику. Въ современной наукѣ, стало быть, научный материализмъ является скорѣе преодолевающей, чѣмъ преодолеваемой стороной.

Сторонники старой матеріи обыкновенно говорятъ, что энергія не можетъ существовать безъ носителя. На это *Оствальдъ* имъ отвѣчаетъ, что природа не обязана состоять изъ подлежащаго и сказуемаго. Въ электро-атомистическомъ міровоззрѣніи, такимъ образомъ, *матеріи не существуетъ*. Но это не значитъ, разумѣется, что новое міровоззрѣніе отрицаетъ вещественный міръ, независимый отъ нашего сознанія. Это означаетъ только, что передвигается тотъ предѣлъ, до котораго мы знали матерію; исчезаютъ такія свойства матеріи (непроницаемость, инертная и вѣсовая массы, объемъ, плотность и т. п.), которыя казались раньше первоначальными и неизмѣнными, которыя служили отличительными признаками, по которымъ мы узнаемъ эту сущность въ подвижномъ многообразіи явленій; теперь эти свойства признаются лишь относительными, условными, присущими лишь нѣкоторымъ состояніямъ матеріи. Но новое міровоззрѣніе нисколько не поколебало «свойство» матеріи быть объективно реальной, существовать внѣ нашего сознанія.

Мнѣ кажется, можно смѣло сказать, что соединеніе атомизма съ энергетикой, или, точнѣе, съ ученіемъ объ электричествѣ, выливается

О. Д. О. В.
им. БЕННИ

Библиотека
УЧЕБНОЙ БИБЛИОТЕКИ
№ 494

ПЕРЕНВЕНТАРИЗАЦІЯ

1937 г.

82647

4581

щеся въ форму атомно-энергетическаго изображенія вселенной, электро-атомистическаго міросозерцанія, имѣеть блестящее будущее. Можно питать большую надежду, что физикѣ, основанной на новомъ представленіи, удастся сконструировать картину міра поразительно-прекрасной простоты и ясности. Все разнообразіе чувственнаго міра, на первый взглядъ представляющееся такимъ пестрымъ и запутаннымъ, будетъ *объединено*, будетъ сведено, по видимому, къ обнаруженію единаго начала — *электричества*.

На электричество мы, такимъ образомъ, можемъ смотрѣть, какъ на *первооснову міра*, какъ на лежащую въ основѣ всего бытія Субстанцію, какъ на то неизмѣнное и устойчивое начало, откуда истекаетъ всемірная эволюція.

На этомъ пунктѣ наука подаетъ руку своей старой соперницѣ — философіи. Дѣйствительно, ученіе о субстанціи, не подлежащей эволюціи, но являющейся первоисточникомъ развитія вселенной, напоминаетъ нѣкоторыя основныя положенія школы неоплатониковъ.

Таковы главнѣйшія изъ общихъ заключеній, къ которымъ приводитъ насъ новая теорія физическихъ явленій. Они намъ показываютъ, что научная истина не есть нѣчто непреложное, неизблемое, неизмѣнное, а вѣчно мѣняющееся, вѣчно развивающееся и вѣчно непрерывно движущееся впередъ, хотя бы и не всегда прямыми

дорогами. Другими словами: мы никогда не сможем сказать, что въ наукѣ истина уже *есть*, она только постоянно *дѣлается* все болѣе и болѣе полной, все болѣе и болѣе точной. Мы, стало быть, можемъ, по крайней мѣрѣ, безконечно приближаться къ истинѣ, не достигая ея вполнѣ...

Г. А. ГУРЕВИЧЪ.

Часть первая.

Проф. Августъ Риги.

НОВАЯ ТЕОРІЯ
ФИЗИЧЕСКИХЪ ЯВЛЕНІЙ.

Рѣчь, произнесенная при открытіи
V-го съѣзда Итальянской Ассоціаціи
==== для прогресса науки. ====

Съ примѣчаніями
Г. А. Гуревича.

Вступленіе.

Физика въ исторіи развитія человѣческой мысли занимаетъ совсѣмъ особое мѣсто и, по всей вѣроятности, это мѣсто ей предстоитъ сохранить и въ будущемъ, если имѣть въ виду вліяніе, которое она оказала и все еще продолжаетъ оказывать на эволюцію многихъ другихъ наукъ, и — какъ практическую, такъ и философскую — важность всѣхъ, полученныхъ ею, результатовъ. Въ послѣдніе нѣсколько лѣтъ благодаря изысканіямъ и экспериментамъ, на первый взглядъ какъ бы имѣющимъ только узкое значеніе, но въ дѣйствительности крайне важнымъ, эта наука сама развилась и расширилась съ быстротою, которая не можетъ не вызвать чувства глубокаго изумленія.

Я имѣю въ виду, конечно, чистую физику, ту науку, которая мало заботится о практическихъ приложеніяхъ своихъ открытій и не думаетъ о матеріальныхъ удобствахъ для лицъ, сдѣлавшихъ эти открытія, — науку, которая своею наивысшею задачей считаетъ установленіе тѣхъ великихъ законовъ, управляющихъ явленіями въ мертвой природѣ, и нахожденія для нихъ какого-нибудь пріемлемаго объясне-

нія; я имѣю въ виду ту науку, которая заслуживаетъ наименованія «натурфилософіи», какъ ее продолжительное время называли прежде и какъ ее часто называютъ еще и теперь, особенно въ Англии ¹⁾).

Конечно, я чувствую, что эти мои защитительныя слова могутъ меня легко заклеить, какъ преувеличеніе, или, въ лучшемъ случаѣ, могутъ посмотрѣть на нихъ снисходительно, какъ на слова влюбленнаго, въ которомъ страсть затмила разумъ. Но если мнѣ удастся хоть сколько-нибудь успѣшно справиться съ поставленной себѣ задачей, если я сумѣю въ небольшой рѣчи, обращенной къ аудиторіи, избранной и привыкшей къ научному мышленію, но все-таки въ большинствѣ не спеціалистовъ-физиковъ, — дать ясное представленіе о новомъ и многообѣщающемъ теченіи въ физикѣ,

¹⁾ Великій физикъ и физиологъ Германъ Гельмгольцъ говоритъ: «Изъ всѣхъ естественныхъ наукъ физика дѣлаетъ самыя широкія обобщенія, выясняетъ смыслъ и значеніе основныхъ понятій и содержитъ принципы научной методикі для всѣхъ опытныхъ наукъ». Это вполне понятно. Въ самомъ дѣлѣ, ни одна наука не можетъ похвастать въ такой мѣрѣ разработанными и точными теоріями, какъ физика, ни одна естественно-научная дисциплина такъ мало не останавливается на одномъ установленіи фактовъ, ни одна дисциплина не имѣетъ въ такой мѣрѣ возможность идти дальше того, какъ физика. Она въ такой мѣрѣ обобщаетъ эти фак-

тогда вы будете въ состояніи правильнѣе оцѣнить мои слова и найдете въ нихъ твердое основаніе, признаете ихъ правдивыми и справедливыми.

Моя задача трудна, и, можетъ быть, всѣ мои усилія окажутся недостаточными для достойнаго ея выполненія. Мнѣ, можетъ быть, поэтому, вовсе не слѣдовало бы за нее браться; но моя нерѣшительность была побѣждена желаніемъ почитать науку, которой, съ тѣхъ поръ, какъ научился владѣть мыслью, я посвятилъ всю свою энергію, и любезной настойчивостью президента нашего Общества, съ которымъ меня связываетъ самая сердечная дружба вотъ уже четверть вѣка.

Рѣчь моя не будетъ отличаться изящностью и красотой, какой ей приличествовало бы быть въ настоящей обстановкѣ; мнѣ придется изла-

ты и сводить ихъ къ весьма небольшому числу основныхъ принциповъ, но она больше всѣхъ другихъ естественно-научныхъ дисциплинъ можетъ быть поставлена въ образецъ другимъ. Такимъ образомъ, изъ всѣхъ естественныхъ наукъ философскій инстинктъ находитъ сильнѣйшее свое удовлетвореніе именно въ чистой физикѣ, — физикѣ теоретической. Въ связи съ этимъ знаменитый философъ Эдуардъ Гартманнъ и замѣчаетъ, что «въ теченіе послѣдняго столѣтія экспериментальная физика все болѣе и болѣе становилась предверіемъ къ храму физической науки, святая святыхъ котораго является только физика теоретическая».

гать подробности и касаться вещей незначительныхъ или могущихъ показаться таковыми; но я имѣю въ виду извѣстную цѣль, и я долженъ выбрать лучшей путь для ея достиженія, жертвуя всѣмъ краткости и ясности.

I. ЗНАЧЕНИЕ ГИПОТЕЗЪ ВЪ ФИЗИКЪ.

Давно отошла уже въ глубь прошлаго время гипотетическихъ «невѣсомыхъ» жидкостей, которыя придумывались и допускались въ качествѣ носителя физическихъ явленій; далеко отъ насъ въ настоящее время также волнообразная теорія въ томъ видѣ, который ей придалъ *Френель*, и съ помощью которой по устраненіи свѣтоносной жидкости, были произведены изумительно полныя и стройныя изслѣдованія многихъ явленій лучеиспусканія. Въ настоящее время господствующей теоріей въ этой области является электромагнитная теорія свѣта; согласно этой теоріи, большей частью которой мы обязаны генію *Максвелля*, всѣ явленія излученія сводятся въ концѣ концовъ къ электрическимъ процессамъ. Теорія эта пробивалась мало-по-малу и получила окончательное утвержденіе, когда *Герцъ* своими простыми и весьма остроумными экспериментами далъ ей прочное экспериментальное основаніе. Другіе ученые продолжали работу этого великаго физика, такъ преждевременно похищеннаго смертью, упрочили ея основы и сдѣлали ее весьма удобопонятной, когда они при помощи разно-

образныхъ опытовъ наглядно показали, что всѣ факты, которые мы относимъ къ области оптики или къ тепловымъ лучеиспусканіямъ, могутъ быть точнѣйшимъ образомъ воспроизведены при помощи достаточно быстрыхъ электрическихъ колебаній или быстро и правильно чередующихся короткихъ токовъ. При нѣкоторыхъ извѣстныхъ условіяхъ такія колебанія порождаютъ, напримѣръ, разрядъ конденсатора, который, какъ всѣмъ извѣстно, можно получить, если соединить обѣ его обкладки, имѣющія разноименные электрическіе заряды ¹⁾).

Опыты эти окончательно подтвердили то, что уже и раньше было предвидѣно нѣкоторыми избранными умами, а именно, что электриче-

¹⁾ Знаменитые опыты Генриха Рудольфа Герца были произведены въ 1888 году, черезъ 25 лѣтъ послѣ опубликованія теоріи Джемса Клерка Максвелля, установившей тѣснѣйшую связь между свѣтовыми колебаніями и электромагнитными волнами, давшей возможность объединить двѣ группы различныхъ физическихъ явленій. Герць не только открылъ электромагнитные лучи, т. е. тѣ самые лучи, которыми пользуются въ телеграфіи безъ проводовъ, но и показалъ, что скорость ихъ распространенія равна скорости свѣта, что они преломляются, отражаются и вообще подчиняются тѣмъ же законамъ, что и лучи свѣта. Эти опыты не оставили никакого сомнѣнія въ томъ, что свѣтовыя волны ни что иное, какъ электромагнитныя волны весьма малой длины, что отношеніе между тѣми и другими

скія и магнитныя силы не принадлежать, какъ это долгое время думали, къ силамъ, дѣйствующимъ на разстояніе и мгновенно, но что онѣ являются проявленіемъ внутреннихъ силъ того мірового ээира, существованіе котораго считается необходимымъ, такъ какъ безъ него остаются необъясненными большое количество фактовъ; передача же этихъ силъ происходитъ не мгновенно, но со скоростью около 300.000 километровъ въ секунду.

Итакъ, субстанція - электричество въ связи съ субстанціей - матеріей и субстанціей - ээиромъ могутъ образовать фундаментъ для общаго изслѣдованія явленій естественнаго міра.

Небезполезно здѣсь будетъ указать, какъ

можно сравнить съ отношеніемъ очень высокихъ звуковъ къ самымъ низкимъ. Впослѣдствіи нашъ знаменитый, недавно скончавшійся физикъ П е т р ь Н и к о л а е в и ч ь Л е б е д е в ь довелъ опыты Герца до совершенства и, приблизивъ размѣры электрическихъ волнъ къ волнамъ свѣта, еще нагляднѣе подтвердилъ электромагнитную теорію свѣта, это великое твореніе человѣческаго генія, которое, какъ выразился Герцъ, «какъ будто умнѣ насъ, умнѣ даже своего автора», т. е. содержать въ себѣ несравненно больше того, чѣмъ можетъ усмотрѣть сразу кто-либо. Замѣчу, что эти ученые похищены смертью въ такихъ годахъ, въ которыхъ ученая дѣятельность очень часто развивается наиболѣе полно. М а к с в е л л ь скончался 48 лѣтъ (не доживъ до экспериментальнаго подтвержденія его теоріи), Герцъ — 36 лѣтъ, Лебедевъ — 46 лѣтъ.

различно смотреть и съ какой почти партійной страстностью отстаиваются эти возрѣнія на эти три основныхъ субстанціи. Въ самомъ дѣлѣ, всѣ безъ труда принимаютъ, какъ самую естественную и обычную вещь, существованіе матеріи, считаютъ ее чѣмъ-то вполне понятнымъ, но въ то же время не желаютъ безъ достаточно убѣдительныхъ доказательствъ допустить существованіе эѳира и электричества и считаютъ, что природа ихъ безусловно загадочна и таинственна. Но стоитъ хоть немного серьезно подумать, чтобы понять, что сущность матеріи съ характеризующимъ ее свойствомъ инерціи, быть можетъ, содержитъ въ себѣ не менѣе глубокую тайну, чѣмъ эѳиръ или электричество. Такимъ образомъ, общее изслѣдованіе физическихъ фактовъ исходитъ изъ допущенія трехъ субстанцій, сущность которыхъ мы теперь не понимаемъ и, быть можетъ, никогда не поймемъ.

Таковы были, вкратцѣ, всего нѣсколько лѣтъ тому назадъ, фундаментальныя понятія естественно-научной философіи; вытекавшія непосредственно изъ физическихъ изслѣдованій, они составляли въ своей совокупности великую гипотезу или теорію, построенную на извѣстныхъ въ то время фактахъ.

И здѣсь мы имѣемъ случай убѣдиться, что ни одна общая теорія изъ всѣхъ, возникновеніе которыхъ возможно въ пылкомъ, но дисци-

плинированномъ воображеніи ученаго, не можетъ стать господствующей въ физикѣ, если она — даже съ количественной стороны — не вполне согласуется со всѣми тѣми фактами, для истолкованія которыхъ она и была создана, и если при провѣркѣ она не проявила способности предвидѣть новые факты, которые затѣмъ не нашли бы точное опытное подтвержденіе. Пучительныхъ примѣровъ такихъ теоретическихъ предсказаній, блестяще подтвержденныхъ опытомъ, слишкомъ много. Напомнимъ хотя бы классическій примѣръ конической рефракціи, въ доказательствѣ которой вычисления опередили экспериментъ, или же всѣмъ извѣстный примѣръ изъ области астрономіи, а именно открытіе планеты Нептуна, который былъ найденъ, такъ сказать, въ формулахъ раньше, чѣмъ въ полѣ зрѣнія телескопа.

Электрическія явленія, которыя послѣдними явились обогатить и расширить область физики, получили господствующее значеніе. Истолковать ихъ лишь съ помощью матеріи и эѳира — совершенно напрасная попытка. Поэтому и послѣ появленія электромагнитной теоріи свѣта приходилось говорить объ электричествѣ, какъ объ особой вещи, или не стараясь ближе опредѣлить его, или — и болѣе искренно — смотрѣть на него, какъ и во времена первыхъ открытій въ области электричества, какъ на нѣ-

которую невѣсомую жидкость, сущность которой для насъ непонятна.

Но вотъ въ послѣдніе нѣсколько лѣтъ быстро послѣдоваль цѣлый рядъ новыхъ открытій, которыя придали нашей наукѣ новое направленіе, нисколько не измѣняя значенія уже признанныхъ законовъ. Исходя изъ экспериментальныхъ изысканій, а также остроумныхъ и удачныхъ догадокъ, которыми мы обязаны плеядѣ физиковъ, въ которой, точно звѣзды первой величины, блестятъ имена *Томсона* (въ Кембриджѣ) и *Лоренца* (въ Лейденѣ), и не менѣе того благодаря правильному объясненію нѣкоторыхъ старыхъ опытовъ, особая важность которыхъ не была оцѣнена въ свое время, пришлось признать, что электричество представляетъ собою не непрерывную жидкость, а напротивъ, ее нужно разсматривать, какъ образованную изъ мельчайшихъ частицъ, которыя теперь называются *электронами*. Иными словами, необходимо и для электричества допустить прерывное строеніе, подобное тому, которое мы допускаемъ для вѣсомой матеріи.

Но не въ этомъ только заключается эта происшедшая на нашихъ глазахъ эволюція. Въ самомъ дѣлѣ, нѣкоторыя изъ тѣхъ понятій, которыя раньше считались незыблемыми, теперь оказались глубоко потрясенными, какъ, наприкладъ, недѣлимость атома, невозможность превратить данный атомъ въ другой, химически

отличный отъ него, или, по крайней мѣрѣ, получить одинъ изъ другого, а также и вѣчная неизмѣнность самихъ атомовъ.

Всѣ эти результаты удалось достигнуть благодаря настойчивому примѣненію метода изслѣдованія, который недавно имѣлъ больше противниковъ, чѣмъ сторонниковъ.

Лѣтъ тридцать-сорокъ тому назадъ, физики, выражая свою гордость только что установленнымъ принципомъ сохраненія энергіи, обыкновенно, мало обращали вниманія на научныя гипотезы, посредствомъ которыхъ нѣкоторые пробовали удовлетворить инстинктивную потребность человѣка — познавать первопричины наблюдаемыхъ явленій. Въ то время наиболѣе выдающіеся физики, главнымъ образомъ, направляли свою дѣятельность на тщательныя и кропотливыя измѣренія, на возможно болѣе точное опредѣленіе числовыхъ значеній найденныхъ постоянныхъ, на обнаруженіе и изслѣдованіе деталей естественныхъ явленій либо, въ благопріятномъ случаѣ, на изобрѣтеніе новыхъ экспериментальныхъ методовъ, позволяющихъ надежно рѣшить вопросъ о томъ, какъ выбрать между противоположными гипотезами. И только въ глубинѣ души всѣ, быть можетъ, понимали, какую безграничную услугу могутъ оказать намъ «хорошія» гипотезы въ дѣлѣ отысканія новыхъ способовъ изслѣдованія. Воспользовавшись же ихъ услугами, ихъ старались забы-

вать, а когда приходилось о нихъ упоминать, то лишь какъ объ обыкновенныхъ искусственныхъ *моделяхъ*; тѣ же, кто приписывалъ этимъ гипотезамъ философское значеніе, неоднократно подвергались осмѣянію ¹⁾).

Въ настоящее время, напротивъ, большинство ученыхъ начинаютъ отдавать предпочтеніе другому методу изслѣдованія, который хотя и можно назвать, пожалуй, не настолько строгимъ, но который, безсомнѣнно, является зна-

¹⁾ Такой методъ изслѣдованія не могъ, конечно, не повліять въ концѣ-концовъ на настроеніе ученыхъ. Многие почувствовали, что великія основныя истины уже вполне открылись передъ человѣческимъ взоромъ, и что теперь осталось только работать надъ менѣе важными деталями, — что наука приходитъ къ концу. Такъ, на примѣръ, около 1878 г. предсѣдатель одного извѣстнаго химическаго общества въ своей годичной рѣчи увѣрялъ своихъ слушателей, что эра открытій въ химіи закончена и что поэтому слѣдуетъ исключительно обратить вниманіе на классификацію извѣстныхъ явленій и на провѣрку нѣсколькихъ десятичныхъ дробей въ той или иной постоянной. Послѣднія открытія въ физикѣ показываютъ, насколько ложно было это предсказаніе, какъ и вообще всѣ крики о «банкротствѣ науки» и всѣ жалобы о пессимистическомъ настроеніи ученыхъ. Никто теперь уже не думаетъ, что мы когда-нибудь увидимъ конецъ или предѣлъ знанія. Каждый шагъ впередъ открываетъ передъ нами новый, болѣе широкій и болѣе великолѣпный горизонтъ. Но за этимъ горизонтомъ — опять безконечность.

чительно болѣе остроумнымъ и значительно болѣе продуктивнымъ. Въ настоящее время уже такъ не страшатся объяснительныхъ гипотезъ и, забывъ о прежнемъ раздутымъ недовѣріи, пользуются интуиціей и воображеніемъ въ самыхъ широкихъ размѣрахъ. Это — драгоценныя орудія, которыя не только не могутъ принести пользы, но даже повредить, если пользующійся ими не имѣетъ ни спеціальной опытности, ни достаточнаго благоразумія, но въ рукахъ того, кто имѣетъ эти качества и еще способность къ широкимъ обобщеніямъ, они, какъ показываетъ послѣднее десятилѣтіе, даютъ результаты, цѣнность которыхъ весьма высока.

Краткость имѣющагося въ моемъ распоряженіи времени не позволяетъ мнѣ дать полнаго историческаго обзора послѣднихъ открытій и потому я вынужденъ ограничиться только бѣглымъ перечнемъ самыхъ выдающихся.

II. ПРИРОДА КАТОДНЫХЪ ЛУЧЕЙ.

Всѣ тѣ, кто даже не посвятили себя изученію физики, хорошо знакомы съ электрическими разрядами въ ихъ различныхъ формахъ — отъ яркой трескучей искры до безшумнаго свѣченія разрѣженного газа, или, оставляя предѣлы лабораторіи физика, отъ страшнаго и импонирующаго удара грома до спокойнаго полярнаго сіянія, знакомы также съ разницей, почти всегда замѣчаемой въ свѣтѣ электрическаго разряда, а именно, въ его противоположныхъ концахъ, около того или другого изъ *электродовъ*, какъ названы тѣ два проводника, между которыми происходитъ разрядъ.

Опыты надъ разрядами всегда являются одними изъ красивѣйшихъ и представляютъ вообще большой научный интересъ. И несмотря на это, когда полстолѣтія тому назадъ ¹⁾ одинъ изъ наиболѣе выдающихся нѣмецкихъ физиковъ *Плюккеръ* открылъ недалеко отъ *катода*, или отрицательнаго электрода новое явленіе, а именно — свѣченіе стѣнокъ трубки съ разрѣженнымъ газомъ, въ которой производились

¹⁾ Именно — въ 1858 году.

разряды, никто не могъ предвидѣть, къ какимъ чрезвычайно важнымъ результатамъ приведетъ этотъ опытъ.

Нѣсколько лѣтъ спустя другой талантливый экспериментаторъ, *Гитторфъ*, доказалъ, что, открытое его учителемъ, яркое свѣченіе стекла происходитъ отъ невидимыхъ прямолинейныхъ лучей, испускаемыхъ катодомъ (и потому позднѣе названныхъ *катодными лучами*), такъ какъ, если помѣститъ между катодомъ и стѣнкой какой-нибудь предметъ, то этотъ предметъ отбрасываетъ на стѣнку свою тѣнь.

Физики мало интересовались этимъ явленіемъ до *Крукса*, который вторично открылъ его, воспроизвелъ въ различныхъ, крайне остроумныхъ и блестящихъ видахъ, подвергъ его основательному изученію и предложилъ для его объясненія свою гипотезу *лучистой матеріи*. Оспариваемая и отрицаемая нѣкоторое время значительнымъ большинствомъ физиковъ, эта гипотеза въ настоящее время восторжествовала, по крайней мѣрѣ, въ своихъ основныхъ положеніяхъ. Согласно этой гипотезѣ катодные лучи представляютъ собою движущіяся матеріальныя частички, заряженныя отрицательнымъ электричествомъ, вылетающихъ съ громадной скоростью изъ катода въ направленіяхъ, перпендикулярныхъ къ его поверхности. Частицы эти, падая на различныя тѣла, во многихъ случаяхъ не вызываютъ явленія свѣченія, но,

вслѣдствіе частичнаго превращенія ихъ энергіи движенія въ теплоту, всегда нагрѣваютъ эти тѣла. Онѣ же при этихъ условіяхъ заставляютъ тѣла, на которыя падаютъ, испускать тѣ, открытые *Рентгеномъ*, знаменитые лучи, о замѣчательныхъ и часто драгоцѣнныхъ дѣйствіяхъ которыхъ слышали въ настоящее время всѣ. Эти же частички обуславливаютъ явленіе тѣни, которое наблюдалъ *Гитторфъ* и которое съ тѣхъ поръ называется всегда явленіемъ *электрической тѣни*; въ самомъ дѣлѣ, послѣднее вполне естественно должно произойти, когда какое-либо препятствіе не дастъ части частицъ добраться до стѣнки трубки или вообще до какого-нибудь экрана, надлежащимъ образомъ поставленнаго, на которомъ при посредствѣ различныхъ, обыкновенно электрическихъ, приспособленій и обнаруживается возникновеніе тѣни ¹⁾).

Но *Герцу* удалось констатировать тотъ фактъ, что катодные лучи имѣютъ свойство

¹⁾ «Лучистая матерія», подъ именемъ котораго *Круксъ* въ 1879 г. и описалъ катодные лучи, представляетъ, по его убѣжденію, особое состояніе матеріи — «четвертое состояніе матеріи», — такъ какъ она не можетъ быть ни въ одномъ изъ трехъ извѣстныхъ намъ состояній: ни въ твердомъ, ни въ жидкомъ, ни въ газообразномъ. Хотя это названіе, какъ видно изъ текста, и подходитъ къ катоднымъ лучамъ гораздо лучше, чѣмъ полагали въ то время и еще много лѣтъ позже въ научномъ мірѣ, въ на-

проникать черезъ тонкія металлическія пластинки. А это послужило, повидимому, непреодолимымъ препятствіемъ для гипотезы *Крукса* и привело къ возникновенію новой, хотя и довольно неопредѣленной, гипотезы, которая рассматривала испускаемые катодомъ лучи, если не прямо, какъ свѣтовые лучи, то, по крайней мѣрѣ, какъ нѣкоторое сходное явленіе, распространяющееся въ эфирѣ подобно свѣтовымъ волнамъ.

Въ настоящее же время, какъ показало изученіе явленій радіоактивности, это возраженіе уже не имѣетъ ровно никакого значенія. Но, какъ бы то ни было, послѣдняя гипотеза была подхвачена всѣми, такъ что въ теченіе продолжительнаго времени во всемъ мірѣ невозможно было бы насчитать изъ числа физиковъ больше трехъ или четырехъ человекъ, которые гипотезу *Крукса* признавали бы вполне правильной.

Изъ числа этихъ немногихъ, тотъ, кто въ на-

стоящее время было бы болѣе удачно называть ихъ «лучистымъ электричествомъ», такъ какъ эти лучи состоятъ не изъ наэлектризованныхъ матеріальныхъ атомовъ, а изъ гораздо меньшихъ частицъ — изъ «атомовъ электричества» (электроновъ). На послѣдніе въ настоящее время немало ученыхъ смотрятъ, какъ на связь между матеріей и энергіей, какъ бы какъ на «первоначало» видимаго міра. И вотъ поразительно то, что *Круксъ* уже въ то время придерживался такого взгляда, что видно изъ слѣдующихъ его словъ: «Изучая четвертое, лучистое состояніе ма-

стоящій моментъ имѣеть высокую честь говорить передъ вами, долгое время занимался изученіемъ явленія, подобнаго катоднымъ лучамъ и наблюдаемаго при опредѣленныхъ условіяхъ, но уже не въ крайне разрѣженномъ газѣ, а въ газѣ при высокомъ давленіи, напимѣръ, въ свободной атмосферѣ. Здѣсь тоже образуется электрическая тѣнь, и я показалъ, что она несомнѣнно происходитъ благодаря наэлектризованнымъ частицамъ, движущимся подъ дѣйствіемъ электрическихъ силъ, и появляется всегда, если только какое-нибудь препятствіе задерживаетъ часть этихъ частицъ. Я высказалъ мнѣніе, что эти частицы должны быть наэлектризованными атомами или группами атомовъ того газа, въ которомъ производится опытъ, что теперь признается всѣми, но если это такъ, то ихъ движенія должны совершаться по тѣмъ,

теріи, мы, какъ мнѣ кажется, имѣемъ подъ руками и въ сферѣ нашихъ изслѣдованій тѣ первичные атомы матеріи, изъ которыхъ, какъ вполне основательно предполагають, состоятъ всѣ тѣла природы. Мы видимъ, что лучистая матерія по однимъ своимъ свойствамъ такъ же матеріальна, какъ вотъ этотъ столъ, по другимъ — она скорѣе похожа на лучистую энергію. Мы, дѣйствительно, коснулись той пограничной области, гдѣ матерія и энергія переходятъ одна въ другую. Я думаю, что величайшія задачи будущаго найдутъ именно въ этой пограничной области свое разрѣшеніе; болѣе того, здѣсь, какъ мнѣ кажется, лежитъ граница всего реального міра!»

обыкновенно, кривымъ линіямъ, которыя называются силовыми линіями. Соотвѣтствующіе опыты вполне подтвердили это заключеніе.

Эти опыты представляютъ — правда, лишь въ видѣ аналогіи — подтвержденіе гипотезы *Крукса*. Но людямъ вообще не легко отказаться отъ мнѣнія, которое они излагали настойчиво и публично въ теченіе ряда лѣтъ, и потому возраженіе не заставило себя долго ждать. А именно, было высказано сомнѣніе, не выполняютъ ли неисчислимыя и мельчайшія твердыя частицы, находящіяся всегда въ подвѣшенномъ состояніи, въ нашей атмосферѣ, того, что я приписывалъ наэлектризованнымъ молекуламъ или атомамъ.

Но достаточно было показать, что электрическую тѣнь можно получить даже въ томъ случаѣ, если газъ или воздухъ, въ которомъ производится опытъ, какимъ-нибудь способомъ напимѣръ, фильтрованіемъ, освобожденъ отъ малѣйшихъ слѣдовъ пыли, и выставленное возраженіе было устранено. Мое убѣжденіе поэтому осталось твердымъ, ничѣмъ не поколебленнымъ. И, начиная съ того отдаленнаго времени и кончая настоящимъ днемъ, мысль о томъ, что распространеніе электричества черезъ газъ есть явленіе переноса, производимаго наэлектризованными матеріальными частицами, движущимися подъ дѣйствіемъ электрической силы, вдохновила большую часть моихъ экспери-

ментальныхъ работъ, которыя всегда давали предвидѣнные или могущіе быть предвидѣнными результаты.

Въ то же время молодой и выдающійся французскій физикъ *Перренъ* доказалъ, что катодные лучи въ самомъ дѣлѣ являются носителями отрицательнаго электричества. Другіе изслѣдователи, отчасти впоследствии, отчасти еще раньше обнаружили, что эти лучи измѣняютъ свою форму и искривляются, если ихъ подвергнуть раздѣльному или одновременному дѣйствию электрическихъ и магнитныхъ силъ.

Всѣ эти явленія вполне согласовались со всѣмъ тѣмъ, къ чему приводила на основаніи законовъ электромагнетизма гипотеза *Крукса*, но противорѣчили всему тому, чему учила другая гипотеза. Наконецъ, *Томсону* удалось различными методами, давшими тѣмъ не менѣе одинаковые результаты, не только измѣрить количество электричества, переносимое каждой частичкой въ отдѣльности, но и опредѣлить какъ массу ея, такъ и скорость ея движенія.

Достигнутые такимъ путемъ результаты озарили яркимъ свѣтомъ вопросъ о природѣ катодныхъ лучей.

Въ самомъ дѣлѣ, хотя скорость движенія частичекъ, составляющихъ катодные лучи, громадна, она все-таки, несомнѣнно, меньше скорости распространенія свѣта, а это разрушаетъ фундаментъ у гипотезы, старающейся замѣнить

гипотезу *Крукса*. Измѣреніе массы привело къ еще болѣе важному результату, такъ какъ тутъ получилась величина чрезвычайно малая — гораздо меньше, чѣмъ это можно было предвидѣть, а именно, *около одной двухтысячной массы одного атома водорода*. Также одновременно съ этимъ было доказано, что масса каждой частички не зависитъ отъ тѣхъ условій, въ которомъ былъ произведенъ опытъ, — ни отъ природы и давленія газа, въ которомъ образуются катодные лучи, ни отъ природы электродовъ и т. д.

Такимъ образомъ, эти частички не могли быть атомами, а тѣмъ болѣе молекулами какого-нибудь изъ извѣстныхъ тѣлъ. Быть можетъ, это былъ неизвѣстный химическій элементъ, атомный вѣсъ котораго значительно меньше, чѣмъ у всѣхъ извѣстныхъ элементовъ? Но въ такомъ случаѣ является вопросъ, какимъ образомъ это новое вещество могло возникнуть въ любомъ газѣ и въ присутствіи электродовъ, изготовленныхъ изъ какого угодно металла? ¹⁾

¹⁾ Какъ видно будетъ немного дальше, эти частички представляютъ собою электроны, т. е. то, что въ системѣ современныхъ знаній считаютъ атомами электрической энергіи. Однако, въ философскомъ міровоззрѣніи нѣкоторыхъ выдающихся химиковъ электронъ занимаетъ мѣсто химическаго элемента. Знаменитый Вильямъ Рамзей находитъ, что пониманіе электрона, какъ химическаго элемента, гораздо естественнѣе, чѣмъ всякое другое понима-

Плохо пришлось бы наукѣ, если бы, столкнувшись съ такой загадкой, физики изъ трусости или изъ преувеличеннаго благоразумія не осмѣлились вдохновиться интуиціей. Къ счастью, этого не случилось, такъ какъ напротивъ въ умѣ многихъ и, повидимому, одновременно, сразу появилось смѣлое предположеніе, которое отождествляло эти частички съ электричествомъ. Произошло это слѣдующимъ образомъ.

Законы электромагнетизма учатъ, что на-

 ніе, и потому Р а м з е й готовъ отнести для этого новаго элемента мѣсто въ нулевой группѣ періодической системы въ ряду инертныхъ газовъ: гелія, неона, аргона, криптона и ксенона. — За отсутствіемъ у электроновъ способности къ образованію какихъ-нибудь химическихъ соединений, конечно, нулевая группа является наиболѣе подходящимъ мѣстомъ для элемента — электрона. Что касается мѣста этого новаго элемента среди инертныхъ газовъ, то ясно, что по своему атомному вѣсу, въ двѣ тысячи разъ меньшему, чѣмъ атомный вѣсъ водорода, электронъ долженъ занять самое верхнее мѣсто въ нулевой группѣ среди извѣстныхъ до сихъ поръ элементовъ. Какъ извѣстно, Менделѣевъ въ 1903 г. высказалъ мнѣніе, что самое верхнее мѣсто въ нулевой группѣ элементовъ занимаетъ гипотетическій элементъ, который онъ предложилъ назвать ньютоніемъ въ честь великаго Н ь ю т о н а, имѣющій вѣсъ, близкій къ одной миллионной долѣ вѣса водороднаго атома; этотъ ньютоній, по Менделѣеву, есть легчайшій элементарный газъ, наполняющій вселенную и играющій роль мірового эфира.

электризованное тѣло, находящееся въ движеніи, кажется намъ обладающимъ большей инерціей, чѣмъ въ нейтральномъ состояніи, и, стало быть, большей массой, чѣмъ оно имѣетъ въ дѣйствительности. Кромѣ того, эта кажущаяся часть массы возрастаетъ вмѣстѣ съ возрастаніемъ скорости тѣла ¹⁾. Такимъ образомъ мы приходимъ къ заключенію, что если мы представимъ себѣ первоначальную массу равной

¹⁾ Опыты показываютъ, что электрическій токъ, по прекращеніи дѣйствія вызывающей его силы, еще движется немного въ прежнемъ направленіи. Наоборотъ, если мы соединимъ проволокой положительно и отрицательно заряженное тѣло, то происходящій при этомъ токъ течетъ сначала медленно и только постепенно достигаетъ своей полной величины. Выходитъ такъ, какъ будто токъ обладаетъ инерціей. Происходитъ это оттого, что вначалѣ токъ затрачиваетъ часть своей энергіи на образованіе магнитнаго поля и только по образованіи послѣдняго, онъ течетъ съ нормальной силой. Наоборотъ, при прекращеніи дѣйствія силы, вызывающей токъ, исчезаетъ окружающее токъ магнитное поле, и освобождающаяся при этомъ магнитная энергія влечетъ токъ еще немного и по прежнему направленію. — Въ настоящее время признается, что токъ состоитъ изъ летящихъ внутри проводника, вдоль него частицъ отрицательнаго электричества — электроновъ. Но если такъ, то, когда электронъ приходитъ въ движеніе, должно образоваться магнитное поле. Когда электронъ движется, то приходится принимать въ расчетъ двоякаго рода инерцію, — обыкновенную инерцію, называемую «обыкновенной» массой элек-

нулю и, стало быть, будемъ разсматривать движеніе простаго электрическаго заряда, то этотъ зарядъ обнаружить нѣкоторую массу и, такимъ образомъ, будетъ симулировать инерцію, т. е. самое характерное свойство матеріи. Отсюда мы приходимъ къ вполнѣ естественному заключенію, что частички, изъ которыхъ образованы катодные лучи, суть не что иное, какъ частицы электричества, а именно — отрицательнаго электричества, либо электроны, которые, вслѣдствіе движенія, кажутся намъ обладающими опредѣленной инерціей, либо же электроны, изъ которыхъ каждый въ отдѣльности соединенъ съ мельчайшей частицей обыкновенной матеріи. Этотъ путь и привелъ физиковъ къ новому воззрѣнію, согласно которому *электричество не можетъ быть разсматриваемо уже,*

трона, и «кажущуюся» инерцію, такъ какъ движущаяся масса обладаетъ электрическимъ зарядомъ. То же самое будетъ, когда движущійся электронъ долженъ притти въ состояніе покоя; для этого нужно сначала привести въ состояніе покоя «обыкновенную» массу, затѣмъ уничтожить электромагнитное поле, порожденное движущимся зарядомъ. Мы можемъ, поэтому, сказать, что всякій электронъ обладаетъ по отношенію къ инерціи — двоякаго рода массой, — дѣйствительной, обыкновенной массой и обусловленной его зарядомъ, кажущейся массой; первая масса постоянна, независимо отъ скорости движенія, вторая же измѣняется съ измѣненіемъ скорости движенія.

какъ непрерывная жидкость, а напротивъ, ему должно быть приписано прерывное строеніе, аналогичное строенію въсистой матеріи.

Гипотеза эта скоро оказалась настолько удовлетворительной что въ этомъ направленіи пришлось сдѣлать еще и дальнѣйшій шагъ, а именно — пришлось допустить, что *атомы обыкновенной матеріи являются только системами электроновъ, или что инерція атомовъ суть не что иное, какъ кажущаяся или электромагнитная инерція образующихъ ихъ электроновъ* ¹⁾. Въ такомъ случаѣ нейтральный, т. е. незаряженный, атомъ можно разсматривать, какъ систему, образованную изъ опредѣленнаго числа отрицательныхъ и такого же числа положительныхъ электроновъ. Впрочемъ, нѣкоторые серьезные мотивы заставляютъ насъ отдать предпочтеніе другому представленію, согласно которому положительная часть атома представляетъ собою самостоятельный комплексъ, нѣчто вродѣ большого положительнаго электрона, внутри

¹⁾ Это допущеніе производитъ ошеломляющій переворотъ во всемъ нашемъ физическомъ міровоззрѣніи. Въ самомъ дѣлѣ, говоря, что «атомы обыкновенной матеріи являются только системами электроновъ», мы тѣмъ самымъ ясно и недвусмысленно говоримъ, что матерія состоитъ всецѣло изъ электричества, что кромѣ электричества въ ней ничего нѣтъ. Эта книга, мой письменный столъ, я самъ, этотъ домъ, въ которомъ я живу, вы сами, все, васъ окружающее, весь міръ, — все это только электриче-

котораго находятся отрицательные электроны, быстро движущіеся на подобіе планетъ въ солнечной системѣ.

Чтобы быть вполне справедливымъ, нужно здѣсь замѣтить, что такое подробное описаніе строенія атомовъ не является входящимъ въ предѣлы научнаго благоразумія и потому должно быть признано недостаточно обоснованнымъ.

Въ самомъ дѣлѣ, въ то время, какъ гипотеза объ электрической природѣ матеріи вытекаетъ изъ основнаго философскаго представленія, упомянутая специальная гипотеза о структурѣ атомовъ, хотя и находитъ массу косвенныхъ подтвержденій, но все-таки признается еще всѣми только рабочей гипотезой, вдохновляющей къ новымъ работамъ. Совершенно произвольнымъ можетъ показаться также и то, что отрицательнымъ электронамъ придается наибольшее значеніе. Но на это наводятъ—даже болѣе, къ этому принуждаютъ—твердо уста-

ство. Но въ такомъ случаѣ физическія явленія уже не могутъ быть объяснены съ точки зрѣнія механики, какъ въ этомъ были убѣждены всѣ физики: вся область физики представляетъ собою ученіе объ электричествѣ, и во всѣхъ остальныхъ областяхъ естествознанія механическое міровоззрѣніе должно быть замѣнено «электромагнитной картиной міра», т. е. материализмъ долженъ уступить мѣсто энергетикѣ.

новленные факты. Дѣйствительно, всѣ попытки доказать независимое существованіе положительныхъ электроновъ, аналогичныхъ отрицательнымъ электронамъ, изъ которыхъ состоятъ катодные лучи, оказались тщетными. А наоборотъ, нѣсколько лѣтъ тому назадъ открытое *Зееманомъ* магнито-оптическое явленіе, на подробномъ описаніи котораго я не имѣю здѣсь возможности останавливаться, и состоящее въ томъ, что всякій обыкновенный лучъ, испускаемый газомъ, замѣняется другимъ лучемъ съ отличнымъ періодомъ колебанія, если повліять на него большой магнитной силой, — это явленіе можетъ быть вполне объяснено только тогда, когда допустимъ, что свѣченіе газа порождено колебаніями отрицательныхъ электроновъ, а не положительныхъ.

Поэтому-то отрицательные электроны называются обыкновенно просто электронами, такъ что, если мы произносимъ это слово безъ специальныхъ указаній, то мы должны его всегда понимать въ смыслѣ отрицательнаго электрона.

III. ИОНЫ И ЭЛЕКТРОНЫ.

Какъ только такимъ путемъ была выяснена природа катодныхъ лучей, появилась возможность понять въ общихъ чертахъ и то, какимъ образомъ происходитъ распространение электричества въ различныхъ тѣлахъ и, въ частности, въ газахъ. Въ этихъ послѣднихъ разнообразіе явленій, нерѣдко блестящихъ и всегда весьма интересныхъ, было настолько велико, что о него разбивалось все остроуміе физиковъ, пытавшихся согласовать и объяснить ихъ какимъ-нибудь простымъ и удовлетворительнымъ образомъ, между тѣмъ, какъ о способѣ, по которому происходитъ распространение тока въ жидкостяхъ, имѣлось уже достаточно полное представленіе.

Съ давнихъ поръ знали или по крайней мѣрѣ вѣрили, какъ и теперь еще вѣрятъ, что распространение электричества въ растворахъ происходитъ благодаря движенію, сообщенному электрической силой тѣмъ наэлектризованнымъ атомамъ и скопленіямъ атомовъ, которые великимъ *Фарадеемъ* были названы *ионами*. Законы *электролиза*, т. е. законы разложенія жидкостей при прохожденіи черезъ нихъ тока логически

привели къ неизбежному представлению, что каждая изъ молекулъ растворенной или расплавленной соли и вообще какой угодно жидкости, способной къ электролизу, является соединеніемъ двухъ атомовъ или атомныхъ группъ различной химической природы съ противоположными электрическими зарядами, или иначе двухъ іоновъ противоположнаго знака. Вслѣдствіе неизбежныхъ непрестанныхъ столкновеній молекулъ—такъ какъ молекулы находятся въ постоянномъ движеніи, энергія котораго и составляетъ то, что называется содержащейся въ тѣлѣ теплотой, — всегда бываетъ то, что, съ одной стороны, нѣкоторыя молекулы распадаются на составляющіе ихъ іоны, а съ другой стороны, свободные іоны противоположнаго знака, встрѣчаясь, соединяются въ новыя молекулы, такъ что сохраняется равновѣсіе, и въ то же время всегда остаются свободные іоны. Все это дѣлаетъ легко понятнымъ заключеніе, что явленіе электрическаго тока въ жидкости есть не что иное, какъ переносъ электричества, производимый іонами, направляющимися къ тому или другому изъ двухъ электродовъ электрическими силами.

Многіе физики давно уже высказывали догадку, что подобнаго рода процессъ происходитъ и въ газахъ, т. е. и въ нихъ распространеніе электричества совершается при помощи іоновъ. Но пока этотъ взглядъ сдѣлался обще-

признаннымъ, прошло порядочное время. Объясняется это, по всей вѣроятности, тѣмъ, что долгое время не было понятно, какимъ образомъ и почему въ химически простомъ газѣ могли существовать однѣ молекулы или атомы съ положительными зарядами и въ то же время и другіе, хотя и тождественные съ ними, но съ отрицательными зарядами. Какъ только появилась электронная теорія, эта трудность окончательно исчезла. Въ самомъ дѣлѣ, сразу сдѣлалось понятно, что возникновеніе іоновъ должно происходить, если при столкновеніи атомовъ какой-нибудь атомъ потеряетъ одинъ или нѣсколько электроновъ или захватитъ тѣ электроны, которые въ данный моментъ оказались свободными. Можетъ случиться также, что извѣстное число атомовъ и молекулъ вступятъ въ болѣе или менѣе устойчивое соединеніе съ этими первоначальными іонами, и такимъ образомъ получатся тѣ массивныя наэлектризованныя частицы, существованіе которыхъ неоднократно констатировано.

Такъ какъ для возникновенія положительнаго іона атомъ долженъ лишиться по крайней мѣрѣ одного изъ его электроновъ, то *ионизація* газа, т. е. превращеніе части его молекулъ въ іоны, благодаря чему онъ получаетъ способность проводить электричество, требуетъ затраты извѣстнаго количества энергіи, а

именно какъ разъ такого, какое необходимо для преодоленія силъ, стремящихся удержать освобождающійся электронъ въ атомѣ, часть котораго онъ составляетъ. Энергія эта, обыкновенно, берется изъ того запаса энергіи, который образуется сталкивающимися частицами, благодаря ихъ собственному движенію, если это движеніе совершается съ достаточной скоростью; но она можетъ быть получена также изъ какого-нибудь внѣшняго источника энергіи. Такъ іонизація газа можетъ явиться результатомъ сильнаго повышенія температуры или введенія нѣкотораго количества превращающейся въ теплоту энергіи, а также пропусканія черезъ газъ свѣта или тѣхъ новыхъ лучей, о которыхъ скоро будетъ рѣчь. Затѣмъ, мы отсюда начинаемъ понимать, какимъ образомъ явленія электрическаго разряда могутъ быть видоизмѣняемы внѣшними вліянiями. Такимъ образомъ, удалось также объяснить разнообразныя явленія и прояснить нѣкоторыя, существующія между ними отношенія, о которыхъ раньше не имѣли никакого понятія.

Представить себѣ во всѣхъ деталяхъ движеніе какого-нибудь іона въ газахъ, въ которомъ распространяется электричество, разумѣется, не имѣетъ никакой возможности. Движущійся іонъ подверженъ, конечно, самымъ разнообразнымъ случайностямъ. Его движеніе можетъ происходить нѣкоторое время исключи-

тельно подѣ вліяніемъ одной только электрической силы, возникшей благодаря присутствію электродовъ; но очень скоро онъ натолкнется на другіе іоны или молекулы. Вообще говоря, при этомъ должно произойти измѣненіе въ направленіи движенія и скорости іона. Но, съ другой стороны, вслѣдствіе потери или присоединенія атомовъ или электроновъ, можетъ случиться, что произойдетъ измѣненіе и въ самомъ строеніи іона. Такимъ образомъ, могутъ имѣть мѣсто два крайнихъ случая, въ которыхъ въ этомъ чрезвычайно хаотическомъ и безпорядочномъ положеніи вещей можетъ установиться извѣстный порядокъ. Чтобы не оставить слишкомъ много неопредѣленности въ пониманіи опытовъ, которыхъ я уже слегка касался, я скажу объ этихъ двухъ случаяхъ нѣсколько словъ.

Одинъ изъ этихъ случаевъ бываетъ тогда, когда пропускаютъ электрической токъ черезъ чрезвычайно разрѣженный газъ. Въ этомъ случаѣ въ газѣ образуются отрицательные электроны, при чемъ тѣ изъ нихъ, которые освобождаются вблизи катода, съ силой отталкиваются отъ него и даютъ происхожденіе катоднымъ лучамъ. Когда газъ очень сильно разрѣженъ, то большая часть этихъ электроновъ можетъ пробѣгать длинный прямолинейный путь, прежде чѣмъ она будетъ отклонена другой частицей благодаря столкновенію. Точно

такъ же можно разсматривать и *положительные лучи*, состоящіе изъ положительныхъ іоновъ, образованныхъ благодаря столкновеніямъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ катода и быстро движущихся по направленію къ нему.

Другой случай — это разрядъ въ свободной атмосферѣ при нѣкоторыхъ особыхъ условіяхъ: — разрядъ при помощи острія или пламени; разрядъ въ газѣ, іонизированномъ внѣшними причинами; катодъ, подверженный излученію и т. д. Вслѣдствіе большой плотности газа, здѣсь столкновенія между атомами, іонами и т. д. бываютъ чрезвычайно часты. Каждое столкновеніе іона обуславливаетъ трату значительной части той небольшой скорости, которою онъ обязанъ дѣйствию электрическихъ силъ послѣ предыдущаго столкновенія, такъ что его движеніе послѣ этого начинаетъ совершаться въ направленіи, которое очень мало отличается отъ направленія дѣйствія силы, а потому іоны движутся въ своей совокупности по траекторіямъ, вообще говоря, криволинейнымъ и довольно точно совпадающимъ съ силовыми линіями.

Все это ясно показываетъ, что въ первомъ случаѣ электроны или соотвѣтствующіе іоны движутся по прямымъ линіямъ, а во второмъ случаѣ — по кривымъ, и въ результатъ вполне естественно получаютъ тѣ электрическія тѣни, о которыхъ недавно шла рѣчь. И такъ какъ со-

отвѣтствующіе опыты были произведены уже лѣтъ тридцать тому назадъ, а явленіе тѣни въ воздухѣ при обыкновенномъ давленіи въ его основныхъ чертахъ было въ то время правильно истолковано, то я осмѣлюсь, не увлекаясь пристрастіемъ, заявить, что въ Италіи уже тогда была ясно понята роль наэлектризованныхъ матеріальныхъ частицъ, называемыхъ теперь іонами, въ распространеніи электричества въ газахъ и значительно далеко подвинули экспериментальное изученіе ихъ движеній задолго до того, какъ по ту сторону Альпъ зародилась электронная гипотеза, которая вынудила современныхъ физиковъ окончательно принять объясненіе, вполне тождественное съ тѣмъ, которое здѣсь было дано уже давно.

IV. НѢКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ ИЗЪ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕОРИИ.

Такъ какъ я хочу и долженъ быть какъ мѣрѣно болѣе краткимъ, то я не буду указывать многихъ другихъ фактовъ и многочисленныхъ опытовъ, отличающихся по своему характеру отъ до сихъ поръ описанныхъ, такъ какъ съ зультаты, къ которымъ всѣ они приводятъ, исполнѣ тождественны съ вышеизложенными не только съ качественной стороны, но и съ количественной. Я поясню это на одномъ примѣрѣ. Основываясь на очень точно произведенныхъ измѣреніяхъ, касающихся явленія *Змана*, была вычислена величина массы электроновъ, колебанія которыхъ порождаютъ свѣт испускаемыхъ газомъ. И значеніе, къ которому приходимъ такимъ путемъ, изумительно гласуется съ тѣмъ, которое было получено изъ измѣреніяхъ, произведенныхъ на катодныхъ лучахъ.

Недостатокъ времени опять не даетъ возможности вдаваться въ дальнѣйшія подробности относительно того, какъ въ настоящее время при помощи электронной теории объясняются нѣкоторыя явленія, изученіе которыхъ

ликомъ входить въ область физики, какъ и нѣкоторыя другія явленія, относящіяся, строго говоря, уже къ области другихъ наукъ. Но я не могу, по крайней мѣрѣ, не указать на различіе между прежними и нынѣшними регулятивными принципами, и это даетъ мнѣ возможность освѣтить тѣ пункты, въ которыхъ эти послѣдніе могутъ казаться уязвимыми.

Наука уже давно признаетъ, — такъ какъ это уже доказано, — что всякое тѣло слѣдуетъ представить себѣ состоящимъ изъ отдѣльныхъ частицъ-молекулъ, — находящихся на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга и одаренныхъ особыми движеніями, энергія которыхъ возрастаетъ съ повышеніемъ температуры тѣлъ; и что эти молекулы являются не чѣмъ инымъ, какъ агрегатами атомовъ либо одинаковыхъ, либо различныхъ, смотря по тому, идетъ ли рѣчь о химически простомъ или о сложномъ тѣлѣ. Какъ указываетъ и самое слово «атомъ», первоначально на него смотрѣли, какъ на недѣлимую единицу. Напротивъ, съ точки зрѣнія новыхъ взглядовъ, атомъ, строго говоря, не оправдываетъ своего названія, такъ какъ разрушена уже догма о его недѣлимости. Но до появленія электронной теоріи подобное утвержденіе считалось бы слишкомъ смѣлымъ.

Равнымъ образомъ въ прежнее время никому бы, пожалуй, и въ голову не пришла бы мысль о существованіи иныхъ степеней или

стадій агрегации, кромѣ молекулъ и — по-моему — кристаллическихъ элементовъ, если имѣть въ виду и твердыя тѣла. Въ настоящее время, напротивъ, всѣ считаютъ необходимымъ признать существованіе въ структурахъ, образованныхъ электронами, всевозможныхъ степеней сложности.

Все это опять-таки является выводомъ изъ изслѣдованій, которыя и теперь еще производятся надъ движеніями іоновъ, намѣренно подвергнутыхъ дѣйствию внѣшнихъ электрическихъ и магнитныхъ силъ. Пользуясь именно этими методами и удалось подойти къ опредѣленію массы іоновъ, совершенно такъ же, какъ удалось уже опредѣлить массу электроновъ. Въ извѣстныхъ случаяхъ, а именно — когда мы экспериментируемъ съ положительными лучами въ разрѣженномъ газѣ, измѣреніе отклоненій въ движеніи іоновъ даетъ новый методъ анализа, недавно созданный *Томсономъ* и позволяющій съ полнѣйшей точностью опредѣлять химическую природу самыхъ іоновъ ¹⁾.

¹⁾ Томсонъ показалъ, что лучи положительнаго электричества, которые наряду съ катодными лучами возникаютъ при разрядѣ электричества въ трубкѣ, содержащей ничтожные слѣды газовъ, отклоняются подъ вліяніемъ электрическаго и магнитнаго поля отъ прямолинейнаго пути, и это отклоненіе зависитъ отъ атомнаго вѣса газа, слѣды котораго находятся въ трубкѣ. Если сфотографировать откло-

Напротивъ, когда опытъ производится съ іонами въ газѣ, находящемся подъ значительнымъ давленіемъ, то получаются результаты, доказывающіе существованіе іоновъ съ значительной массой, которая по своей величинѣ является, вѣроятно, до извѣстной степени, промежуточной между атомомъ и настоящимъ тѣломъ. То же самое имѣетъ мѣсто въ зернышкахъ коллоидальныхъ растворовъ, которыя въ настоящее время наблюдаются ультрамикроскопическимъ методомъ и которыя можно назвать настоящими тѣлами, но ничтожнѣйшихъ размѣровъ, хотя они и имѣютъ, по крайней мѣрѣ отчасти, всѣ признаки іоновъ.

Фактъ постоянства атомнаго или молеку-

ненный путь лучей, то наблюдаются параболическія кривыя, которыя тѣмъ болѣе удалены отъ нормальнаго пути, чѣмъ меньше атомный вѣсъ газа. При совмѣстномъ нахожденіи нѣсколькихъ газовъ получается цѣлый спектръ, т. е. пучекъ параболическихъ кривыхъ, и траекторія каждой изъ нихъ даетъ возможность судить объ атомномъ вѣсѣ газа, ей отвѣчающаго. Узнавъ же атомный вѣсъ, величину присущую вполне опредѣленному элементу, тѣмъ самымъ устанавливается и природа этого послѣдняго. Такъ какъ лучи положительнаго электричества такъ же, какъ и катодные, возникаютъ только тогда, когда давленіе газа измѣряется тысячными долями миллиметра ртутнаго столба, то методъ Д. Ж. Томсона улавливаетъ по-истинѣ невѣсомыя количества газовъ и недаромъ его называютъ методомъ «взвѣшиванія атомовъ».

лярнаго строенія приводитъ къ предположенію о существованіи опредѣленныхъ силъ. Въ случаѣ іоновъ, обладающихъ значительной массой, рѣчь идетъ несомнѣнно объ электрической, такъ какъ іоны разсматриваются нами, какъ состоящіе изъ одного наэлектризованнаго атома и соединенныхъ съ нимъ при помощи силы электрическаго притяженія другихъ атомовъ или молекулъ. Химическое сродство, сохраняющее связь различныхъ іоновъ въ одной сложной молекулѣ, несомнѣнно, является съ этой точки зрѣнія ни чѣмъ инымъ, какъ ихъ взаимнымъ электрическимъ притяженіемъ; сцѣпленіе и прочія молекулярныя силы такимъ же образомъ должны быть разсматриваемы, какъ силы электрическаго происхожденія. Наконецъ, наиболѣе универсальная и наиболѣе таинственная изъ силъ природы — тяготѣніе, съ большими основаніями также можетъ быть сведена къ тому же единому источнику.

Итакъ, въ то время, какъ новая физика, съ одной стороны, стремится уничтожить границы между атомомъ и физическимъ тѣломъ или, по крайней мѣрѣ, сдѣлать ихъ какъ можно менѣе абсолютными и рѣзкими, она, съ другой стороны, приходитъ къ идеальной простотѣ по отношенію къ силамъ, обнаруживающимся въ различнѣйшихъ явленіяхъ. Отсюда легко понять, что разъ мы допустимъ существованіе ээира и электроновъ, каждый изъ которыхъ,

быть можетъ, долженъ быть разсматриваемъ, какъ нѣкоторая, мало намъ извѣстная модификація самого ээира, иррадирующаго къ нѣкоторому центру, и признаемъ, наконецъ, какъ основной и отличительный признакъ электроновъ существованіе дѣйствующихъ между ними силъ — въ томъ же смыслѣ, какъ мы признаемъ инерцію, какъ отличительный признакъ матеріи, — въ такомъ случаѣ, говорю я, намъ нетрудно будетъ понять, что съ такими исходными положеніями можно объяснить какое-угодно явленіе. Если прежнія основныя понятія считались болѣе пріемлемыми, вѣроятно потому, что мы къ нимъ уже давно привыкли, новыя понятія, безсомнѣнно, имѣютъ преимущество большей простоты, такъ какъ они приводятъ къ допущенію всего лишь двухъ основныхъ непознаваемыхъ субстанцій и уже въ этомъ отношеніи должны встрѣтить съ нашей стороны предпочтеніе ¹⁾).

¹⁾ Необходимо отмѣтить, что эта точка зрѣнія не является единственной и общепризнанной въ наукѣ. Въ самомъ дѣлѣ, разрабатываемое Эйнштейномъ, Минковскимъ, Планкомъ и др. новое физическое міровоззрѣніе, основанное на «принципѣ относительности», говоритъ, что современная физика должна обойтись совершенно безъ ээира, а Гансъ Витте даетъ доказательство несуществоющихъ теорій мірового ээира и невозможности построения теоріи непрерывнаго ээира. Такимъ образомъ, въ новѣйшей физикѣ ээиръ уже не игра-

Слѣдуетъ здѣсь указать на слабую сторону этихъ понятій, или, точнѣе, на то, что определенное время считалось ихъ слабой стороной. Если мы удовольствуемся только до сихъ поръ изложеннымъ, то не покажутся ли намъ новые основные принципы немного фантастичными или, по крайней мѣрѣ, чрезвычайно смѣлыми?

Отвѣтить на этотъ вопросъ надо только утвердительно. Прибавлю также, что это благоразумное рѣшеніе и въ настоящее время признавалось бы большинствомъ физиковъ, если бы одно послѣднее открытіе, которое какой-нибудь робкій и поверхностный изслѣдователь считалъ бы способнымъ перевернуть вверхъ дномъ все научное зданіе, не появилось — я сказалъ бы даже удивительно во-время — для того, чтобы въ окончательной формѣ утвердить тотъ грандіозный философскій синтезъ, который я сдѣлалъ попытку набросать въ предыдущемъ въ самыхъ общихъ чертахъ. Я имѣю въ виду открытіе радиоактивности.

еть никакой роли: слово «эѳиръ» можетъ быть замѣнено просто словомъ «пространство», или «пустота», о которой въ настоящее время ничего не знаемъ. Установленными физики нынѣ считаютъ только существованіе электроновъ и вызываемыя ими электромагнитныя явленія; на нихъ должна быть построена наша физическая картина міра. Но въ ишя физика, стало быть, стремится къ объединенію всѣхъ явленій, сводя ихъ къ обнаруженію единой субстанціи — электричества.

V. РАДИОАКТИВНОСТЬ И НОВЫЯ ФИЗИЧЕСКІЯ ТЕОРИИ.

Когда покойный *Беккерель* открылъ, что уранъ и всѣ тѣ сложныя тѣла, въ составъ которыхъ онъ входитъ, непрерывно испускаютъ особаго рода лучи, способные проходить черезъ всѣ, въ томъ числѣ и непрозрачныя тѣла, и имѣющія вообще замѣчательныя свойства, на-примѣръ, способность іонизировать газы и жидкости, заставить извѣстныя тѣла свѣтиться, или фосфоресцировать, дѣйствовать на фотографическую пластинку и т. д. ¹⁾, то этимъ самымъ онъ открылъ для физиковъ новое и об-

¹⁾ Открытіе радиоактивныхъ свойствъ въ экспериментальномъ отношеніи тѣсно связано съ открытіемъ рентгеновскихъ лучей, сдѣланнымъ за годъ до того — въ 1895 г. Одно изъ множества замѣчательныхъ свойствъ этихъ лучей состоитъ въ томъ, что они возбуждаютъ фосфоресценцію въ нѣкоторыхъ тѣлахъ, на которыя они падаютъ. Такъ какъ рентгеновы лучи производятъ фосфоресценцію, то *Анри Беккерелю* пришла въ голову мысль испытать, не производитъ ли, наоборотъ, фосфоресценція рентгеновыхъ лучей. Онъ взялъ различныя соли, въ которыхъ была возбуждена фосфоресценція, но не дѣйствіемъ рентгеновскихъ лучей, а солнечнымъ свѣ-

ширное поле для изслѣдованія, обработать которое физики принялись съ поразительнымъ рвеніемъ, и которое въ самое короткое время образовало въ наукѣ начало новой и въ высшей степени интересной отрасли.

Вполнѣ ясно, что свойство радиоактивности принадлежитъ самымъ атомамъ, разъ они несколько не измѣняютъ этого свойства, даже тогда, когда они входятъ въ составъ молекулы сложнаго тѣла. Вскорѣ это самое свойство удалось открыть и въ другихъ веществахъ, напри-

томъ, и положилъ ихъ на фотографическую пластинку, завернутую въ черную бумагу, чтобы защитить ее отъ дѣйствія обыкновеннаго свѣта. По счастливой случайности, между указанными солями были соли металлическаго урана. Такъ какъ погода въ то время года была слишкомъ пасмурна, чтобы можно было выставлять соли урана на солнце, то Беккерель пока помѣстилъ ихъ въ ящикѣ поверхъ фотографическихъ пластинокъ. Проявляя эти пластинки, онъ былъ удивленъ, найдя, что тамъ, гдѣ лежалъ уранъ, получились его отпечатки на пластинкѣ, т. е. что свойства урана аналогичны свойствамъ рентгеновыхъ лучей. Продолжая опыты, онъ убѣдился, что урановы соли сохраняли это свойство безпредѣльно долгое время, что они обнаруживали его даже если были приготовлены въ темнотѣ и никогда не были бы выставлены на свѣтъ. Отсюда ясно, что свойство это принадлежитъ металлу, а не фосфоресценціи, и что уранъ и его производныя обладаютъ свойствомъ непрерывно испускать, подобные рентгеновымъ, но самостоятельные лучи, обнаруживающіе удивительныя и неожиданныя дѣйствія.

мѣръ, въ торіи. Кромѣ того, были открыты новыя элементы, которые, какъ на примѣръ, найденный госпожей *Кюри*, радій, обнаруживаетъ это свойство въ чрезвычайно высокой степени, и, въ концѣ концовъ, создано убѣжденіе, что въ различной степени оно присуще всѣмъ существующимъ тѣламъ.

Дальнѣйшее изученіе самого этого явленія сдѣлало очевиднымъ, что радиоактивные лучи относятся не къ одному, а обыкновенно, къ тремъ различнымъ родамъ. А именно: одни изъ этихъ лучей являются потокомъ быстро движущихъ положительныхъ іоновъ, которые способны проникать черезъ всѣ тѣла, не исключая и твердыя, если только они достаточно тонки; они отличаются большой способностью къ іонизаціи, и ихъ кинетическая энергія, переходящая отчасти въ теплоту вслѣдствіе ихъ ударовъ о самое радиоактивное тѣло, обуславливаетъ одинъ изъ поразительнѣйшихъ въ физикѣ фактовъ, а именно — что радиоактивное вещество всегда теплѣе окружающей среды; второго рода лучи представляютъ потокъ отрицательныхъ электроновъ, движущихся со скоростью, которая немного меньше скорости свѣта, и обладающихъ способностью проходить черезъ различныя тѣла въ еще болѣе высокой степени, чѣмъ лучи перваго рода, и вызывать очень интенсивное свѣченіе и фотографическія дѣйствія; наконецъ, третій родъ лучей образованъ изъ из-

лученій той же природы, что и рентгеновы лучи, и обладают настолько сильной способностью проникновенія, что способны проходить черезъ слои очень плотныхъ тѣлъ, такихъ даже, какъ, на примѣръ, свинець.

Итакъ, лучи, принадлежащіе къ первымъ двумъ родамъ, соотвѣтственно аналогичны положительнымъ лучамъ и катоднымъ лучамъ, которые обнаруживаются, какъ намъ уже извѣстно, и одни и другіе при прохожденіи электричества черезъ разрѣженный газъ; что же касается лучей третьяго рода, то они, по очень вѣскимъ соображеніямъ и несмотря на нѣкоторыя видимыя отличія, рассматриваются какъ явленіе, похожее на свѣтъ и отличающееся отъ него только продолжительностью періода. Какъ и *иксъ*-лучи, эти лучи третьяго рода появляются въ томъ случаѣ, если быстро движущіеся электроны внезапно останавливаются или, выражаясь болѣе общимъ образомъ, если по какой-либо причинѣ скорость ихъ быстро измѣняется ¹⁾.

¹⁾ Эти троякаго рода лучи названы, по тремъ первымъ буквамъ греческаго алфавита, альфа (α), бета (β) и гамма (γ). Нѣсколько лѣтъ тому назадъ Дж. Томсономъ было открыто, что радиоактивныя тѣла испускаютъ еще четвертый видъ лучей — «дельта (δ) лучи», представляющіе собою такъ же, какъ и бета-лучи, потокъ отрицательныхъ электроновъ, но гораздо болѣе медленный.

Но — и это, очевидно, очень важно для того, что я утверждалъ выше, — по гениальной догадкѣ *Резсерфорда*, уже подтвержденной экспериментально безчисленное количество разъ, лучеиспускание сопровождается образованіемъ новыхъ атомовъ, т. е. новаго вещества, физическіе и химическіе признаки котораго отличаются отъ образующаго его радиоактивнаго вещества. Въ большинствѣ случаевъ это новообразованное вещество и само обладаетъ значительной радиоактивностью, такъ что оно въ свою очередь даетъ начало еще третьему веществу и т. д., но съ той замѣчательной и до сихъ поръ постоянно подтверждающейся особенностью, что атомные вѣса этихъ веществъ послѣдовательно уменьшаются. Такъ, многочисленные случаи показали, что если производящее вещество испускаетъ лучи перваго рода, то атомный вѣсъ всякаго новаго вещества на четыре единицы меньше, чѣмъ атомный вѣсъ производя-

Новѣйшія работы *Томсона*, *Кемпбелля* и *Гаузера* позволяютъ составить себѣ такую картину возникновенія этого четвертаго рода лучей: атомъ всякаго вещества состоитъ изъ нѣкотораго ядра, окруженнаго электронами, при чемъ вся эта система обладаетъ извѣстнымъ равновѣсіемъ; когда альфа-частица ударяетъ атомъ, то благодаря своей большой массѣ и скорости, она разбиваетъ его, т. е. равновѣсіе внутри атома нарушается и электроны разлетаются въ разныя стороны, образуя, такимъ образомъ, дельта-лучи.

щаго вещества. Какъ извѣстно, факты эти получили такое толкованіе: *атомъ новаго вещества представляетъ то, что остается отъ атома производящаго вещества, послѣ того, какъ онъ потерялъ нѣкоторое количество электроновъ и іоновъ.*

Внутренняя энергія атомовъ, обнаруживающаяся въ явленіяхъ радиоактивности, поистинѣ колоссальна. Въ самомъ дѣлѣ, хотя температура соли радія всегда лишь незначительно выше температуры окружающей среды, эта разница все-таки довольно велика, если не забыть, что количество вещества, которымъ мы можемъ располагать, вообще ничтожно. Если бы было возможно получить цѣльный кусокъ радиоактивнаго вещества, но не въ нѣсколько миллиграммовъ, какъ въ настоящее время, а значительно больше, то испускаемая имъ теплота могла бы сильнѣе повысить его температуру, такъ какъ поверхность тѣла увеличивается медленнѣе, чѣмъ его вѣсъ, а потому и теплота, которая излучается безостановочно, была бы потеряна тѣломъ тѣмъ медленнѣе, чѣмъ больше была бы его масса. Для того, чтобы составить конкретное представленіе о запасѣ энергіи, находящемся въ атомахъ радія и обнаруживаемой ими при ихъ распадѣ, достаточно будетъ указать, что теплота, испускаемая радіемъ въ теченіе одного только часа, способна бы нагрѣть такую же массу воды отъ нуля до ста граду-

совъ ¹⁾). Можно добавить еще, что три или четыре грамма радія въ каждомъ кубическомъ метрѣ массы солнца были бы вполне достаточны, чтобы покрыть расходъ всей той энергіи, которая непрерывно излучается солнцемъ ²⁾).

Непосредственный примѣръ превращенія одного атома въ другой, отличный отъ него, заключается въ фактѣ, въ достовѣрности кото-

¹⁾ Тутъ возникаетъ весьма интересный вопросъ: является ли возможность при помощи небольшого количества радія производить различнаго рода работы? На этотъ вопросъ въ настоящее время приходится отвѣтить отрицательно. Дѣйствительно, въ радіи заключаются громадныя запасы энергіи. Но для техническихъ и промышленныхъ цѣлей необходимо не только опредѣленное количество, а также и опредѣленная высокая температура. Разница же температуры радія и окружающаго воздуха столь незначительна, что выдѣляемой теплотой не воспользуешься. Воспользоваться этой теплотой можно было бы только въ томъ случаѣ, если бы найденъ былъ способъ сокращать тысячелѣтній періодъ распада атомовъ радія до промежутковъ желаемой продолжительности. Тогда и огромное количество теплоты, полученное въ короткое время, давало бы огромной высоты температуры.

²⁾ Предположеніе это высказано было впервые въ 1903 г. англійскимъ ученымъ Вильсономъ. Что оно не лишено основанія, доказываетъ находженіе въ спектрѣ солнца линій гелія, который какъ видно ниже изъ текста, является продуктомъ измѣненія радія; но присутствіе самого радія на солнцѣ еще не можетъ считаться установленнымъ.

раго не можетъ быть никакого сомнѣнія, а именно, въ томъ, что положительные іоны, которые составляютъ первый изъ трехъ родовъ лучей, представляютъ собою не что иное, какъ іоны гелія, того газа, который, какъ и говорить его названіе, былъ открытъ на солнцѣ раньше, чѣмъ онъ былъ найденъ на землѣ и въ ея атмосферѣ. Принявъ во вниманіе, что атомный вѣсъ гелія равенъ четыремъ, легко понять, почему атомный вѣсъ продуктовъ распада радія уменьшается именно на четыре единицы: каждый распадающійся атомъ радія теряетъ одинъ атомъ гелія. Чтобы дать еще одинъ примѣръ такого рода, я прибавлю, что первымъ продуктомъ превращенія радія является газъ, который былъ названъ *эманацией радія* и природа котораго намъ извѣстна такъ же точно, какъ и природа любого элемента, такъ какъ мы опредѣлили, какъ атомный вѣсъ его, такъ и всѣ его физическія свойства.

Уже много разъ и въ самыя различныя времена была высказана гипотеза о единствѣ матеріи, которая разсматривала атомы всѣхъ тѣлъ не какъ первичныя недѣлимыя единицы, но какъ агрегаты болѣе мелкихъ, вполне однородныхъ единицъ. Исходя изъ утвердившагося въ настоящее время предположенія, что атомы состоятъ изъ системы электроновъ, эта древняя идея опять возрождается въ настоящее время, но въ новой формѣ и съ тѣмъ преимуществомъ

передъ всѣми прежними, что теперь ее поддерживаютъ многочисленныя косвенныя доказательства.

Но въ связи съ гипотезой о единствѣ матеріи почти всегда высказывалась и другая, являющаяся, какъ бы выводомъ изъ первой, а именно гипотеза о непрерывномъ превращеніи или объ эволюціи самой матеріи. Въ наше время и эта идея также возродилась, но въ совершенно новомъ видѣ. А именно, въ настоящее время никто уже не полагаетъ, что всѣ атомы какого-либо тѣла подвергаются медленному и одновременному измѣненію, теряя, напримѣръ, одинъ за другимъ образующіе его элементы; напротивъ, въ настоящее время признается, что въ нѣкоторый данный моментъ происходитъ внезапное распаденіе нѣсколькихъ атомовъ съ освобожденіемъ электроновъ и іоновъ, затѣмъ такое же распаденіе другихъ атомовъ и т. д. Такимъ образомъ одна часть наличныхъ атомовъ остается неизмѣнной, такъ какъ другіе атомы подверглись уже одному или нѣсколькимъ превращеніямъ. Отсюда слѣдуетъ, что всѣ, подвергающіяся превращенію, тѣла должны разсматриваться, какъ смѣсь первобытной матеріи съ послѣдовательными продуктами его распада.

Особаго упоминанія заслуживаетъ теперь фактъ испусканія іоновъ гелія, такъ какъ онъ наводитъ на мысль, что атомы этого элемента

являются уже вполне сформированными и входят, какъ составная часть, въ атомы, если не всѣхъ другихъ, то, по крайней мѣрѣ, радиоактивныхъ веществъ. Отсюда является предположеніе, что между достаточно сложными атомами, съ одной стороны, и свободными и самостоятельными электронами, съ другой, могутъ существовать различныя промежуточныя стадіи агрегаціи и, стало быть, могутъ существовать атомы различнаго порядка.

Основываясь на допущеніи, что количество вещества, распадающагося въ опредѣленный промежутокъ времени, напримѣръ, въ каждую секунду, пропорціонально всему количеству рассматриваемаго вещества — а это почти самоочевидная истина, — и опредѣляя путемъ измѣренія степень распадаенія іонизаціей газа, произведенной испускаемыми лучами, удалось изслѣдовать различныя радиоактивные продукты, раздѣлить ихъ съ тѣмъ, чтобы можно было изучить ихъ физическія и химическія свойства, удалось затѣмъ доказать, что существуютъ разнаго рода атомныя превращенія, — какъ такія, которыя не сопровождаются лучеиспусканіемъ, такъ и такія, во время которыхъ испускаются либо одни только электроны и лучи той же природы, что и x -лучи, либо одни только положительные іоны, либо всѣ три типа лучей одновременно, и, наконецъ, удалось добиться важныхъ количественныхъ данныхъ, ка-

9462
77 21236

сающихся продолжительности жизни радиоактивныхъ тѣлъ. Этимъ путемъ вычислили съ достаточнымъ приближеніемъ, сколько атомовъ въ данномъ количествѣ радиоактивнаго вещества распадаются въ единицу времени, а стало быть, сколько времени должно пройти, пока опредѣленная доля этого количества, напри- мѣръ, половина, превратится въ новое веще- ство.

Результаты показали, что должны пройти милліоны лѣтъ, прежде чѣмъ распадется поло- вина массы урана, около двухъ тысячъ лѣтъ— для такого же количества радія и около 140 дней — для полонія, который первоначально разсматривался открывшей его госпожей *Кюри*, какъ новый и самостоятельный радиоэлементъ, и который на самомъ дѣлѣ оказался седьмымъ и восьмымъ поколѣніемъ въ длинномъ ряду по- томковъ радія. Отсюда само собою вытекаетъ, что въ случаѣ радія и урана безнадежно даже попытаться за самую продолжительную чело- вѣческую жизнь установить сколько-нибудь замѣтное уменьшеніе въ вѣсѣ радиоактивнаго тѣла.

Напротивъ, въ числѣ веществъ, возникаю- щихъ при послѣдовательныхъ превращеніяхъ этихъ двухъ элементовъ, а также и нѣкоторыхъ другихъ, какъ напри- мѣръ, торія и актинія, имѣются такія, которыя распадаются еще бы- стрѣе, чѣмъ полоній. Такъ, напри- мѣръ, необхо-

димы три и три четверти дня для того, чтобы распалась половина вещества газообразной эманации радия и меньше четырех секунд для такого же количества эманации актиния. Если эти вещества, радиоактивность которых безусловно гораздо значительнее, чем радиоактивность радия, не дадут нам возможности производить таких замѣтных дѣйствій, каких можно было ожидать, принимая во вниманіе скорости ихъ превращенія, то объясняется это лишь тѣмъ, что вслѣдствіе быстро уничтоженія и послѣдовательнаго превращенія въ другія формы вещества, они могутъ существовать во всякій данный моментъ лишь въ крайне ничтожномъ количествѣ.

Изъ этихъ результатовъ видно, что, пользуясь явленіями, вызываемыми лучеиспусканіемъ и, въ частности, пользуясь ихъ электрическимъ дѣйствіемъ, мы теперь получаемъ возможность обнаружить и изучить нѣкоторыя свойства такихъ ничтожныхъ количествъ вещества, что воображеніе отказывается представить ихъ себѣ, и, во всякомъ случаѣ, несравненно меньшихъ, чемъ можетъ обнаружить спектроскопъ со всею его почти чудесною чувствительностью ¹⁾).

¹⁾ Чувствительность различныхъ методовъ исследования наглядно показана въ слѣдующей таблицѣ:

1) Обыкновенные лабораторные аналитическіе

Какихъ еще болѣе блестящихъ подтвержденій можно ожидать въ пользу изложенныхъ представленій о дѣлимости и возможной превращаемости атомовъ?

Скажу больше: исходя изъ этихъ представленій можно было бы до извѣстной степени предсказать радиоактивность. Въ самомъ дѣлѣ, если во всякомъ атомѣ находятся электроны, совершающіе быстрыя движенія по замкнутымъ путямъ, то каждый изъ нихъ долженъ образовать электрическое колебаніе, которое должно было бы вызвать въ эфирѣ электромагнитныя волны. Эти волны непрерывно уносятъ часть энергіи,

вѣсы могутъ обнаружить доли вещества до $10^{-4} = 0,0001$ гр.;

2) вѣсы пробирные до $10^{-5} = 0,00001$ гр.;

3) микровѣсы Нерста до $10^{-6} = 0,000001$ гр.;

4) микровѣсы Уитлея Грея до $3 \times 10^{-9} = 0,000000003$ гр.;

5) спектроскопъ обнаруживаетъ гелій до $2 \times 10^{-10} = 0,0000000002$ гр.;

6) электроскопъ открываетъ предѣльныя доли радиоактивныхъ веществъ до $10^{-12} = 0,000000000001$ гр.

Въ частномъ случаѣ, въ отношеніи альфа-частицъ (или, что то же, положительно заряженныхъ атомовъ гелія) методы изслѣдованія достигли своего предѣла, — они обнаруживаютъ каждую отдѣльную альфа-частицу, т. е. к а ж д ы й о т д ѣ л ь н ы й а т о м ѣ г е л і я; методы эти въ три миллиарда разъ чувствительнѣе спектроскопическаго метода, такъ какъ, согласно вычисленіямъ, спектро-

вслѣдствіе чего орбиты электроновъ должны претерпѣвать непрерывныя измѣненія. Можетъ, стало быть, наступить моментъ, когда атомъ потеряетъ свою устойчивость, и въ этотъ моментъ, а, можетъ быть, и еще раньше, если случится въ подходящихъ условіяхъ столкновение нѣкоторыхъ молекулъ, атомъ долженъ сразу распасться или взорваться: одинъ или нѣсколько электроновъ, одинъ или нѣсколько іоновъ, благодаря ихъ первоначальной скорости, устремятся въ нѣкоторомъ направленіи, а то, что останется отъ первоначальнаго атома, должно будетъ образовать новый атомъ. Правда, все это до открытія радіоактивности никому и въ голову не

скопъ можетъ обнаружить присутствіе атомовъ гелія только тогда, если ихъ соберется числомъ до трехъ миллиардовъ. — Само собою разумѣется, что приборы, обнаруживающіе такую точность, не изготовляются пока цѣликомъ въ мастерскихъ профессиональныхъ механиковъ для всеобщаго пользованія. Современная наука ставитъ все большія и большія требованія къ техникѣ экспериментированія. Для удовлетворенія этихъ требованій необходимъ особый экспериментаторскій талантъ, за которымъ не могутъ угнаться мастерскія механиковъ и такіе приборы конструируются руками самихъ изслѣдователей. Кстати, отмѣтимъ здѣсь, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ органъ человѣческаго обонянія обладаетъ высокой степенью чувствительности: запахъ меркаптана легко обнаружить, если содержаніе его на одинъ кубическій сантиметръ воздуха достигаетъ до $10^{-11} = 0,0000000001$ граммовъ.

приходило. Но, во всякомъ случаѣ, мы не можемъ не упомянуть объ этомъ согласіи фактовъ съ предсказаніемъ, которое, если и не было сдѣлано, было все-таки логически вполнѣ возможно.

VI. ФИЗИКА, КАКЪ НАУКА ОБЪ ЭЛЕКТРОНАХЪ.

Физику нашихъ дней можно назвать наукой объ электронахъ. Не только атомы всѣхъ тѣлъ считаются состоящими изъ электроновъ, но именно ихъ движеніе въ какомъ угодно тѣлѣ либо поодинокѣ, что, повидимому, происходитъ по преимуществу въ твердыхъ тѣлахъ, либо отчасти группами и именно въ видѣ іоновъ, что наблюдается въ жидкихъ и газообразныхъ тѣлахъ, порождаетъ электрическій токъ со всей той безконечной послѣдовательностью явленій, которая его сопровождаетъ. Магнитныя свойства извѣстныхъ тѣлъ также должны разсматриваться, какъ проявленіе электроновъ, такъ какъ атомъ долженъ ихъ имѣть, если въ орбитахъ его электроновъ преобладаетъ согласная оріентировка. И, наконецъ, именно электроны своими колебаніями производятъ тѣ распространяющіяся въ эфирѣ электромагнитныя волны, которыя мы называемъ свѣтовыми волнами, если частота ихъ такова, что онѣ могутъ возбуждать ретину нашего глаза, и ультрафіолетовыми или тепловыми въ другихъ случаяхъ, хотя тепловой эффектъ является, въ сущ-

ности, единственнымъ эффектомъ, всегда производимымъ этими волнами въ тѣлахъ, на которыя онѣ падаютъ.

Хотя въ настоящее время намъ уже удалось дойти до этого синтеза явленій физическаго міра, будущимъ изслѣдователямъ удастся еще открыть множество новыхъ фактовъ, которые, надо надѣяться, дадутъ возможность окончательно установить эти основныя понятія. Въ частности, наши понятія о строеніи тѣлъ отличаются еще достаточной неопредѣленностью и неполнотою, и потому одна изъ величайшихъ задачъ физики будущаго будетъ, безсомнѣнно, состоять въ томъ, чтобы сдѣлать болѣе полными и болѣе обоснованными наши представленія объ этомъ мірѣ электроновъ, который образуетъ и міръ атомовъ и въ то же время міръ физическихъ тѣлъ и всю вселенную, и о разнообразныхъ структурахъ, составляемыхъ электронами, атомами и т. д.

Всѣ данныя заставляютъ насъ предвидѣть, что проблема эта постепенно будетъ, хотя бы отчасти, рѣшена, такъ какъ, не говоря уже о возможныхъ новыхъ и теперь еще не предвидимыхъ методахъ, даже тѣ, которыми мы уже располагаемъ, навѣрное еще не дали всѣхъ тѣхъ результаты, которые для насъ доступны.

Одинъ изъ наиболѣе могущественныхъ методовъ современной науки, а именно изслѣдованіе свѣта при помощи спектроскопа — спеці-

ального прибора, изолирующаго другъ отъ друга излученія различной частоты и позволяющаго намъ изучать каждое изъ этихъ излученій въ отдѣльности, — далъ намъ тѣ поразительные результаты, особенно въ области астрофизики, съ которыми всѣ теперь знакомы, и еще цѣлый рядъ другихъ. Безъ всякаго сомнѣнія этотъ методъ и въ будущемъ откроетъ намъ много новаго. Изъ новѣйшихъ открытій, сдѣланныхъ при помощи спектроскопа, исключая открытіе *Зеемана*, съ важными послѣдствіями котораго вы уже знакомы, я упомяну объ открытіи *Штарка*. Въ этомъ открытіи мы получаемъ возможность, такъ сказать, на мѣстѣ преступленія захватить испусканіе свѣта движущимися частицами, которыя, по различнымъ авторамъ, представляютъ собою либо молекулы, либо іоны, вѣроятно же всего положительные іоны, только что столкнувшіеся или только что образовавшіеся, составляющіе часть тѣхъ положительныхъ лучей, которые подобно катоднымъ лучамъ получаютъ при прохожденіи электричества черезъ сильно разрѣженный газъ.

Полезныя указанія относительно структуръ, создаваемыхъ атомами, и въ особенности по вопросу о томъ, дѣйствительно ли атомы содержатъ электроны, движущіеся по замкнутымъ орбитамъ, могутъ дать, повидимому, также дѣйствія, производимыя магнетизмомъ на раз-

личныя тѣла, и въ частности вліяніе, которое онъ оказываетъ на распространеніе электричества въ газахъ. Исслѣдованія этого рода уже дали нѣкоторые хорошіе результаты.

Въ настоящее время нѣтъ никакой возможности предвидѣть, какіе новые горизонты откроются въ будущемъ передъ глазами экспериментаторовъ, потому что какъ ни обширна уже изученная часть всей области физики, границы той части, которая еще должна быть изслѣдована, повидимому, исчезаютъ въ безконечности.

Не должны ли мы думать, что въ будущемъ, болѣе или менѣе отдаленномъ, будетъ потрясено зданіе нашего великаго научнаго синтеза, надъ постройкой котораго было положено столько труда? Не окажутся ли, въ концѣ концовъ, всѣ затраченныя нами усилія бесполезными?

Каковы бы ни были будущія открытія, они должны застать всякаго ученаго, достойнаго этого имени, готовымъ признать ихъ и свободнымъ отъ всякаго предубѣжденнаго апіоризма, хотя бы они и вынудили его отречься отъ давно исповѣдываемыхъ убѣжденій. Во всякомъ случаѣ, кажется весьма вѣроятнымъ, что въ своихъ основныхъ чертахъ принятые въ наше время регулятивные принципы должны будутъ остаться нетронутыми. Если, съ одной стороны, благоразуміе требуетъ признать, что

гипотезы никогда не защищены ни отъ измѣненій, ни отъ гибели, то, съ другой стороны, одинъ лишь бесплодный скептицизмъ боится хоть въ немногомъ довѣриться имъ и считаетъ, что онѣ вѣчно подвержены измѣненію, обольщая насъ надеждой и оставляя послѣ себя одно только чувство разочарованія.

Такого рода скептицизмъ ничѣмъ не можетъ быть оправданъ, когда мы пробуемъ формулировать предсказанія для грядущаго, исходя изъ изученія прошлаго. Въ самомъ дѣлѣ, вглядываясь въ исторію естественной философіи, мы приходимъ скорѣе къ утѣшительному убѣжденію, что наши знанія все болѣе и болѣе совершенствуются. Правда, наши знанія нерѣдко какъ бы колеблются около истины, и мы не получаемъ увѣренности, что намъ удалось таки, наконецъ, достигнуть ея; но размахъ послѣдовательныхъ колебаній, повидимому, быстро уменьшается. Стоитъ хотя бы вспомнить, какъ смѣнялись гипотезы о природѣ свѣта, чтобы наше утвержденіе получило свое оправданіе. Послѣ того, какъ гипотеза истеченія оказалась неприемлемой, была принята волнообразная теорія Френеля, и это составило колоссальный переворотъ въ нашихъ взглядахъ на природу свѣтовыхъ явленій ¹⁾. Напротивъ, принятіе со-

¹⁾ Весьма интересно то, что новѣйшія изслѣдованія въ области теоретической физики П л а н к а, Э й н ш т е й н а, Д ж. Т о м с о н а и многихъ

временной электромагнитной теории образовало изменение уже не особенно большое, такъ какъ все то, что было существеннаго въ предыдущей теории, въ новой теории осталось нетронутымъ¹⁾.

Какъ бы то ни было, отрицать громадную научную полезность великихъ гипотезъ и филозофскихъ синтезовъ нѣтъ никакой возможно-

другихъ выдающихся физиковъ привели къ заключенію, что энергія, на примѣръ, свѣтовая, тепловая, существуетъ самостоятельно, не связанной съ чѣмъ-либо матеріальнымъ, и состоитъ изъ атомовъ. Свѣтовая и тепловая энергія, такимъ образомъ, не представляетъ непрерывнаго потока, но испускается прерывисто, частями, отдѣльными порціями, атомами энергіи, которые названы «квантами». Это ученіе, стало быть, представляетъ какъ бы возвращеніе къ старой теории истеченія, данной Ньютонъ.

1) Въ видѣ дополненія къ сказанному, позволю себѣ привести мнѣніе недавно скончавшагося великаго физико-математика А н р и П у а н к а р э о цѣнности электронной теории въ наукѣ. Электронъ, говоритъ онъ, завоевалъ физику, такъ какъ онъ позволяетъ группировать въ единое цѣлое всѣ открытія, относящіяся къ электрическимъ разрядамъ, къ радиоактивнымъ тѣламъ, ведетъ къ обоснованной и удовлетворительной теории оптики и электричества и черезъ посредство лучистой энергіи позволяетъ, повидимому, въ близкомъ будущемъ охватить и принципы термодинамики. «Понятіе объ атомѣ электричества, какъ исходномъ пунктѣ при построеніи матеріальныхъ атомовъ, позволяетъ намъ про-

сти: даже тѣмъ настроеннымъ утилитарно ученымъ, которые не чувствуютъ въ себѣ острыхъ порывовъ необузданной и инстинктивной потребности, побуждающей насъ искать скрытыя причины явленій, приходится уважать эти гипотезы и синтезы и пользоваться ими.

Благодаря разумному довѣрію къ великимъ

никнуть въ тайны природы дальше, глубже, чѣмъ могли наши предшественники. Но не слѣдуетъ удовлетворяться словами; тайна еще не разъяснена, когда мы посредствомъ какого-либо, вполнѣ, впрочемъ, законнаго, искусственнаго приѣма просто отодвинули затрудненіе. Все меньше и меньше становится тотъ элементъ, къ которому относятся физическія свойства. Сначала, въ античномъ мірѣ, ихъ приписывали совокупности вещества въ его цѣломъ, затѣмъ, — химическимъ атомамъ, соединеніе которыхъ составляетъ эту совокупность, теперь — электронамъ, составляющимъ эти атомы. Теперь все меньшимъ и меньшимъ становится для насъ то, что мы считаемъ недѣлимымъ, но мы все еще не знаемъ, какова можетъ быть его сущность. Понятіе электрическаго заряда, которое мы подставляемъ на мѣсто понятія матеріальной массы, — позволить объединить явленія, которыя считались разъединенными. Но его нельзя разсматривать, какъ окончательное объясненіе, какъ конечный пунктъ, на которомъ наука должна остановиться. Однако, въ теченіе ближайшихъ лѣтъ физика едва ли пойдетъ дальше: теперешняя гипотеза достаточна, чтобы группировать извѣстные факты; она позволяетъ, несомнѣнно, предугадывать существованіе многихъ другихъ; и, несомнѣнно, новые успѣхи скоро появятся въ ея активѣ».

новымъ гипотезамъ, благодаря неизмѣнному со-трудничеству ихъ съ самыми строгими мето-дами экспериментальнаго изслѣдованія, благо-даря, наконецъ, благоразумной и осторожной оцѣнкѣ результатовъ опытовъ, сдѣлались воз-можными тѣ громадныя и быстрыя успѣхи, ко-торыя заставили преобразовать всю фѣзику и краткій очеркъ которыхъ я пробовалъ вамъ се-годня набросать. Справился ли я съ моею зада-чею, вы изволите сами сказать.

Часть вторая.

Проф. Жанъ Беккерель.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ВЕЩЕСТВА.

Лекція, читанная въ большой аудиторіи
Парижскаго Национальнаго Музея Есте-
==== ственной Исторіи. =====

Съ примѣчаніями
Г. А. Гуревича.

I. ЭВОЛЮЦИЯ ИДЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНО МАТЕРИИ.

За послѣдніе нѣсколько лѣтъ физики заложили основы новой теоріи матеріи; смѣлые взгляды, основанные на неожиданныхъ фактахъ, глубоко измѣнили ранѣе господствовавшія идеи относительно строенія тѣлъ.

Какъ всѣ знаютъ, различныя тѣла раздѣляются на *простыя тѣла*, или *элементы*, и на *сложныя тѣла*, получающіяся путемъ соединенія элементовъ.

Уже давно установился взглядъ, что тѣла состоятъ изъ *атомовъ*, которые сочетаются между собою и образуютъ *молекулы*. Атомъ какого-либо элемента есть наименьшее количество матеріи, характерное для этого элемента и способное вступать въ химическія соединенія; молекула какого-либо тѣла, простого или сложнаго, есть наименьшая частица этого тѣла, могущая существовать въ физическомъ состояніи.

Возьмемъ примѣръ. Молекула воды, наименьшая частица воды, какая только можетъ существовать, образуется отъ соединенія 2 атомовъ водорода съ 1 атомомъ кислорода. Мы продѣлаемъ здѣсь передъ вами классическій опытъ разложенія воды посредствомъ электрическаго тока: на положительномъ полюсѣ вы-

дѣляется кислородъ, а на отрицательномъ — водородъ, при чемъ оба газа приходятся въ отношеніи 2 объемовъ водорода на 1 объемъ кислорода.

Молекула сложнаго тѣла всегда состоитъ изъ атомовъ, по меньшей мѣрѣ, двухъ элементовъ. Молекула же элемента можетъ состоять и изъ одного только атома; таковы, на примѣръ, вещества съ однимъ атомомъ въ молекулѣ (гелій, цинкъ, кадмій, ртуть и т. д.); въ другихъ случаяхъ молекула простаго тѣла есть скопленіе нѣсколькихъ атомовъ этого тѣла: водородъ, кислородъ, сѣра и пр. содержатъ по два атома въ молекулѣ; фосфоръ, мышьякъ и пр. — по четыре атома.

Открытія *Ге-Люссака* о составѣ газовъ привели *Авогадро* и *Ампера* къ заключенію, что въ равныхъ объемахъ газовъ содержатся одинаковое число молекулъ, и что опредѣленные отношенія, въ которыхъ газы соединяются, представляютъ неизмѣнныя отношенія между вѣсами вступающихъ въ соединеніе атомовъ.

Мы представляемъ себѣ, что внутри тѣлъ молекулы постоянно находятся въ состояніи колебательнаго движенія, которое бываетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ выше температура тѣла ¹⁾. Если

¹⁾ Уже очень давно были замѣчены факты, которые заставляютъ насъ думать, что молекулы газообразныхъ тѣлъ находятся въ непрерывномъ движеніи. Эти факты и легли въ основаніе идеи о м о л е

бы возможно было постепенно свести къ нулю скорость термическихъ движеній, то получили бы температуры, которыя были бы все болѣе и болѣе близки къ предѣльной температурѣ, равной — 273° Цельсія. Эта температура самая низкая, какую мы только можемъ себѣ представить, такъ какъ она соотвѣтствовала бы полному покою молекулъ, — получила названіе *абсолютнаго нуля*.

Принципы механики, будучи примѣнены къ

кулярно-кинетической теоріи вещества, предложенной Даниломъ Бернули и разработанной Клаузиусомъ, Максвеллемъ и Больцманомъ. Примѣненіе этихъ идей къ газамъ и растворамъ позволило необыкновенно наглядно объяснить ихъ физическія свойства, и вообще оказало громадныя услуги физикамъ. Но очевиднымъ доказательствомъ движенія молекулъ, и, слѣдовательно, вѣрности молекулярно-кинетической теоріи, является такъ называемое «Бруновское движеніе».

Явленіе это названо такъ по имени знаменитаго англійскаго ботаника Бруна, который его впервые наблюдалъ въ 1827 г. въ жидкостяхъ. Взвѣшенные въ водѣ маленькія частицы матеріи (Брунъ наблюдалъ микроскопическія споры нѣкоторыхъ растений) испытываютъ особыя движенія: онѣ двигаются во всѣ стороны, совершенно безпорядочно, хаотически, описывая самые сложные зигзаги, въ то время, когда вода находится въ полномъ покоѣ. Причина этого, повидимому, самостоятельнаго движенія частицъ оставалась долгое время загадочной. Но недавно нѣкоторыми изслѣдователями — въ осо-

этому понятію движущихся молекулъ, объясняютъ всѣ законы, которымъ подчиняются газы и растворенныя тѣла. Я не имѣю возможности распространяться здѣсь о методахъ, при помощи которыхъ удалось въ одномъ кубическомъ сантиметрѣ газа при обыкновенной температурѣ и обыкновенномъ давленіи сосчитать около 30 миллиардовъ разъ миллиардовъ молекулъ и опредѣлить размѣры одной изъ этихъ молекулъ: на примѣръ, діаметръ молекулы кислоро-

бенности Гуи и Перреномъ — было доказано, что частицы двигаются благодаря ударамъ, которые онѣ получаютъ отъ непрерывно двигающихся молекулъ воды. Въ 1907 г. Эренгафть показалъ, что то же самое явленіе еще болѣе характерно наблюдается въ газахъ. Чтобы получить мельчайшія взвѣшенныя въ воздухѣ частицы матеріи, онъ пропускалъ вольтову дугу между двумя серебряными электродами: дуга отрывала отъ электрода частички серебра, которыя оставались взвѣшенными въ воздухѣ, окружающемъ электроды. Эти частицы были настолько малы, что ихъ можно было наблюдать только при помощи «ультрамикроскопа» (новаго вида микроскопа, изобрѣтеннаго Зидентопфомъ и Жигмонди, дающаго намъ возможность видѣть такіе мелкіе предметы, которые не видны въ обыкновенномъ, даже самомъ сильномъ, микроскопѣ), причемъ онѣ оказались маленькими точками, подверженными рѣзкому «Броуновскому движенію». Путь, описываемый движущейся серебряной точкой, представляетъ въ высшей степени сложную зигзагообразную линію.

Движущаяся частица постоянно мѣняетъ свое

да равняется нѣсколькимъ десятимилліоннымъ милліметра.

Эти цифры даютъ представленіе о чрезвычайной дѣлимости матеріи. Относительно этой же дѣлимости интересно напомнить, что, согласно *Бертело*, наше чувство обонянія воспринимаетъ запахъ іодоформа, даже если на одинъ кубическій сантиметръ воздуха приходится всего лишь одна стотысячная часть милліонной доли грамма этого вещества ¹⁾).

направленіе, потому что ее постоянно встрѣчаютъ движущіяся молекулы газа и толкаютъ въ разныя стороны. Тщательнѣйшія изслѣдованія *Перрена* и *Эйнштейна* показали, что всѣ характерные признаки этого явленія имѣютъ какъ разъ ту самую численную величину, какая должна быть, если молекулы дѣйствительно существуютъ. Такимъ образомъ, Броуновское движеніе служитъ несомнѣннымъ доказательствомъ правильности молекулярно-кинетической теоріи вещества. Можно даже сказать, что само Броуновское движеніе есть движеніе молекулярное. А если такъ, то молекулы изъ разряда вещей умопостигаемыхъ переходятъ въ разрядъ вещей ощущаемыхъ.

Это новое приобрѣтеніе науки имѣетъ громадное научное и философское значеніе.

Новѣйшія изслѣдованія въ области радиоактивности даютъ намъ возможность освѣтить этотъ вопросъ съ другой стороны, новымъ и гораздо болѣе непосредственнымъ способомъ. Но объ этомъ въ другомъ примѣчаніи.

¹⁾ Различныя соображенія, основанныя какъ на старыхъ, такъ и на новыхъ данныхъ, заставляютъ

Вы знаете, что матерія притягивается матеріей, согласно закону всемірнаго тяготѣнія, который управляетъ движеніями небесныхъ тѣлъ. Единство постояннаго тяготѣнія внушило мысль, что атомы всѣхъ тѣлъ могли образоваться путемъ неодинаковаго сгущенія одинаго начала, и отношенія, найденныя химиками между атомами различныхъ элементовъ, говорятъ въ пользу этой гипотезы.

Идея одинаго начала, изъ котораго образовались всѣ вещи, въ самомъ дѣлѣ, зародилась

считать молекулы крайне малыми. Вычислено, что нужно взять отъ 600 до 700 милліоновъ бактерій, чтобы вѣсъ ихъ равнялся одному миллиграмму. Нѣкоторые изъ этихъ бактерій порождаютъ въ 24 часа 16 милліоновъ индивидовъ. Проф. Маккендриккъ замѣчаетъ, что органическій зародышъ необходимо содержитъ громадное число молекулъ, ибо въ немъ заключены наслѣдственныя особенности длиннаго ряда предковъ. Онъ указываетъ на споры величиной въ одну двадцатитысячную миллиметра, ниже которыхъ, вѣроятно, имѣются еще другія, которыхъ мы не видимъ. Ихъ не обнаруживаетъ микроскопъ, но онѣ обнаруживаются дѣйствіемъ фильтрованныхъ растворовъ. По В и с м а н н у кровяной шарикъ, величина котораго приблизительно семь тысячныхъ миллиметра, содержитъ 3 милліарда 625 милліоновъ частицъ. Головка сперматозоида, достаточная для оплодотворенія яйца съ діаметромъ въ двадцатую миллиметра, содержитъ 25 милліардовъ «органическихъ молекулъ», состоящихъ каждая изъ многихъ атомовъ.

еще въ отдаленнѣйшія времена. Двадцать пять вѣковъ тому назадъ *Θалесъ* признавалъ примордіальную (первичную) жидкость, которой онъ приписывалъ нѣчто въ родѣ души и способность притяженія. *Анаксимандръ*, *Анаксименъ*, *Гераклитъ* говорили объ универсальномъ началѣ, а *Пифагоръ* ставилъ надъ воздухомъ «эфиръ, небесную матерію, свободную отъ всякой осязаемой матеріи». За пять столѣтій до начала нашей эры *Левкиппъ* и *Демокритъ* представляли себѣ недѣлимые, вѣчные атомы, которые движутся въ безпредѣльной пустотѣ; аналогичное же ученіе позднѣе было изложено *Лукреціемъ*. Наконецъ, *Декартъ* и *Лейбницъ* составили себѣ относительно матеріи идею, которая сводится къ аналогичнымъ представленіямъ ¹⁾.

Въ началѣ прошлаго вѣка одинъ англійскій

¹⁾ Идея объ единствѣ матеріи, о «первоматеріи», никогда не покидала человѣка. На ней же, какъ извѣстно, въ средніе вѣка алхимики строили свои несбыточные планы о превращеніи неблагородныхъ металловъ въ золото при помощи таинственнаго «философскаго камня», — планы, которые вызывали въ тѣ времена большія несчастія, многихъ разоряли и нерѣдко даже доводили до висѣлицы. Когда во второй половинѣ XVIII столѣтія *Лавуазье* твердо установилъ фактъ существованія основныхъ качественныхъ разновидностей вещества—**х и м и ч е с к и хъ э л е м е н т о в ъ** — въ условіяхъ нашихъ опытовъ, подъ влияніемъ доступныхъ намъ эксперименталь-

химикъ, *Пргутъ*, высказалъ взглядъ, что всѣ элементы могли образоваться путемъ послѣдовательнаго уплотненія водорода, наиболѣе легкаго изъ всѣхъ тѣлъ ¹⁾).

ныхъ средствъ, не способныхъ ни переходить другъ въ друга, ни претерпѣвать разложеніе на болѣе простыя тѣла, старинная идея о происхожденіи всѣхъ элементовъ изъ единой первоосновы, казалось, была опровергнута безповоротно.

Тѣмъ не менѣе мысль о кровномъ взаимномъ родствѣ всѣхъ видовъ вещества была слишкомъ заманчива, чтобы отъ нея можно было отказаться сразу, безъ борьбы. Ближе знакомясь со свойствами элементовъ, многіе ученые, поэтому, всегда старались рѣшить: вполнѣ ли обоснованъ догматъ о неизмѣнности химическаго атома, вполнѣ ли доказана твердо удержавшаяся идея Лавуазье, что матерія вѣчна въ своихъ элементахъ, что преходящи только ея формы, являющіяся соединеніями этихъ элементовъ. И вотъ, въ самое послѣднее время, къ изумленію всѣхъ ученыхъ, неожиданно были сдѣланы нѣкоторыя блестящія открытія, о которыхъ рассказываютъ намъ проф. Беккерель и проф. Риги и которыя нанесли смертельный ударъ догмату Лавуазье. Въ умахъ ученыхъ упорно начала пробиваться, все болѣе и болѣе укрѣпляющаяся мысль, что матерія не только въ соединеніяхъ, но и въ самыхъ своихъ элементахъ представляетъ преходящую форму существованія. Отсюда явилось представленіе объ «эволюціи матеріи».

¹⁾ Пргутъ высказалъ свою гипотезу (въ 1815 г., вскорѣ послѣ появленія атомической гипотезы

Но за послѣдніе годы новѣйшая физика пошла значительно дальше. *Въ наше время атомное строеніе приписываютъ не только матеріи, но и электричеству, и принимаютъ, что матерія образована изъ электричества.*

Дѣйствительно, мы сейчасъ увидимъ, что удалось изолировать заряженныя электричествомъ частички, которыя, повидимому, даже какъ бы состоятъ изъ электричества безъ матеріи, въ собственномъ смыслѣ слова, и масса которыхъ, — масса электромагнитнаго происхож-

Дальтона), исходя изъ предположенія, что атомные вѣса всѣхъ элементовъ по отношенію къ водороду выражаются цѣлыми числами. Эта гипотеза, идущая навстрѣчу нашему естественному стремленію къ возможно простѣйшему выраженію явленій природы, показалась очень заманчивой, возбудила живой и продолжительный интересъ и вызвала цѣлый рядъ работъ, имѣвшихъ цѣлью или провѣрить эти гипотезу, или сдѣлать ее опирающейся на факты. Но эту идею пришлось оставить, черезъ 30 лѣтъ послѣ ея возникновенія, такъ какъ тщательныя изслѣдованія добросовѣстныхъ химиковъ Стаса, Мариньяка и другихъ показали, что атомные вѣса элементовъ, приведенные къ атомному вѣсу водорода, какъ къ единицѣ, не могутъ быть выражены цѣлыми числами. Гипотеза Прюта сошла со сцены, хотя нельзя сказать, что она погребена окончательно. И въ наши дни есть ея сторонники, изъ которыхъ наиболѣе виднымъ является американскій химикъ М. Г. Гинрихсъ. Послѣдній неумоимо разыскиваетъ ошибки въ опредѣленіи атомныхъ вѣ-

денія, — почти въ двѣ тысячи разъ меньше массы водороднаго атома.

Эти электрическіе атомы называются *электронами* и существуютъ во всѣхъ тѣлахъ. Это они являются источникомъ всѣхъ свѣтовыхъ явленій, и ими же обуславливается теплопроводность и электропроводность. Повидимому, электронъ является какъ бы универсальнымъ составнымъ началомъ матеріи, хотя самъ по себѣ онъ не есть матерія, въ обычномъ смыслѣ этого слова.

совѣ и отстаиваетъ утвержденіе, что атомные вѣса элементовъ кратны половинѣ атомнаго вѣса водорода. Въ послѣднее время Гинрихъ съ предпринялъ громадную работу: перечислить атомные вѣса всѣхъ элементовъ съ цѣлью болѣе «справедливаго» распределенія экспериментальныхъ ошибокъ, которыя, по его мнѣнію входятъ въ принятые, въ настоящее время числа, выражающія атомные вѣса. Теоріи Гинрихса разсмотрѣны и лишь съ трудомъ приняты нѣкоторымъ числомъ ученыхъ. Однако, его опытные изслѣдованія имѣютъ научное значеніе.

Послѣ Прюта научные попытки объяснить многочисленность химическихъ элементовъ были сдѣланы Круксомъ, Локіеромъ, братьями Дезеупъ, Н. Морозовымъ, Никольсомъ и другими. Особенно заслуживающимъ вниманіе приходится считать попытку Морозова, нашего извѣстнаго шлиссельбуржца, основанную на періодической системѣ химическихъ элементовъ Менделѣева.

II. ВОЗНИКНОВЕНІЕ ПОНЯТІЯ ОБЪ ЭЛЕКТРОНѢ.

Первое понятіе объ атомѣ электричества даетъ, прежде всего, явленіе *электролиза*, которое вы сейчасъ видѣли на примѣрѣ разложенія подкисленной воды дѣйствіемъ гальваническаго тока. *Электролитомъ* называютъ растворъ, который проводитъ электричество и можетъ быть разложенъ при помощи тока. Каждая молекула электролита можетъ быть расщеплена на два атома или двѣ группы атомовъ, на такъ называемые *іоны*, которые обладаютъ зарядами, равными по величинѣ и обратными по знаку. Такъ, напримѣръ, когда хлористый натръ растворенъ въ водѣ, то опредѣленное число молекулъ диссоціируетъ (распадается) на отрицательный іонъ хлора и положительный іонъ натрія. Подъ дѣйствіемъ молекулярныхъ движеній, порождающихъ тепловыя явленія, и благодаря получающихся отсюда столкновеній, непрестанно происходитъ воссоединеніе іоновъ и новое разложеніе молекулъ. Въ сильно разведенномъ водномъ растворѣ почти весь хлористый натръ оказывается диссоціированнымъ. Если теперь въ растворъ погрузить два электрода, соединенные съ полюсами электрическаго элемента, то отрицательные іоны (хлоръ) на-

правляются къ положительному полюсу (*аноду*), а положительные іоны (натрій) — къ отрицательному полюсу (*катоду*).

Законы электролиза, установленные *Фарадэемъ* и дополненные *Эдмондомъ Беккерелемъ*, привели къ заключенію, что всѣ *одновалентные* іоны, какъ, напримѣръ, іоны водорода, хлора, натрія, калия, всегда переносятъ одинаковый зарядъ (положительный или отрицательный); всѣ *двувалентные* іоны (іоны мѣди и др.) переносятъ зарядъ, который вдвое больше предыдущаго, и т. д. *Зарядъ одновалентнаго іона есть самый малый зарядъ, который до сихъ поръ наблюдался: если отвлечься отъ матеріальнаго носителя этого заряда, то этотъ зарядъ является электрономъ, или атомомъ электричества.*

Этотъ элементарный зарядъ удалось измѣрить ¹⁾. Въ самомъ дѣлѣ, нетрудно вычислить количество электричества, которое необходимо для освобожденія одного грамма вещества, — напримѣръ, одного грамма водорода при электролизѣ, — и мы найдемъ, такимъ образомъ,

¹⁾ Мѣрой заряда служить электростатическая единица, т. е. такое количество электричества, которое отталкиваетъ равное ему количество электричества, находящееся отъ него на разстояніи одного сантиметра съ силой, равной динѣ. За единицу силы принимается дина, т. е. сила, которая, дѣйствуя въ теченіе одной секунды на 1 граммъ, сообщаетъ ему скорость, равную одному сантиметру въ секунду.

полный зарядъ водородныхъ іоновъ. Эти іоны образовались изъ молекулъ, и такъ какъ намъ извѣстно число молекулъ, содержащихся въ 1 граммѣ водорода, то отсюда мы можемъ найти зарядъ, перенесенный однимъ іономъ. Зарядъ этотъ крайне малъ: онъ равенъ 4.10^{-10} электростатической единицы въ системѣ С. С. С. (сантиметръ, граммъ, секунда).

Изученіе излученій, которыя наблюдаются въ разрѣженныхъ газахъ, сдѣлало болѣе точными наши свѣдѣнія объ атомѣ электричества. Когда мы при помощи электростатической машины или индукціонной катушки произведемъ разрядъ электричества въ газѣ, то получимъ при обыкновенномъ давленіи прерывистую искру. Въ трубкѣ же, въ которой давленіе уменьшено, эта искра получается другого вида, и когда давленіе достигаетъ всего нѣсколькихъ милліонныхъ долей атмосферы (*Круксова пустота*), то наблюдается свѣтовой пучекъ, исходящій изъ *катода* (отрицательнаго полюса). Каково бы ни было положеніе анода (положительнаго полюса), пучекъ этотъ всегда испускается перпендикулярно къ поверхности катода и распространяется по прямой линіи. Стекло трубки въ мѣстахъ, гдѣ лучи ударяютъ о него, начинаютъ флюоресцировать ¹⁾ красивымъ зеле-

¹⁾ Флюоресценціей называется свѣченіе, производимое нѣкоторыми тѣлами, на примѣръ, пла-

нымъ свѣтомъ; катодный пучекъ вызываетъ свѣчение фосфоресцирующихъ тѣлъ и нагрѣваетъ экраны, поставленные на его пути.

Лучи, испускаемые катодомъ, носятъ названіе *катодныхъ лучей*. Они были открыты въ 1869 году *Гитторфомъ*, и съ тѣхъ поръ были изучаемы очень многими физиками (*Круксомъ*, *Дж. Дж. Томсономъ*, *Жаномъ Перреномъ*, *Майорана*, *Ленардомъ*, *Виномъ*, *Вилляромъ* и др.). Сэръ *Вильямъ Круксъ* первый высказалъ гипотезу, согласно которой эти лучи обязаны своимъ происхожденіемъ «четвертому состоянію вещества» — *лучистому состоянію*, или состоянію излученія, обуславливающему своего рода «*молекулярную бомбардировку*». Эта истинно гениальная гипотеза была встрѣчена съ большимъ недоувѣріемъ, ибо въ ту пору (1880 г.) большинство ученыхъ стремились, главнымъ образомъ, къ тому, чтобы объяснять всѣ явленія колебательнымъ движеніемъ, а не матеріальнымъ потокомъ. Поэтому многіе физики рассматривали катодные лучи, какъ волнообразныя движенія, аналогичныя свѣтовымъ волнамъ. Это объясненіе вскорѣ должно было быть оставлено, такъ какъ позднѣйшіе опыты самымъ блестящимъ образомъ подтвердили идеи

виковымъ шпатою, которое прекращается вскорѣ послѣ того, какъ причина, вызвавшая его, перестаетъ дѣйствовать.

сэра *Вильяма Крукса*, — съ той, правда, разницей, что состояніе излученія въ катодныхъ лучахъ есть не бомбардировка, производимая матеріей, а бомбардировка, производимая наэлектризованными частицами, которыя гораздо меньше, чѣмъ молекулы тѣль, и которыя, — какъ мы сейчасъ увидимъ, — представляютъ собою не что иное, какъ *отрицательные электроны, отдѣлившіеся совершенно отъ матеріи.*

Жанъ Перрэнъ въ декабрѣ 1895 г. произвелъ одинъ основной опытъ: онъ показалъ, что *катодные лучи переносятъ отрицательное электричество*, — и дѣйствительно, они сообщаютъ отрицательный зарядъ изолированному цилиндру, окруженному металлическимъ огражденіемъ, которое соединено съ землей.

Теперь укажемъ другія свойства катодныхъ лучей. Если они движутся черезъ электрическое поле, т. е. проходятъ между двумя металлическими пластинками, наэлектризованными: одна — положительно, другая — отрицательно, то пучекъ этихъ лучей описываетъ параболу, какъ это должно имѣть мѣсто въ случаѣ потока частицъ, притягиваемыхъ положительной пластинкой и отталкиваемыхъ отрицательной.

Подъ дѣйствіемъ магнита (въ магнитномъ полѣ) пучекъ искривляется, описывая спиральную линію вокругъ силовыхъ линій.

Оба эти отклоненія, магнитное и электриче-

ское, даютъ намъ возможность, — какъ это показалъ *Дж. Дж. Томсонъ*, — измѣрить скорость распространенія частицъ, а также отношеніе между переносимымъ частицей электрическимъ зарядомъ и массой этой частицы. И другіе методы тоже дали намъ возможность измѣрить эти же количества, и вотъ что получилось въ результатѣ:

Скорость катодныхъ частицъ мѣняется въ зависимости отъ условій опыта между 30.000 и 100.000 километровъ въ секунду; отношеніе массы къ заряду въ двѣ тысячи разъ меньше, чѣмъ соотвѣтствующее отношеніе у водороднаго іона при электролизѣ. Это отношеніе всегда бываетъ одно и то же, каковы бы ни были электроды, и каковы бы ни были газы, находящіеся въ трубкѣ въ разрѣженномъ состояніи. Въ этомъ состоитъ первый основной результатъ.

Въ то время, какъ производились эти изысканія, изученіе радиоактивныхъ тѣлъ привело къ заключеніямъ, по меньшей мѣрѣ, столь же важнымъ.

Какъ вамъ извѣстно, нѣкоторыя вещества имѣютъ способность, обнаруженную въ февралѣ 1896 года *Анри Беккерелемъ*, — испускать различной природы лучи, *самопроизвольно, безъ всякаго сообщенія имъ какой-либо энергии извне*. Наэлектризованныя частицы, испускаемыя этими тѣлами, *ионизируютъ* воздухъ, т. е., отрывая отъ молекулъ газа наэлектризо-

ванные частицы и окружая себя нейтральными молекулами, частицы эти вызывают образование наэлектризованныхъ центровъ, дѣлающихъ воздухъ проводникомъ электричества. По этой же причинѣ эти лучи вызываютъ и разряженіе наэлектризованныхъ тѣлъ.

Среди трехъ сортовъ лучей, выдѣляемыхъ радиоактивными тѣлами, *лучи бета* заряжены отрицательнымъ электричествомъ и порождены частицами, тождественными съ частицами катодныхъ лучей. Въ самомъ дѣлѣ, измѣривъ отклоненія въ полѣ электрическомъ и полѣ магнитномъ, *Апри Беккерель* показалъ, что, — до тѣхъ поръ, пока скорость не слишкомъ близка къ скорости свѣта — величина отношенія заряда къ массѣ каждой частицы остается такой же, какъ и въ случаѣ катодныхъ лучей.

Такія же частицы испускаются еще и раскаленными металлами и освобождаются при дѣйствиіи ультрафіолетоваго свѣта или X-лучей на металлы. Во всѣхъ этихъ явленіяхъ мы постоянно находимъ снова то же самое отношеніе заряда къ массѣ ¹⁾).

Но каковы же величины этого заряда и этой

¹⁾ Не только величина отношенія заряда въ массѣ, но также и всѣ прочія доступныя опредѣленію величины электроновъ, всегда совершенно одинаковы. Изъ какого бы вещества не происходили электроны, они обладаютъ одинаковой массой, одинаковой скоростью, одинаковымъ зарядомъ и обнаружи-

массы? До сихъ поръ мы все время говорили только объ ихъ отношеніи.

Я не имѣю возможности описывать здѣсь тѣ замѣчательные, изобрѣтенные *Дж. Дж. Томсономъ*, *Тоунсендомъ* и *Г. А. Вильсономъ* методы, при помощи которыхъ удалось измѣрить зарядъ катодной частицы. Я лишь укажу прин-

вають во всемъ одинаковыя свойства. Сдѣланъ ли катодъ, изъ котораго они отрываются, изъ золота или свинца, вылетаютъ ли они изъ радія, урана, торія или изъ другихъ радиоактивныхъ веществъ, образуются ли они при тѣхъ или иныхъ условіяхъ — во всѣхъ случаяхъ свойства электроновъ оказываются одни и тѣ же. Иначе говоря: атомы всѣхъ тѣлъ распадаются на однородныя частицы, — электроны, т. е. атомъ, распадаясь, теряетъ индивидуальность, которая дѣлаетъ его атомомъ радія, калия, водорода и т. д., словомъ атомомъ матеріи, элементарной частицей вещества какого-либо элемента. Далѣе, вѣскіе факты, какъ это впервые доказалъ *Ле-Бонъ*, говорятъ въ пользу того, что радиоактивность, т. е. испусканіе атомами электроновъ, есть процессъ, хотя и очень медленный, но за то очень распространенный — можетъ быть процессъ общій даже всѣмъ матеріальнымъ тѣламъ. А если такъ, то электроны можно считать однимъ изъ тѣхъ основныхъ матеріаловъ, изъ которыхъ построены атомы матеріи. Вполнѣ даже вѣроятно, что электроны и есть тотъ единственный первичный матеріаль, та «первоматерія», изъ которой выстроена вселенная...

ципъ, на которомъ эти опыты основаны. Ионы, образовавшіеся въ воздухѣ, — *ионами* мы называемъ теперь всѣ наэлектризованные центры, — сгущаютъ водяной паръ въ пересыщенной атмосферѣ, и каждая наэлектризованная частица образуетъ ядро капельки тумана. Скорость паденія капелекъ позволяетъ вычислить ихъ объемъ, а опредѣливъ все количество сгущенной воды, можно такимъ образомъ сосчитать число капелекъ, т. е. число ионовъ. Съ другой стороны, измѣривъ все количество электричества, осажденнаго туманомъ, выводятъ отсюда зарядъ каждаго іона, ибо извѣстно число ионовъ.

Полученный результатъ имѣетъ фундаментальное значеніе: *катодныя частицы и газовые іоны имѣютъ такой же зарядъ, какъ и іонъ водорода при электролизѣ*, такъ что ихъ масса въ двѣ тысячи разъ меньше, чѣмъ масса водороднаго атома.

Отсюда необходимо вытекаетъ слѣдующее заключеніе: *катодныя частицы и лучи бета переносятъ атомъ отрицательнаго электричества и обладаютъ массой въ двѣ тысячи разъ меньшей, чѣмъ масса самаго легкаго изъ матеріальныхъ атомовъ.*

III. ЭЛЕКТРОНЪ ВЪ СВѢТОВЫХЪ ЯВЛЕНІЯХЪ.

Мы только что видѣли, какимъ образомъ изученіе электрическихъ явленій и явленій радіоактивности привело насъ къ познанію свойствъ отрицательныхъ электроновъ. Но и въ совершенно иной отрасли физики, въ оптикѣ, теорія электроновъ нашла чрезвычайно замѣчательное подтвержденіе.

Теорія *Френеля* и результаты, выведенные изъ опытовъ *Фуко* и *Юнга*, установили, что свѣтъ есть волнообразное движеніе, и что, слѣдовательно, существуетъ среда, обладающая способностью передавать свѣтотыя волны. Эта среда носитъ названіе *эѳира*. Она намъ извѣстна по свойствамъ движеній, которыя могутъ въ ней возникать и распространяться; она существуетъ всюду, какъ внутри матеріи, такъ и въ пространствахъ, совершенно лишенныхъ матеріи, — въ пустотѣ.

Максвелль и *Герцъ* показали, что свѣтотыя явленія представляютъ собою не что иное, какъ лишь частный случай явленій электромагнитныхъ (индукція, герцовскія волны и пр.), которыя совершаются въ *эѳирѣ*.

Всѣмъ извѣстно, что происходитъ при разложеніи бѣлаго свѣта призмой: въ *спектр* слѣдуютъ другъ за другомъ цвѣта радуги. Если при помощи спектроскопа анализировать свѣтъ, испускаемый раскаленными газами, то мы увидимъ отдѣльныя яркія полосы. Каждая такая «*полоса испусканія*» представляетъ собою изображеніе щели, черезъ которую проходитъ свѣтъ прежде, чѣмъ попасть на призму, раздѣляющую излученія различныхъ цвѣтовъ. Эти яркія полосы могутъ превращаться въ темныя «*полосы поглощенія*», когда сплошной пучекъ бѣлаго свѣта пропускается черезъ пары: черныя полосы въ этомъ случаѣ соотвѣтствуютъ задержаннымъ цвѣтамъ. Различныя тѣла, твердыя или растворенныя, также имѣютъ характерныя полосы поглощенія.

Существованіе спектровъ испусканія или поглощенія, и вообще, всѣ измѣненія, какія испытываютъ свѣтovyя волны въ тѣлѣ, какъ находящемся въ покоѣ, такъ и движущемся, — всѣ эти измѣненія указываютъ на вмѣшательство матеріи во всѣхъ тѣхъ явленіяхъ, носителемъ которыхъ служитъ эфиръ. Чтобы объяснить взаимодѣйствія эфиръ и вѣсомой матеріи, *Лоренцъ* пришелъ къ мысли, что источникъ свѣтовыхъ явленій находится въ движеніяхъ электрическихъ зарядовъ, содержащихся въ атомѣ.

Замѣчательное открытіе, сдѣланное въ 1896

году *Зееманомъ*, блестяще подтвердило взгляды *Лоренца*.

Зееманъ открылъ, что подъ дѣйствіемъ сильнаго магнитнаго поля полосы газа распадаются на нѣсколько полосъ, и что эти составляющія полосы соотвѣтствуютъ поляризованнымъ движеніямъ, т. е. такимъ, которыя направлены магнитомъ.

Такимъ образомъ, подобно катоднымъ частицамъ, частицы, порождающія или поглощающія свѣтъ, видоизмѣняютъ свои движенія подъ вліяніемъ магнита. Несомнѣнно, слѣдовательно, что онѣ наэлектризованы.

Въ простѣйшемъ случаѣ, когда силовыя линіи магнита параллельны свѣтовому лучу, каждая полоса превращается въ двойную, и полосы, составляющія эту послѣднюю, соотвѣтствуютъ двумъ *круговымъ* колебательнымъ движеніямъ, описываемымъ въ противоположныхъ направле-ніяхъ.

Согласно теоріи *Лоренца*, величина расхожденія составляющихъ линій позволяетъ вычислить отношеніе заряда къ массѣ частицъ, а знакъ движущагося электрическаго заряда указываетъ направленіе, въ которомъ магнитное поле опредѣленнаго направленія перемѣщаетъ слагающія, соотвѣтствующія круговымъ колебаніямъ.

Приложеніе этой теоріи къ результатамъ

опытовъ показало, что въ случаѣ *полосчатыхъ спектровъ газовъ и паровъ испусканіе и поглощеніе* вызываются частицами, тождественными катоднымъ частицамъ, т. е. вызываются отрицательными электронами.

Со времени открытія *Зеемана* было произведено множество изслѣдованій, экспериментальныхъ и теоретическихъ, надъ этимъ явленіемъ, которое пролило новый свѣтъ на механизмъ лучеиспусканія и лучепоглощенія. Дѣйствіе магнетизма на явленіе поглощенія свѣта подвергалось наблюденію въ нашей лабораторіи на твердыхъ тѣлахъ, кристаллахъ, минералахъ, и было изучено вплоть до температуры отвердѣванія водорода, — до температуры — 259° Ц. Ниже мы вернемся къ тѣмъ новымъ и неожиданнымъ свойствамъ, какія обнаруживались при этихъ изслѣдованіяхъ.

Такимъ образомъ, мы встрѣчаемся съ электрономъ у самаго источника свѣтовыхъ явленій.

Современныя теоріи, проводимость теплоты и электричества металлами, блескъ и цвѣтъ металловъ объясняютъ движеніями электроновъ, свободно циркулирующихъ между молекулами.

Многочисленные факты, краткій обзоръ которыхъ мы только что сдѣлали, устанавливаютъ, что *отрицательный электронъ*, который

дѣлается въ *лучахъ бета* въ нѣкоторомъ родѣ осязаемымъ, — является универсальнымъ составнымъ началомъ матеріи ¹⁾).

1) Это открытіе знаменуетъ собой вступленіе нашихъ знаній о строеніи атомовъ въ новую, очень важную фазу развитія и производитъ переворотъ въ установившихся естественно-научныхъ понятіяхъ. Старая атомистическая теорія, которая, благодаря Далътону, была положена, какъ основа для объясненія явленій физики и химіи, должна въ настоящее время смѣниться новой, по которой сами атомы являются сложными тѣлами, идея древнихъ философовъ и средневѣковыхъ алхимиковъ объ единой всеобщей матеріи, о «первоматеріи», возрождается въ новой формѣ, въ ученіи о строеніи матеріи изъ электроновъ, изъ атомовъ электричества. Субстанція электроновъ — вотъ, по всей вѣроятности, первооснова вещества, тотъ первичный матеріалъ, изъ котораго путемъ эволюціи возникли вполнѣ стройныя прочныя системы, являющіяся для насъ въ видѣ атомовъ различныхъ химическихъ элементовъ!..

Каково же современное состояніе атомистической гипотезы въ физикѣ? Поколеблена ли она электронной теоріей или нѣтъ? Знаменитый изслѣдователь радиоактивныхъ тѣлъ Э. Резсерфордъ далъ намъ на этотъ вопросъ вполнѣ опредѣленный отвѣтъ.

«Нѣкоторые склонны полагать, — говорить этотъ

ученый, — что развитіе **физики** за послѣдніе годы заставляетъ усумниться **въ** правильности атомистическаго ученія. Этотъ взглядъ является совершенно ошибочнымъ: изъ имѣющихся фактовъ ясно, что новыя открытія не только значительно подкрѣпили старыя доказательства этой теоріи, но даже дали почти прямое и вполнѣ убѣдительное новое подтвержденіе ея правильности. Химическій атомъ, какъ вполнѣ опредѣленная единица въ подраздѣленіи матеріи, теперь занялъ непоколебимое положеніе въ наукѣ. Если оставить въ сторонѣ этимологическія соображенія, атомъ въ химіи все время разсматривался только какъ на наименьшее количество матеріи, способное вступить въ химическія соединенія (въ обычномъ значеніи слова). Но при этомъ не предполагалось, что атомы неразрушимы и вѣчны, или что нельзя найти способа подраздѣлить ихъ на болѣе мелкія единицы. Открытіе электроновъ показало, что атомъ не представляетъ наименьшую массу, а изученіе радиоактивныхъ веществъ обнаружило, что атомы нѣкоторыхъ элементовъ съ высокимъ атомнымъ вѣсомъ не остаются постоянно устойчивыми, а самопроизвольно расщепляются и образуютъ вещество новаго типа. Но этотъ прогрессъ нашего знанія отнюдь не колеблетъ положенія химическаго атома, а скорѣе даже подтверждаетъ его важность, какъ одно изъ подраздѣленій матеріи, свойства котораго еще нуждаются въ дальнѣйшемъ детальномъ изученіи».

Существованіе атомовъ въ настоящее время надо считать несомнѣннымъ, такъ какъ, — какъ это видно будетъ въ одномъ изъ слѣдующихъ примѣчаній, — ихъ даже удалось обнаружить въ отдѣльности. Но это уже не атомы въ тѣсномъ смыслѣ этого слова, а сложныя системы болѣе мелкихъ частицъ — электроновъ.

IV. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ПРИРОДА МАТЕРИИ.

Мы приступаемъ теперь къ фундаментальному вопросу. Какова природа этой наэлектризованной частицы? Состоить ли она изъ матеріи, или изъ какой-нибудь другой субстанции? Современная физика, повидимому, отчасти разрѣшила эту проблему.

Разсмотримъ наэлектризованное тѣло. Во-первыхъ, это тѣло имѣетъ матеріальную массу, — «массу» въ *механическомъ* смыслѣ слова, которая опредѣляется, какъ отношеніе силы, дѣйствующей на тѣло, къ ускоренію, которое она сообщаетъ тѣлу; во-вторыхъ, въ силу того обстоятельства, что тѣло наэлектризовано, оно имѣетъ другую массу, — массу *электромагнитнаго* происхожденія. Въ самомъ дѣлѣ, когда тѣло находится въ движеніи, оно представляетъ собою перемѣщающійся элементъ тока; между тѣмъ, всякое измѣненіе въ силѣ и направленіи тока, т. е. въ величинѣ и направленіи скорости тѣла, сопровождается выдѣленіемъ энергіи и вызываетъ индукціонное дѣйствіе въ эѳирѣ. Эта индукція, противодѣйствующая всякому измѣненію, согласно закону *Ленца*, представляетъ настоящую инерцію электрическаго происхожденія. Очевидно, такимъ образомъ, что на-

электризованное тѣло имѣеть двѣ массы: свою матеріальную массу и электромагнитную массу заряда, который оно несетъ съ собой.

Съ другой стороны, есть доказательства, что электромагнитная инерція должна зависѣть отъ скорости; что она, практически, должна оставаться постоянной, если скорость не достигаетъ значительной величины (по крайней мѣрѣ 100.000 километровъ въ секунду), но что она должна возрастать и становиться безконечно большой, когда скорость приближается къ скорости свѣта (300.000 километровъ въ секунду).

Какъ мы видѣли, можно измѣрить какъ скорость, такъ и отношеніе заряда къ массѣ у частицъ *бета* радія. Эти *лучи бета* образуютъ пучекъ тѣлецъ, имѣющихъ весьма различныя скорости, при чемъ нѣкоторыя изъ этихъ тѣлецъ достигаютъ скорости, близкой къ скорости свѣта. При этомъ установлено, что чѣмъ скорость больше, тѣмъ меньше отношеніе заряда къ массѣ, т. е. (ибо зарядъ не можетъ мѣняться) тѣмъ больше масса.

Этотъ фактъ какъ разъ совпадаетъ съ тѣмъ, что предсказано было заранѣе, и законъ измѣненія всей массы, какъ функціи скорости, долженъ указывать намъ на отношеніе между обѣими массами во всей массѣ ¹⁾.

¹⁾ Исходя изъ мысли Дж. Дж. Томсона объ инерціи наэлектризованнаго тѣла, Максъ Абра-

Результатъ получается поразительный: изменение всей массы оказывается такимъ же, какъ если бы существовала одна только электромагнитная масса; стало быть, *материальная масса*

гамъ первый поставилъ вопросъ о томъ, не является ли масса функцией скорости — вопросъ, на первый взглядъ кажущійся столь парадоксальнымъ. Теоретически ему удалось доказать, что въ началѣ масса постоянна даже для очень большихъ скоростей, она потомъ быстро растетъ и стремится къ безконечности, когда скорость приближается къ скорости свѣта. Пока масса не достигаетъ $\frac{1}{5}$ скорости свѣта, т. е. не превосходитъ 60.000 километровъ въ секунду, величина ея, выраженная въ началѣ 1, остается почти постоянной = 1,012. Когда скорость равняется $\frac{1}{2}$ скорости свѣта, т. е. 150.000 кил. въ секунду, масса возрастаетъ только на одну десятую = 1,119. Увеличение массы еще очень слабо при скорости равной $\frac{3}{4}$ скорости свѣта = 1,369. Когда скорость равняется $\frac{9}{10}$ скорости свѣта, масса еще не удвоилась = 1,82, но когда скорость равняется 0,999 скорости свѣта, масса ушестерилась = 6,678. Мы уже почти дошли до скорости свѣта, а масса только ушестерилась. Но съ этого пункта, цифры, выведенныя изъ формулы Абрагама, особенно увеличиваются. Для того, чтобы масса электрона увеличилась въ 20 разъ, достаточно, чтобы скорость его отличалась отъ скорости свѣта только на нѣкоторую часть миллиметра. Чтобы масса его увеличилась въ 100 разъ, скорость его должна отличаться отъ скорости свѣта не болѣе, чѣмъ на долю миллиметра, выраженную 58 цифрами. Если бы скорость электрона достигла скорости свѣта, то теоретически масса его равнялась бы безконечности. Весьма тща-

представляется равной нулю¹⁾. Иначе говоря, электронъ есть электричество, лишенное матеріальнаго носителя, т. е. онъ есть какое-то видоизмѣненіе, пока еще, впрочемъ, не извѣстное (быть можетъ, вихревой природы) той среды, которую мы называемъ эфиромъ.

Итакъ, электронъ есть какое-то особое состояніе ээира. Въ нѣкоторой степени онъ матеріаленъ, такъ какъ онъ обладаетъ массой, что составляетъ одно изъ основныхъ свойствъ матеріи; однако, онъ не есть матерія въ томъ смыслѣ, какой до сихъ поръ придавали этому слову, такъ какъ его инерція сводится къ инерціи ээира. Словомъ, *электронъ можно разсматривать, какъ промежуточное звено между ээиромъ и вѣсомой матеріей.*

тельные опыты, продѣланные Кауфманомъ, Гупкаи Бухереромъ прекрасно подтвердили эти вычисления Абрагама.

¹⁾ Вотъ почему Кауфманъ говоритъ, что «электронъ ничто иное, какъ электрическій зарядъ, распредѣленный въ очень маленькомъ объемѣ или на очень ограниченномъ пространствѣ». Первоначально мы говорили, что масса его въ двѣ тысячи разъ меньше, чѣмъ масса атома водорода. Болѣе внимательное же изученіе показываетъ намъ, что эта масса фактивна; электромагнитныя явленія, которыя происходятъ, когда мы приводимъ электронъ въ движеніе или измѣняемъ его скорость, производятъ впечатлѣніе инерціи и именно эта инерція, обязанная своимъ происхожденіемъ его заряду, сы-

Масса отрицательнаго электрона для незначительныхъ скоростей составляетъ $0,5 \cdot 10^{-27}$ грамма¹⁾. Предполагая электронъ сферическимъ, можно вычислить его радиусъ, если известны его зарядъ и массы; онъ получается равнымъ 10^{-13} сантиметра²⁾.

гнала для насъ роль иллюзи. Когда скорость электрона постоянна, то онъ создаетъ вокругъ себя при своемъ прохожденіи поле электрическое и поле магнитное. Вокругъ этого наэлектризованнаго центра образуется родъ струи, которая слѣдуетъ за нимъ черезъ эфиръ и которая не мѣняется, пока остается неизмѣнной скоростью. Если и другіе электроны слѣдуютъ за первымъ внутри проволоки, то мы говоримъ, что черезъ эту проволоку проходитъ электрическій токъ. Когда движеніе электрона ускоряется, то образуется поперечная волна; нарождается электромагнитная радіація, характеръ которой можетъ, конечно, измѣняться соотвѣтственно измѣненію скорости. Если электронъ обладаетъ достаточно быстрымъ періодическимъ движеніемъ, то волна эта есть волна свѣтовая; если электронъ внезапно останавливается, то эфиру передается родъ пульсаціи и мы получаемъ тогда лучи Рентгена.

1) $\frac{5}{10.000.000.000.000.000.000.000.000}$ грамма.

2) Этотъ радиусъ въ 200.000 разъ меньше радиуса атома водорода. Такимъ образомъ, если предположить, что атомъ водорода состоитъ изъ электроновъ, то объемъ всѣхъ 2000 электроновъ, входящихъ въ составъ атома водорода (электронъ, какъ мы уже знаемъ, по своей массѣ въ 2000 разъ меньше массы атома водорода), составляетъ менѣе, чѣмъ одну билліонную объема атома водорода.

До послѣднихъ лѣтъ физики стремились найти механическое объясненіе физическихъ явленій. Такъ, на примѣръ, *Френель* далъ механическую теорію свѣта. Такая попытка была вполне естественна, такъ какъ механическія явленія повседневно воспринимаются нашими чувствами и гораздо болѣе привычны для насъ, чѣмъ явленія электрическія. Однако же, несмотря на то, что согласно теоріи *Максвелля*, для электромагнитныхъ явленій должно быть возможно механическое объясненіе, или, точнѣе выражаясь, *безконечное множество механическихъ объясненій*, — этимъ путемъ все-таки не удалось получить ни одного удовлетворительнаго объясненія, и эфиръ представляется намъ рѣзко отличающимся отъ всѣхъ тѣлъ, какія намъ извѣстны.

При наличности результатовъ, достигнутыхъ въ настоящее время, ученые пришли къ убѣжденію, что вмѣсто того, чтобы искать механическое объясненіе для электромагнетизма, гораздо умѣстнѣе для образованія матеріи и для механическихъ явленій создать электрическую теорію. Очевидно, что всѣ факты, которые были разсмотрѣны нами въ предыдущемъ изложеніи, — логически приводятъ къ подобному выводу.

Дѣйствительно, изъ матеріи удалось изолировать частицу, которая, повидимому, представляетъ собою не что иное, какъ электричество;

масса этого электрона всецѣло электромагнитнаго происхожденія; приходится, стало быть, электричество брать за исходный пунктъ для того, чтобы построить теорію физическихъ явленій и даже теорію самой матеріи.

Если матерія образуется при посредствѣ скопленія электроновъ, то *ея инерція* — цѣликомъ электромагнитнаго происхожденія: носителемъ всякаго рода энергіи является эфиръ, окружающій каждый электронъ, а не сама матерія. Этимъ я не думаю сказать, будто матеріи нѣтъ; это значить только то, что не слѣдуетъ обманываться внѣшнимъ видомъ, и что мы должны смотрѣть на матерію не такъ, какъ то мы дѣлали до послѣднихъ лѣтъ.

Разъ инерція матеріи есть инерція электромагнитной природы, то масса тѣль зависитъ отъ скорости ихъ движенія, а этотъ результатъ, съ абсолютной точки зрѣнія, противорѣчитъ одному изъ принциповъ, на которыхъ основана механика. Но здѣсь слѣдуетъ обратить серьезное вниманіе на то, что всѣ проблемы, рѣшаемыя механикой, — содержатся въ предѣлахъ одного частнаго случая, а именно, того случая, когда скорость — мала въ сравненіи со скоростью свѣта: это относится не только къ скоростямъ, получаемымъ здѣсь, на землѣ, но и ко всѣмъ скоростямъ небесныхъ свѣтилъ. При такихъ условіяхъ, массу можно съ практической точки зрѣнія считать постоянной, и нѣтъ

надобности мѣнять что-либо въ прежней механикѣ¹⁾).

Лица, недостаточно свыкшіяся съ идеями, которыя я сейчасъ резюмировалъ, часто возражаютъ, что электричество все же остается тайной, и что новыя идеи держатся на невѣдомой основѣ. Это — безусловно вѣрно: мы не знаемъ первопричины электричества, и мы совершенно не постигаемъ нѣкоторыхъ свойствъ ээира. Но развѣ въ механическихъ теоріяхъ прошлаго слово «матерія» не заключало въ себѣ столь же глубокія тайны? Развѣ смыслъ слова «масса» становится болѣе яснымъ, когда говорятъ о матеріальной массѣ? Развѣ происхожденіе матеріи, рассматриваемой, какъ нѣчто существующее независимо отъ ээира, не кажется еще болѣе темнымъ, чѣмъ происхожденіе электричества, которое представляется видоизмѣненіемъ самого ээира?

Во всякомъ случаѣ, электрическая теорія матеріи представляетъ всѣ преимущества простоты, ибо она стремится къ *объединенію всѣхъ явленій*, которыя сводятся къ проявленіямъ одной единственной среды — ээира. Электронъ,

1) Этотъ интересный вопросъ изложенъ въ книгѣ Анри Пуанкаре: «Новая механика. Эволюція законовъ». Переводъ съ примѣчаніями и двумя статьями Г. А. Гуревича. Изд. «Современныя Проблемы».

который одновременно принадлежит и ээиру и матеріи, служить промежуточнымъ звеномъ между ээиромъ пустого пространства и матеріей въ томъ видѣ, въ какомъ она раскрывается передъ нами.

V. РОЛЬ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕОРИИ ВЪ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКѢ.

Цѣлью электрическихъ теорій должно быть отысканіе отвѣта на слѣдующій вопросъ: какимъ образомъ атомы элементовъ могутъ быть образованы путемъ соединенія электроновъ? Но новѣйшая физика, несмотря на прекрасные полученные ею результаты, еще очень далека отъ того, чтобы дать изображеніе атома матеріи.

Мы сейчасъ видѣли, что физики добыли довольно полныя свѣдѣнія относительно одной изъ составляющихъ началъ матеріи, — относительно отрицательнаго электрона, и что новыя идеи основываются на свойствахъ этой частицы, Но существуетъ ли на ряду съ отрицательнымъ электрономъ и положительный электронъ? Очевидно, необходимо, чтобы гдѣ-то въ матеріи находились и положительные заряды, но имѣютъ ли они такую же атомную структуру, какъ и заряды отрицательные, или же они обладаютъ совершенно другой природой?

При разрядахъ въ средѣ разрѣженныхъ газовъ и при излученіяхъ радиоактивныхъ тѣлъ мы встрѣчаемъ, наряду съ отрицательными лучами, также лучи, переносящіе положительное

электричество; но эти положительные лучи, въ общемъ, повидимому, совершенно отличаются отъ отрицательныхъ.

Если сквозь катодъ круковой трубки продырявить каналы, то позади катода наблюдаются свѣтовые пучки, которые проходятъ черезъ каждое продѣланное отверстіе и распространяются въ направленіи, противоположномъ направленію катодныхъ лучей. Это такъ называемые *каналовые лучи*, открытые *Гольдштейномъ*. Лучи эти заряжены, и — замѣчательный фактъ! — какой бы газъ ни заключался въ трубкѣ, измѣреніе отношенія заряда къ массѣ обнаруживаетъ лишь два рода частицъ (*Дж. Томсонъ*): однѣ частицы соотвѣтствуютъ водородному атому, переносящему элементарный зарядъ, другія — атому гелія, переносящему двойной зарядъ.

Именно изъ этихъ послѣднихъ частицъ и состоятъ *лучи альфа* въ излученіяхъ радія и всѣхъ радиоактивныхъ тѣлъ. *Резсерфордъ* своими великолѣпными опытами доказалъ, что лучи альфа состоятъ изъ атомовъ гелія ¹⁾.

¹⁾ Въ настоящее время теорія, по которой лучи альфа состоятъ изъ потоковъ матеріальныхъ частицъ, изъ положительно заряженныхъ атомовъ газа гелія, является общепризнанной и прочно обоснована фактами. Работа Резсерфорда дала намъ возможность «видѣть» какъ бы эти самые атомы гелія. Когда каждая частица альфа-лучей

Наконецъ, другіе положительно лучи (анодные лучи, которые выходятъ изъ веществъ, помѣщенныхъ у положительнаго полюса Круксовой трубки) представляютъ собою не что иное, какъ матеріальные атомы, которые потеряли свои отрицательные электроны (*Герке и Рейзенгеймъ*). *Эмиссионит*

Отсюда вы видите, что положительные лучи глубоко отличаются отъ лучей отрицательныхъ. Они образуютъ потокъ *наэлектризованной ма-*

(каждый атомъ гелія) падаетъ на покрытый сѣрноокислымъ цинкомъ, фосфоресцирующій экранъ, то она вызываетъ вспышку свѣта, свѣченіе того мѣста, на которое она падаетъ. Причиной вспышки является то обстоятельство, что частички или атомы гелія, ударяясь объ экранъ, производятъ искорки свѣта, точно такъ же, какъ ударъ стали о кремень сопровождается искрой. При обыкновенныхъ условияхъ эти искорки такъ густо расположены и такъ часто слѣдуютъ одна за другой, что получается впечатлѣніе сплошнаго свѣченія экрана. Если, однако, на экранъ падаетъ только очень тонкій пучекъ альфа-лучей, полученный путемъ пропусканія ихъ черезъ очень тонкое отверстіе (въ изготовленномъ Круксомъ для этой цѣли приборѣ, названномъ спинтарископомъ), то количество частичекъ гелія въ такомъ пучкѣ будетъ значительно меньше, такъ что, когда мы теперь разсмотримъ при помощи хорошаго микроскопа то мѣсто экрана, на которое падаютъ эти лучи, то мы увидимъ отдѣльныя искорки, которыя послѣдовательно загораются и потухаютъ; каждая отдѣльная искорка соотвѣтствуетъ удару одной частицы одного атома гелія объ экранъ. Та-

терии и состоятъ не изъ электроновъ, а изъ *іоновъ*, т. е. матеріальныхъ атомовъ, лишенныхъ одного или нѣсколькихъ отрицательныхъ электроновъ. Эти *іоны* обладаютъ массой, равной, по меньшей мѣрѣ, массѣ положительнаго *іона* водорода, т. е. атома водорода, получившаго положительный зарядъ вслѣдствіе потери отрицательнаго электрона.

Однимъ словомъ, положительныя частицы представляютъ собою *остатки атомовъ*.

кимъ образомъ, мы «видимъ» какъ бы самыя атомы или, по крайней мѣрѣ, ихъ непосредственное дѣйствіе.

Наблюдая это искристое свѣченіе экрана подъ влияніемъ альфа-частицъ мы можемъ и сосчитать количество этихъ частицъ. Такимъ путемъ Джемсъ Дьюаръ нашелъ, что 1 граммъ радія въ состояніи равновѣсія выбрасываетъ во всѣ стороны 136.000.000.000 частичекъ въ секунду. Найдено было также, что этотъ граммъ радія производитъ въ сутки 0,46 куб. милл. гелія при нормальномъ давленіи и температурѣ. Въ секунду, значить, радій выдѣляетъ 0,46 куб. милл., дѣленное на число секундъ въ суткахъ, т. е. 0,00000532 куб. милл. Кроме того, такъ какъ опытъ показалъ, что всѣ частицы альфа, т. е. атомы гелія, тождественныя между собою и по массѣ и по строенію, то для полученія одного куб. сантиметра гелія мы должны имѣть ихъ во столько разъ больше 136.000.000.000, во сколько 1 куб. сантим. больше 0,00000532 куб. сантиметра, а именно: 25.600.000.000.000.000.000 атомовъ. Далѣе, изъ плот-

Въ виду того, что положительные заряды остаются, такимъ образомъ, связанными съ матеріей, — многіе ученые отрицаютъ существованіе положительнаго электрона, подобнаго электрону отрицательному. Нѣкоторые даже предположили, что положительнаго электрона совсѣмъ не существуетъ, и что матерія сама по себѣ имѣетъ существованіе, независимое отъ электроновъ. По этой теоріи соединеніе матеріи съ отрицательными электронами даетъ атомы, электрически нейтральные, а положительные за-

ности гелія мы опредѣляемъ вѣсъ 1 куб. сантиметра, а потомъ дѣлимъ его на количество атомовъ въ 1 куб. сантиметрѣ и получаемъ, такимъ образомъ, вѣсъ одного атома, равняющійся

0,000,000,000,000,000,000,000,0068 грамма.

Полученныя здѣсь цифры для гелія, являющіяся результатомъ точнаго опыта, были получены и раньше, но только путемъ теоретическихъ и математическихъ соображеній и вычисленій (основанныхъ на изученіи такихъ разнородныхъ явленій, какъ Броуновское движеніе, синева неба, вязкость газовъ и пр.). Совпаденіе результатовъ этихъ двухъ различныхъ методовъ изслѣдованія является самой лучшей гарантіей ихъ правильности. Итакъ, атомы, о которыхъ говоритъ намъ химія, — нефантазія, это ральность: въ Броуновскомъ движеніи и въ лучахъ альфа мы ихъ «видимъ» и «считаемъ»!

Очень интересенъ методъ, которымъ пользовались Резсердордъ и Гайгеръ для подсчета альфа-частицъ, выбрасываемыхъ радіевымъ пре-

ряды получаютъ исключительно въ результатъ отсутствія отрицательныхъ электроновъ. Такая точка зрѣнія, занимающая промежуточное положеніе между прежними и новыми идеями, лишена всѣхъ преимуществъ простоты и единства, вытекающихъ изъ новѣйшихъ представленій, при свѣтѣ которыхъ все сводится къ ээиру.

Какъ основной фактъ, слѣдуетъ замѣтить выдѣленіе гелія въ видѣ лучей альфа всѣми радіоактивными тѣлами, и не нужно забывать,

паратомъ. Не вдаваясь въ подробности этого очень остроумнаго метода, скажу только, что, пользуясь сильнымъ электрическимъ полемъ и чувствительнымъ электрометромъ и пропуская узкій пучекъ альфа-лучей, имъ удалось устроить въ нѣкоторомъ родѣ ловушку для каждой отдѣльной частицы альфа и, какъ только она входила въ ловушку, объ этомъ давалъ знать качаніями стрѣлки электрометръ. Такъ какъ въ эту ловушку пролетало около трехъ альфа-частичекъ въ минуту, то ихъ можно было, наблюдая отклоненія электрометра, съ удобствомъ считать по пальцамъ. Полученныя такимъ путемъ числа, въ общемъ, согласуются съ вышеприведенными числами.

Теперь необходимо упомянуть объ открытомъ англійскимъ физикомъ Вильсономъ методѣ, съ помощью котораго можно прямо фотографировать альфа-лучи и любоваться непосредственнымъ изображеніемъ путей (траекторіи), по которымъ движутся альфа-частицы. Для полученія такихъ результатовъ онъ воспользовался свойствомъ альфа- и бета-лучей ионизировать воздухъ. Мы уже знаемъ, что образовавшіеся іоны обладаютъ свойствомъ сгу-

что *Дж. Дж. Томсонъ* нашелъ снова тѣ же самыя лучи альфа и въ трубкахъ съ каналовыми лучами. Однако, ионъ гелія не можетъ быть положительнымъ электрономъ, такъ какъ существуетъ матеріальный атомъ, а именно атомъ водорода, обладающій меньшей массой. Но атомъ гелія представляется въ видѣ сочетанія, отличающагося весьма большой устойчивостью. Образуется ли онъ въ описанныхъ прежде явленіяхъ вслѣдствіе прямого соединенія отрица-

щать вокругъ себя водяныя пары, въ томъ случаѣ, если воздухъ ими пресыщенъ, — каждый ионъ становится какъ бы центромъ образованія мельчайшей капельки воды. Такимъ образомъ, если альфа-лучъ проходитъ въ атмосферѣ, пресыщенной парами воды, то по пути своему онъ образуетъ какъ бы облачко сгустившихся капелекъ, которыя, однако, въ тотъ же моментъ снова исчезаютъ. Какъ же уловить этотъ моментъ образованія сгущенныхъ паровъ? Для этого *Вильсонъ* сдѣлалъ остроумное приспособленіе, благодаря которому въ тотъ самый мигъ, когда воздухъ въ замкнутой камерѣ («облачной камерѣ») перенасыщался водными парами, — что достигалось расширеніемъ воздуха съ помощью насоса, — замыкался токъ, дававшій искру, которая освѣщала камеру. При свѣтѣ этой искры и запечатлѣвались на фотографической пластинкѣ сгустившіяся пары, соответствующіе альфа-лучамъ, — атомамъ гелія.

Фотографіи, полученныя *Вильсономъ* поразительны по отчетливости и ясности картины: частица радія на такомъ снимкѣ представляется такъ, какъ обыкновенно рисуютъ небесныя свѣтила, именно, имѣетъ видъ свѣтящейся точки, отъ которой рав-

тельныхъ электроновъ съ освободившимися на моментъ электронами положительными, или же онъ въ качествѣ примордіальнаго (первичнаго) сочетанія входитъ въ составъ атомовъ большинства элементовъ? Это — вопросы, которые до настоящаго времени еще не могли быть рѣшены.

Въ каналовыхъ лучахъ мы находимъ также частицы, характерныя для водороднаго іона. Можно вернуться къ идеямъ *Проута* и предположить, что этотъ іонъ есть не что иное, какъ положительный электронъ. Въ такомъ случаѣ необходимо было бы знать, есть ли его масса чисто электромагнитная; если да, то положительный электронъ имѣлъ бы массу въ двѣ тысячи разъ большую, чѣмъ масса отрицательнаго

номѣрно во все стороны расходятся совершенно прямые лучи. Идея современныхъ физиковъ, что каждый кусочекъ радія является какъ бы батареей, выстрѣливающей во все стороны альфа- и бета-частички, какъ какіе-то артиллерійскіе снаряды, получаетъ на этихъ снимкахъ, можно сказать, полную очевидность. Когда *Вильсонъ* вмѣсто радія помѣщалъ въ камеру эманацию радія (газъ, выдѣляемый радіемъ), то на снимкахъ получались пути альфа-частицъ, пересѣкающіеся въ разныхъ направленіяхъ, — какъ это и слѣдуетъ изъ кинетической теоріи газовъ. Дѣло въ томъ, что эманация газообразна и потому альфа-частица выходитъ не изъ одной точки, а изъ многихъ точекъ ея — это и передавалось съ замѣчательной ясностью на фотографіяхъ.

Еще замѣчательнѣе снимки бета-лучей. Бета-частицы — электроны — мельче альфа-частицъ (ато-

электрона, и атомъ водорода представлялъ бы собою результатъ соединенія одного положительнаго электрона съ однимъ отрицательнымъ электрономъ.

Была, однако, предложена и другая гипотеза: нѣкоторые физики, встрѣтивъ большія затрудненія при попыткахъ объяснить свойства металловъ посредствомъ однихъ только отрицательныхъ электроновъ, выставили предположеніе, что существуютъ два рода электроновъ, которые, по этой гипотезѣ, отличаются между собой лишь знакомъ своего заряда.

Я скажу здѣсь нѣсколько словъ объ опытахъ, недавно произведенныхъ въ нашей лабораторіи. Съ достаточной простотою они еще до сихъ поръ не могли быть объяснены при помощи отрицательныхъ электроновъ, но они были бы истолкованы съ полной очевидностью, если бы въ составъ тѣлъ входили положитель-

мовъ гелія) приблизительно въ 8000 разъ и потому по разрушаютъ при своемъ полетѣ частицъ воздуха, а извиваются между ними, образуя неправильныя, извилистыя линіи. Фотографіи Вильсона и передаютъ это съ поразительной точностью. Болѣе того: на снимкахъ обнаруживается даже, что путь бета-частицъ состоитъ изъ ряда отдѣльныхъ сгустившихся капелекъ!

Что еще прибавить? Развѣ только то, что сомнѣніе въ реальности существованія атомовъ и электроновъ имѣетъ такой же характеръ, какъ и сомнѣніе въ реальности внѣшняго міра...

ные электроны. Эти опыты относятся къ дѣйствию магнитнаго поля на полосы поглощенія у кристалловъ и нѣкоторыхъ растворенныхъ солей. Производимое магнитнымъ полемъ измѣненіе періода въ нѣкоторыхъ полосахъ происходитъ въ направленіи, которое соотвѣтствуетъ отрицательнымъ электронамъ, но для другихъ полосъ оно происходитъ въ противоположномъ направленіи.

Величина измѣненія періода, абсолютно не зависящая отъ температуры (до -259°), повидимому, является характерной для системы, находящейся въ колебательномъ состояніи: *все происходитъ такъ, какъ если бы нѣкоторыя изъ этихъ системъ содержали положительные электроны.*

Опыты надъ разрядами въ сильно разрѣженныхъ газахъ, произведенные сначала *Лилиенфельдомъ*, а затѣмъ, въ другомъ видѣ, въ нашей лабораторіи, — дали возможность получить положительные лучи, которые можно было бы объяснить существованіемъ свободныхъ положительныхъ электроновъ. Однако, этой гипотезѣ были противопоставлены другія объясненія, и этотъ предметъ требуетъ еще дальнѣйшихъ изслѣдованій ¹⁾.

¹⁾ Недавно авторъ этой лекціи заявилъ объ открытіи, которое, если будетъ подтверждено, окажется необыкновенной важности какъ въ практическихъ работахъ, такъ и въ изученіи электричества.

Возможно, стало быть, что существуетъ положительный электронъ такой же природы, какъ и электронъ отрицательный. Я говорю «такой же природы», а не «тождественной», потому что отсутствіе симметричности между явленіями, какія представляютъ оба электричества, дѣлаетъ вѣроятнымъ и несходство между двумя электронами. Если существуютъ оба рода электроновъ, то, согласно нашимъ опытамъ, они должны имѣть одно и то же отношеніе заряда къ массѣ, но какъ ихъ массы, такъ и ихъ заряды могли бы быть весьма различны.

Одно, во всякомъ случаѣ, не подлежитъ сомнѣнію: если положительные электроны существуютъ, то они очень прочно связаны съ ма-

Хорошо извѣстно, что если тонкую металлическую полоску прикрѣпить къ стеклянной пластинкѣ, расположенной между полюсами электромагнита такимъ образомъ, чтобы плоскость полоски была подъ прямымъ угломъ къ силовымъ линіямъ магнитнаго поля, то токъ, проходящій чрезъ полоску отъ одного конца до другого, отклоняется въ одну или другую сторону, согласно типу металла, изъ котораго состоитъ полоска. Такъ, токъ въ полоскѣ изъ цинка, жельза или кобальта отклоняется вправо, но если употребляется полоска изъ никкеля, золота или висмута, то влѣво. По имени открывшаго это явленіе Холла явленіе было названо **Э ф ф е к т о мъ Х о л л а**. Явленіе это принималось за сильное доказательство существованія положительныхъ электроновъ. Пфундъ изъ Балтимора вмѣстѣ съ Дж. Дж. Томсономъ и другими убѣжденъ, что пред-

теріальними атомами. При такому условіи они могли бы быть открыты только въ явленіяхъ магнито-оптическихъ, при помощи которыхъ физикъ проникаетъ въ самую глубь атома, не разрушая его, или же они могли бы быть открыты внутри трубокъ съ разрѣженными газами при совершенно особыхъ обстоятельствахъ — когда положительные іоны распадаются вслѣдствіе столкновенія съ катодными частицами, играющими роль метательныхъ снарядовъ.

Мы видимъ, какъ видоизмѣнялись возрѣнія на природу положительныхъ зарядовъ. Что бы ни представлялъ собой положительный электронъ, намъ необходимо ознакомиться съ нимъ такъ же хорошо, какъ и съ отрицательнымъ электрономъ, и лишь послѣ того можно будетъ думать о томъ, чтобы понять строеніе матеріаль-

полагаемыя показанія въ пользу существованія положительныхъ электроновъ слишкомъ очевидны, чтобы больше не сомнѣваться. Теперь Жанъ Беккерель доказываетъ, что если Балтиморскій опытъ продѣлать съ кускомъ висмута въ жидкомъ воздухѣ, эффектъ станетъ еще болѣе убѣдительнымъ. Тогда, если магнитное поле увеличить свыше 3500, отклоненіе вдругъ сразу становится положительнымъ, вмѣсто отрицательнаго. Если этотъ опытъ будетъ подтвержденъ, онъ опрокинетъ всѣ математическія и физическія теоріи, которыя хотѣли сдѣлать отрицательные электроны единственными носителями электроновъ въ металлѣ.

наго атома. Вотъ все-таки двѣ гипотетическія системы, чрезвычайно интересныя. Нѣкоторые физики представляютъ себѣ въ центрѣ атома положительный зарядъ, вокругъ котораго тяготеютъ отрицательные электроны, подобно планетамъ вокругъ солнца ¹⁾. Но эта гипотеза связана съ серьезными затрудненіями, которыя я не могу здѣсь излагать. Я думаю, что не слѣдуетъ увлекаться соблазнительной идеей, устанавливающей аналогію между міромъ безконечно малыхъ и міромъ безконечно большихъ; мнѣ кажется, что группировка *электроновъ* ни въ коемъ случаѣ не можетъ быть сравниваема съ группировками въ *матеріальномъ* мірѣ.

Система, имѣющая въ настоящее время наибольшее число приверженцевъ, — такова:

Предполагаютъ, что положительный зарядъ равномерно распределенъ по сферѣ, *внутри* которой помѣщаются отрицательные электроны.

1) Число оборотовъ, которые, согласно этому представленію, совершаютъ отрицательные электроды («планеты») вокругъ положительнаго центральнаго тѣла («солнца»), въ среднемъ равняется 500 триллионамъ въ секунду. Это число въ 8.330 разъ больше числа секундъ, прошедшихъ отъ рожденія Христа до нашихъ дней.

Если принять во вниманіе относительные размѣры планетъ и солнца нашей солнечной системы и размѣры электроновъ, то можно утверждать, что «электронныя планеты» отстоятъ отъ своего «солнца» на такихъ же, относительно, громадныхъ раз-

Положительный зарядъ равенъ суммѣ зарядовъ отрицательныхъ электроновъ. Положительное электричество стремится привести, притянуть частицы къ центру сферы, но отталкиваніе отрицательныхъ электроновъ между собою отдаляетъ ихъ отъ этой точки, и они приходятъ въ положеніе равновѣсія, правильно группируясь вокругъ центра.

Пользуясь простымъ опытомъ, предложеннымъ профессоромъ *Майеромъ*, мы можемъ продемонстрировать подобныя группировки. Мы беремъ нѣсколько небольшихъ стальныхъ иголокъ совершенно одинаковыхъ между собою и одинаковымъ образомъ намагниченныхъ; эти иголки воткнуты въ плавающія на водѣ пробки; онѣ взаимно отталкиваются подобно отрицательнымъ электронамъ, и слѣдую тому же самому закону. Сила, которая соединяетъ ихъ въ группы, исходитъ отъ большого полюса магнита, находящагося надъ сосудомъ: иглы притягиваются по направленію къ точкѣ, находящейся вертикально надъ полюсомъ, и для каждой изъ

стояніяхъ, какъ и настоящія планеты отъ настоящаго солнца.

Ирландскій ученый *Фурнье-Дальбъ*, увлекшись этой красивой идеей подобія міра безконечно-малыхъ (или, какъ онъ выражается, «инфа-міра») и міра безконечно-большихъ («супра-міра»), въ увлекательной формѣ фантазируетъ даже объ инфра-астрономіи.

этихъ иглъ горизонтальная слагающая силы притяженія приблизительно пропорціональна разстоянiю иглы отъ указанной точки. Итакъ, гипотетическiя условiя, въ которыхъ находятся электроны, осуществлены здѣсь для иглъ; единственное различiе заключается въ томъ, что группировка происходитъ не въ пространствѣ, а въ плоскости.

Освѣтивъ яркимъ свѣтомъ головки пробокъ, мы проектируемъ на экранъ ихъ изображенiя. Вы можете видѣть, такимъ образомъ, положенiя равновѣсiя; вы можете вообразить себѣ, что яркiя точки на экранѣ представляютъ электроны, движущiеся внутри большой положительной сферы. Вы видите, что эти электроны располагаются правильно вокругъ центра, однимъ кольцомъ или нѣсколькими концентрическими кольцами, смотря по своему числу.

Сэръ Дж. Дж. Томсонъ изучилъ при помощи вычисленiя тѣ положенiя равновѣсiя, которыя могутъ такимъ образомъ занять электроны, находящiеся въ большемъ или меньшемъ числѣ, и ему удалось объяснить перiодическую классификацiю химическихъ элементовъ, открытую Менделѣевымъ ¹⁾.

¹⁾ Когда внутри сферы имѣется одинъ электронъ, онъ, очевидно, будетъ находиться въ центрѣ шара. Дж. Дж. Томсономъ были изучены тѣ случаи, когда внутри сферы находится нѣсколько электроновъ, но разсмотрѣны были только тѣ усло-

Необходимо также замѣтить, что такой взглядъ на строеніе атома прекрасно объясняетъ и свѣтотворныя явленія.

Однако, нѣтъ возможности получить представленіе о строеніи сферы, на которой предполагается расположеннымъ положительное электричество.

Можно было бы придумать и иныя представленія, и поле гипотезъ будетъ безконечно увеличиваться, пока положительное электричество будетъ продолжать оставаться столь же таинственнымъ. Можно даже сказать, что принятіе той или другой системы является просто лишь дѣломъ вкуса.

вія, при которыхъ электроны размѣщаются въ плоскости сѣченія шара. Оказалось, что наибольшее число электроновъ, могущихъ при равновѣсїи образовать одно кольцо, равно пяти. Если внутри кольца помѣстить одинъ или нѣсколько электроновъ, то кольцо устойчиво и при большемъ числѣ составляющихъ его электроновъ. Такъ, хотя само по себѣ кольцо изъ шести электроновъ, расположенныхъ по угламъ правильнаго шестиугольника, и неустойчиво, но присутствіе одного электрона въ центрѣ шестиугольника придаетъ устойчивость всей системѣ. При увеличеніи числа электроновъ, эти послѣдніе располагаются въ серіи концентрическихъ колець; число электроновъ растетъ вмѣстѣ съ радіусомъ кольца.

Слѣдующая таблица показываетъ, какъ распределяются въ кольца электроны, когда ихъ число растетъ отъ 1 до 69. Первый рядъ показываетъ число электроновъ, изъ которыхъ можетъ складываться

Вообразите себѣ, для наглядности, рой мошекъ, кружащихся внутри храма ¹⁾).

Хотя мы не знаемъ природы положительнаго электричества, однако факты, установленные за послѣдніе двадцать лѣтъ, дѣлаютъ чрезвычайно вѣроятной гипотезу чисто электрическаго строенія матеріи. Такъ какъ въ такомъ случаѣ всѣ вещества образованы положительными зарядами, то *матеріальный атомъ нельзя больше считать неизмѣняемымъ*, и, не будучи алхимикомъ, можно сказать, что *превращеніе матеріи не есть утопія*.

домъ ряду; увеличенное число электроновъ въ добавочномъ кольцѣ дано верхней строчкой каждого ряда. Такъ, въ первомъ столбцѣ мы находимъ въ первомъ рядѣ 1; во второмъ — 5, 1; въ третьемъ — 11, 5, 1; въ четвертомъ — 15, 11, 5, 1; въ пятомъ — 17, 15, 11, 5, 1. Это сходство въ распредѣленіи означаетъ, что, если бы каждая группировка электроновъ отвѣчала строенію атома, то такіе атомы имѣли бы общія сходныя свойства какъ физическія, такъ и химическія, и составили бы естественную группу элементовъ, вродѣ группъ періодической системы Менделѣева.

¹⁾ Невольно является вопросъ: если атомы дѣйствительно представляютъ скопленія мельчайшихъ движущихся электрическихъ пылинокъ, электроновъ, то откуда же ихъ необычайная прочность? Вѣдь никакіе механическіе или химическіе процессы не въ силахъ разрушить атомъ, и атомный вѣсъ является во всѣхъ химическихъ явленіяхъ величиной безусловно постоянной. На этотъ вопросъ, по убѣж-

Эти идеи, смѣлость которыхъ нѣтъ нужды подчеркивать, получили уже замѣчательное подтвержденіе. Радій даетъ начало газу, который получилъ названіе *эманации* радія. *Рамзай* и *Содди* показали, что эта эманация порождаетъ гелій. *Резсерфордъ* доказалъ, что лучи альфа радиоактивныхъ веществъ являются не чѣмъ инымъ, какъ атомами гелія. *Муре* открылъ при-

денію большинства физиковъ, можетъ быть единственный отвѣтъ: прочность атома обусловливается чрезвычайной скоростью движенія составляющихъ его частицъ.

Слѣдующій опытъ, произведенный на гидроэлектрической станціи въ Ланси, даетъ намъ право поддерживать этотъ взглядъ.

Струя воды, всего лишь въ два сантиметра въ діаметрѣ, падала съ высоты 500 метровъ, т. е. имѣла въ концѣ паденія скорость около 100 метровъ. Эта скорость сообщала струѣ такую невѣроятную крѣпость, что струю нельзя было разсѣчь острой саблей, пущенной съ большой силой: остріе оружія отскакивало отъ поверхности жидкости, какъ отъ стальной брони. Вѣроятно, при достаточной скорости движенія жидкости пушечное ядро ея бы не пронзило. Струя воды, толщиной въ нѣсколько сантиметровъ, увлекаемая громадною скоростью, была такъ же непроницаема для гранатъ, какъ стальные стѣны броненосца.

Такъ какъ скорость движенія электроновъ, которые носятся въ атомѣ, громадны, измѣряются десятками и сотнями тысячъ километровъ въ секунду, то становится вполне понятнымъ необычайная проч-

существованіе гелія въ радиоактивныхъ газахъ теплыхъ источниковъ ¹⁾).

Въ настоящее время мы знаемъ, что радиоактивныя вещества подвержены извѣстной эволюціи, при которыхъ появляется цѣлый рядъ тѣлъ, болѣе или менѣе недолговѣчныхъ, жизнь которыхъ можетъ длиться нѣсколько дней и даже нѣсколько секундъ (эманация актинія). Всѣ эти тѣла суть новые элементы ¹⁾).

Эти превращенія являются настоящими пре-

ность атомовъ. А въ такомъ случаѣ мы приходимъ къ выводу, что наши вѣсомые атомы представляютъ лишь устойчивую форму электрической энергіи, а такъ какъ вопросъ о взаимномъ превращеніи разныхъ формъ энергіи давно уже рѣшенъ экспериментально, то изъ вышеприведеннаго положенія можно выбросить слово «электрической». Такимъ образомъ уничтожается старый дуализмъ между матеріей и энергіей.

¹⁾ Такъ какъ всѣ вещества, испускающія лучи альфа, производятъ газъ гелій, то отсюда вытекаетъ, что гелій представляется какъ бы первичнымъ элементомъ, атомы котораго служатъ матеріаломъ для построенія другихъ, болѣе сложныхъ атомовъ. Это — фактъ кардинальнаго значенія.

¹⁾ Исслѣдованія явленій радиоактивности привели Резсерфорда и Содди къ ихъ удивительной теоріи атомнаго распада, прекрасно объясняющей всѣ извѣстныя намъ явленія радиоактивности, а въ частности явленія радиоактив-

вращеніями. Это — не химическія разложенія. Они наступаютъ, повидимому, независимо отъ температуры и сопровождаются выдѣленіемъ значительнаго количества энергіи. Дѣйстви-тельно, эманация радія способна освободить, при равномъ объемѣ, въ два милліона пятьсотъ тысячъ разъ больше энергіи, чѣмъ взрывъ смѣси водорода и кислорода.

Радій и полоній принадлежатъ къ ряду элементовъ, происходящихъ отъ урана, и весьма вѣроятно, что на ряду съ геліемъ, относительно устойчивымъ остаткомъ этихъ превращеній является ни чѣмъ инымъ, какъ свинецъ.

Сэръ *Вилльямъ Рамзай* занятъ въ настоя-

ной эволюціи. По этой теоріи, всякое активное тѣло, обладающее значительнымъ атомнымъ вѣсомъ, — уранъ, актиній, торій, — даетъ начало цѣлой группѣ болѣе или менѣе недолговѣчныхъ атомовъ, средняя продолжительность жизни которыхъ колеблется между громадной величиной 6.800.000.000 лѣтъ (уранъ) и совершенно ничтожной — $5\frac{1}{2}$ секундъ (эманация актинія). Въ этой эволюціи всякое тѣло, испуская лучи, порождаетъ новое тѣло; если при этомъ имѣетъ мѣсто выдѣленіе гелія въ видѣ лучей альфа, то атомный вѣсъ уменьшается на величину атомнаго вѣса гелія (4 единицы); если же имѣетъ мѣсто испусканіе только лучей бета или лучей бета и гамма, то измѣняется не атомный вѣсъ, а лишь внутри-атомная группировка. Электроны, совершая въ атомѣ колебательныя движенія, теряютъ неизбѣжно энергію вслѣдствіе того, что ихъ вибраціи вызываютъ безостановочное испусканіе электромагнит-

щее время своими замѣчательными изслѣдова-
ніями. Онъ уже опубликовалъ объ установ-
ленномъ имъ превращеніи мѣди въ калий, нат-
рій и литій подѣ дѣйствіемъ той концентриро-
ванной энергіи, которая освобождается эмана-
ціей радія. Въ своихъ послѣднихъ опытахъ, по-
видимому, могущихъ устоять противъ возра-
женій со стороны критики, онъ получилъ пре-
вращеніе въ углеродъ кремнія, титана, цирко-
нія, свинца и торія. Всѣ эти вещества прина-
длежатъ къ одному и тому же вертикальному
ряду въ таблицѣ Менделѣева.

Эти результаты доказываютъ возможность
преобразованія тяжелыхъ атомовъ въ атомы бо-
лѣе простые, т. е. возможность *деградации эле-*
ментовъ. Однако, пока еще ни на мгновение не-
льзя помечтать о томъ, чтобы осуществить об-
ратное превращеніе (напримѣръ, превращеніе
мѣди въ золото). Такое превращеніе потребо-
вало бы несомнѣнно громадной затраты энергіи,
единственный извѣстный намъ весьма значи-

ныхъ волнъ. Когда потеря энергіи достигаетъ слиш-
комъ большихъ размѣровъ, атомъ лишается устой-
чивости и выбрасываетъ частицу, послѣ чего онъ
перестраивается въ болѣе или менѣе устойчивое об-
разованіе. Такъ можно понимать образованіе послѣ-
довательныхъ формъ продуктовъ распада. Сложные
атомы, естественно, являются такими, которые имѣ-
ютъ всего больше шансовъ быть неустойчивыми, и,
слѣдовательно, преобразоваться въ другіе, болѣе
легкіе, атомы.

тельный запасъ энергіи — внутри-атомный, но пока у насъ еще нѣтъ никакихъ средствъ, чтобы имъ располагать ¹⁾).

Вполнѣ вѣроятно, что вся матерія подвержена эволюціи, но въ виду того, что преобразованія совершаются медленно, и благоприятныя для того условія встрѣчаются рѣдко, мы получаемъ обманчивую видимость устойчивости ¹⁾).

¹⁾ Радиоактивныя вещества показываютъ намъ, что матерія является громаднымъ неисчерпаемымъ резервуаромъ энергіи. Ле-Бонъ вычислилъ, что запасъ энергіи, освобождающійся при распаденіи атомовъ 1 грамма вещества (мѣдной копейки) на электроны, достаточенъ, чтобы $4\frac{1}{2}$ раза обвести по экватору земного шара товарный поѣздъ изъ 40 вагоновъ по $12\frac{1}{2}$ тоннъ каждый. Эта энергія равновелика приблизительно энергіи, содержащейся въ 2.830.000 килограммовъ каменнаго угля. Можно только пожелать, чтобы мы когда-нибудь научились ускорять распадъ атомовъ, — что дало бы въ наши руки силы, которыя таятся внутри самыхъ атомовъ, — и, обратно, утилизировать энергію для интеграціи тѣлъ: мы могли бы превращать мѣдную копейку въ сотни тысячъ рублей, и, такимъ образомъ, осуществили бы мечту алхимиковъ. Человѣкъ, который научился бы управлять превращеніями матеріи и освобождать внутри-атомную энергію, обладалъ бы всемогуществомъ божества.

¹⁾ Подробнѣе объ этомъ интересномъ вопросѣ говорится въ книжкѣ: Проф. Жанъ Беккерель «Эволюція матеріи и міровъ». Переводъ съ примѣчаніями и вступительной статьей Г. А. Гуревича «Новѣйшія воззрѣнія о жизни и развитіи Вселенной». Изд. «Современныя Проблемы».

ЗАКЛЮЧЕНІЕ.

Мы упомянули сейчасъ о нѣкоторыхъ очень старыхъ теоріяхъ; въ настоящее время мы не вправѣ были бы ихъ отрицать.

Изъ этихъ теорій вытекають четыре основныхъ идеи: понятіе атома, существованіе внутреннихъ движеній, близость между этими движеніями и свойствами магнита и возможность превращенія элементовъ.

На эти идеи мы всегда ссылаемся. Вотъ нѣсколько строфъ *Лукреція*, поистинѣ пророческихъ.

«Versibus ostendi corpuscula materiae
Ex infinito summam rerum usque tenere
Undique protelo plagarum continuato»,

т. е.:

«Тѣльца, элементы матеріи извѣчно и всюду поддерживаютъ совокупность всѣхъ вещей посредствомъ непрерывныхъ столкновеній».

«Fit quoquo ut huc veniant in coelum extrinsecus illa
Corpora quae facient nubes nimbosque volantes»,

т. е.:

...«Наконецъ, изъ окружающихъ міровъ мо-

гутъ принестись тѣльца, способныя ступиться въ вещество подвижныхъ облаковъ».

Согласно *Лукрецію*, эти тѣльца — неисчислимы; онѣ быстро пролетаютъ поддающіяся измѣренію пространства: вы легко узнаете въ этихъ цитатахъ главные свойства, которыя мы приписываемъ въ настоящее время наэлектризованнымъ частицамъ.

Однако, если нѣкоторыя изъ только что изложенныхъ нами идей съ древнихъ временъ и до нашихъ дней вдохновляли философовъ и ученыхъ, то идея, что электричество можетъ дать начало матеріи, — совершенно новаго происхожденія: она обязана своимъ возникновеніемъ открытіямъ въ области радиоактивности (февраль 1896 г.), открытію явленія *Зеемана* (августъ 1896 г.) и открытію природы катодныхъ лучей (1895—1897 г. г.).

Между утвержденіями философовъ и нашими существуетъ глубокая разница. Первые утвержденія не были подвергнуты никакой экспериментальной провѣркѣ; они являлись лишь остроумными умозрительными представленіями, и ихъ значеніе умалялось ошибками, которыя въ нихъ содержались. Наши же утвержденія можно сблизить съ опытами, которымъ они отнюдь не противорѣчатъ, и самое это сближеніе еще болѣе убѣждаетъ насъ въ ихъ истинности.

ТАБЛИЦА РАДИОЭЛЕМЕНТОВЪ

по Фр. Содди.

(дополненіе переводчика).

| Назваііе. | Символъ. | Лучи. | АТОМНЫЙ ВѢСЪ. | | Средняя про- должитель- ность жизни. |
|-----------|----------|-------|------------------|--------------|--|
| | | | Вы- числ. | Най- ден. | |

СЕМЕЙСТВО УРАНА.

| | | | | | |
|--|--|--------------------------------------|----------------|--------|-----------------------------|
| Уранъ I. | Ur I | α | 238,5 | 238,6 | 8 миллиард. л. |
| ↓ Уранъ II..... | ↓ Ur II | α | 234,5 | — | 5 миллиард. л. |
| ↓ Уранъ X..... | ↓ Ur X | β | 230,5 | — | 35,5 дня. |
| ↓ Юній | ↓ Ю | α | 230,5 | — | 500.000 лѣтъ. |
| ↓ Радій | ↓ Ra | α | 226,5 | 226,4 | 2.500 лѣтъ. |
| ↓ Эманс. Радія. | ↓ Ra Em | α | 222,5 | 223 | 5,57 дня. |
| ↓ Радій А..... | ↓ Ra A | α | 218,5 | — | 4,3 минуты. |
| ↓ Радій В..... | ↓ Ra B | β | 214,5 | — | 38,5 минуты. |
| ↓ Радій C ₁ .. } ↓ Радій C ₂ .. } | ↓ Ra C ₁ ↓ Ra C ₂ | $\alpha\beta\gamma$ $\beta\gamma$ | 214,5 210,4 | — | 28,1 минуты. 1,9 минуты. |
| ↓ Радій D..... | ↓ Ra D | β | 210,4 | — | 24 года (?). |
| ↓ Радій Е..... | ↓ Ra E | $\beta\gamma$ | 210,4 | — | 7,25 дня. |
| ↓ Радій F..... (полоній). | ↓ Ra F | α | 210,4 | — | 196,9 дня. |
| ↓ Радій G..... (вѣроятно сви- нецъ). | ↓ Ra G | | 206,4 | 207,1? | (?) |

| Название. | Символь. | Лучи. | АТОМНЫЙ ВѢСЪ. | | Средняя продолжительность жизни. |
|-----------|----------|-------|---------------|------------|----------------------------------|
| | | | Вычисл. | Найд. ден. | |

СЕМЕЙСТВО ТОРИЯ.

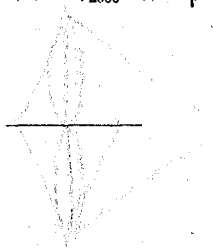
| | | | | | |
|---------------------------|---------------------|----------------|-------|-------|-----------------|
| Торий. | Th | α | 232,4 | 232,4 | 46 миллиард. л. |
| ↓ Мезоторий I... | ↓ MesTh I | — | 228,4 | — | 7,9 дня. |
| ↓ Мезоторий II.. | ↓ MesTh II | $\beta \gamma$ | 228,4 | — | 8,9 часа. |
| ↓ Радиоторий .. | ↓ Ra Th | α | 228,4 | — | 2,81 года. |
| ↓ Торий X..... | ↓ Th X | α | 224,4 | — | 5,35 дня. |
| ↓ Эманация тория | ↓ Th Em | α | 220,4 | — | 76 секундъ. |
| ↓ Торий А..... | ↓ Th A | α | 216,4 | — | 0,203 сек. |
| ↓ Торий В..... | ↓ Th B | β | 212,4 | — | 15,3 часа. |
| ↓ Торий C ₁ .. | ↓ Th C ₁ | α | 212,4 | — | 79 минутъ. |
| ↓ Торий C ₂ .. | ↓ Th C ₂ | α | 212,4 | — | (?) |
| ↓ Торий D..... | ↓ Th D | $\beta \gamma$ | 208,4 | — | 4,5 минутъ. |
| ↓ Торий E(?)... | ↓ Th E(?) | — | 208,4 | — | (?) |

СЕМЕЙСТВО АКТИНІЯ.

| | | | | | |
|------------------|----------|----------------|---|---|-----------|
| Активный. | Act | (?) | — | — | (?) |
| ↓ Радиоактивный. | ↓ Ra Act | $\alpha \beta$ | — | — | 28,1 дня. |
| ↓ Активный X... | ↓ Act X | α | — | — | 15 дней. |

| Название. | Символь. | Лучи. | АТОМНЫЙ ВЪСЪ. | | Средняя про- должитель- ность жизни. |
|-------------------------------|----------------------|---------------|------------------|--------------|--|
| | | | Вы- числ. | Най- ден. | |
| ↓ Эман. актинія. | ↓ Act Em | α | — | — | 5,6 секунды. |
| ↓ АКТИНІЙ А... | ↓ Act A | α | — | — | 0,0029 сек. |
| ↓ АКТИНІЙ В... | ↓ Act B | β | — | — | 52,1 минуты. |
| ↓ АКТИНІЙ C ₁ ... | ↓ Act C ₁ | α | — | — | 3,1 минуты. |
| ↓ АКТИНІЙ C ₂ (?). | ↓ Act C ₂ | α | — | — | — |
| ↓ АКТИНІЙ D... | ↓ Act D | $\beta\gamma$ | — | — | 7,3 минуты. |
| ↓ АКТИНІЙ E(?). | ↓ Act E | — | — | — | — |

Примѣчаніе: При теоретическомъ вычисленіи атомныхъ вѣсовъ радиоэлементовъ принимается масса выбрасываемыхъ частицъ: 4—для α -частицы, и $1/2000$ —для β -частицы.



СОДЕРЖАНІЕ.

СТР.

Предисловіе къ русскому изданію Г. А. Гуревича.— 3

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

Проф. Августъ Риги.

Новая теорія физическихъ явленій.

| | |
|--|----|
| Вступленіе | 23 |
| I. Значеніе гипотезъ въ физикѣ. | 27 |
| II. Природа катодныхъ лучей. | 36 |
| III. Ионы и электроны. | 51 |
| IV. Нѣкоторые выводы изъ электронной теоріи.— | 59 |
| V. Радиоактивность и новыя физическія теоріи.— | 67 |
| VI. Физика, какъ наука объ электронахъ . . .— | 83 |

Примѣчанія переводчика Г. А. Гуревича.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

Проф. Жанъ Беккерель.

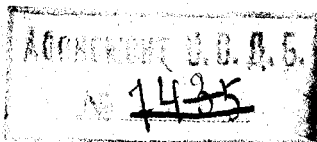
Электронная теорія вещества.

| | |
|---|-----|
| I. Эволюція идей относительно матеріи.. .. . | 93 |
| II. Возникновеніе понятія объ электронѣ. | 103 |
| III. Электронъ въ свѣтовыхъ явленіяхъ | 113 |
| IV. Электромагнитная природа матеріи. | 119 |
| V. Роль электронной теоріи въ современной физикѣ. | 129 |

Заключеніе.. .. .—153

Примѣчанія переводчика А. Г. Гуревича.

Таблица радиоэлементовъ.—155



1854

ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ И МЕДИЦИНА.

Проф. МАКСЪ ФЕРВОРНЪ,

Докторъ медицины и философіи, профессоръ физиологии и директоръ физиологическаго института Геттингенскаго университета.

Собрание сочиненій.

Авторизованный переводъ подъ редакціей, съ предисловіемъ и примѣчаніями проф. Моск. У-та Г. А. Кожевникова.

Томъ I. **ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГІЯ.** Основы ученія о жизни. Выпускъ первый. Ц. 2 р. 50 к., въ перепл. 3 р.

Томъ II. **ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГІЯ.** Выпускъ второй. Ц. 3 р. въ переплетъ 3 р. 50 коп.

Томъ III. **ОБЩАЯ ФИЗИОЛОГІЯ.** Выпускъ третій. Ц. 1 р. 75 к., въ переплетъ 2 р. 25 к.,

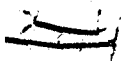
„Внимательно прочитавшій „Общую физиологію“ читатель обогатитъ себя громаднымъ запасомъ фактическихъ знаній, которыя будутъ восприняты постепенно, безъ особаго труда, несмотря на то, что многіе затронутые вопросы весьма сложны“.

(Изъ предисл. проф. Г. А. Кожевникова).

Томъ IV. **РЪЧИ и СТАТЬИ.**

Содержаніе. Предисловіе. Естествознание и міросозерцаніе. Принципіальные вопросы въ естествознаніи. Механика душевной жизни. Вопросъ о границахъ познанія. Проблемы жизни. Задачи жизни. Задачи физиологическаго преподаванія, 328 стр. Ц. 2 рубля.

„Ферворнъ, физиологъ по специальности, послѣдніе годы тяготѣетъ къ двумъ философскимъ дисциплинамъ: эстетикѣ и теоріи познанія. Въ эстетикѣ онъ принадлежитъ къ этнографической школѣ и занимается главнымъ образомъ вопросами первобытнаго искусства и творчества. Въ теоріи познанія онъ стремится въ духѣ Маха примирить естествознание съ психологіей. Весь сборникъ, написанный съ обычнымъ для этого блестящаго популяризатора мастерствомъ, распадается на три отдѣла, статьи по общей и частной физиологіи, по теоріи познанія и по эстетикѣ.“



Л. У. Жуков

Статьи богато иллюстрированы, Статьи Ферворна всѣми прочтутся съ большимъ интересомъ и пользою. Переведена и издана книга хорошо“.

„Русскія Вѣдомости“ Н. С-овъ.

Томъ V печатается.

Того же автора. Естествознаніе и міросозерцаніе. Проблема жизни. Двѣ статьи. Ц. 50 к.

Того же автора. Вопросъ о границахъ познанія. Ц. 30 к.

Того же автора. Развитіе человѣческаго духа. Ц. 1 р. 25 к.

Проф. Риги и Бекерель. Новыя основы физики. Ц. 50 к.

Проф. Минотъ. Что такое жизнь. Ц. 50 к.

Проф. Рамзэй. Элементы и электроны. Подъ редакціей проф. Шилова. Ц. 60 к.

Проф. Пуанкаре. Современная физика. Ц. 50 к.

Того же автора. 1) Новая механика; 2) Эволюція законовъ. Двѣ статьи. Ц. 60 к. Уч. К. М. Н. П. допущена въ библиот. низш. уч. зав.

Проф. Жанъ Беккерель. Эволюція матеріи и міровъ. Ц. 60 коп.

Проф. Вильгельмъ Оствальдъ. Насущная потребность Переводъ поды редакціей проф. А. Сапожникова. Ц. 1 р. 25 к.

Д-ръ Цольшанъ. Расовая проблема. Съ предисловіемъ Д-ра Вырубова. Ц. 3 р. 50 к.

Д-ръ І. Ф. Гейтлеръ. Электромагнитныя колебанія и волны. Перев., разрѣшен. авторомъ. Подъ редакц. и съ предисл. лаборанта Имп. техн. учил. Б. С. Швецова. Цѣна 1 р. 25 к. въ переплетѣ. Учен. Комит. М. Н. П. допущено въ библиот. низш. учебн. завед.

И. Ремсенъ. Неорганическая химія. Самостоят. обработка проф. К. Зейберта. Подъ редакц. проф. Имп. Техн. уч. Н. А. Шилова в. I. Ц. 1 р. 50 к., в. II. Ц. 1 р. 50 к.

П. Эрлихъ и С. Хата. Экспериментальная химіотерапія спириллезныхъ заболѣваній. Ц. 1 р. 25 к.

Д-ръ Симонъ. Гигіена женщины. Перев., разрѣш. авторомъ. Съ предисловіемъ проф. Моск. Ун. Н. И. Побѣдинскаго. Ц. 2 руб.

Проф. І. Боасъ. Диагностика и терапия желудочныхъ бо-
лѣзней. Т. I. Съ предисловіемъ прив.-доц. Д. Плетнева. Ц. 2 р. 50 к.
Т. II. Ц. 2 р. 50 к.

Проф. Гертвигъ. Учебникъ зоологіи, т. I. Переводъ поды редакціей, съ предисловіемъ и примѣчаніями проф. Моск. Ун. Г. А. Кожевникова. Ц. 1 р. 50 к., т. II ц. 2 р., т. III ц. 1 р. 50 к. (въ одномъ томѣ въ переплетѣ 5 р.).

Проф. Натанзонъ. Общая ботаника, в. I ц. 1 р. 50 к., в. II ц. 1 р. 50 к.

Проф. Францъ фонъ-Винкель. Общая гинекологія. Переводъ, разрѣш. авторомъ. Съ предисловіемъ проф. Моск. Ун. Н. И. Побѣдинскаго. Ц. 3 р., въ перепл. 3 р. 50 к.

H6 HHC



1854