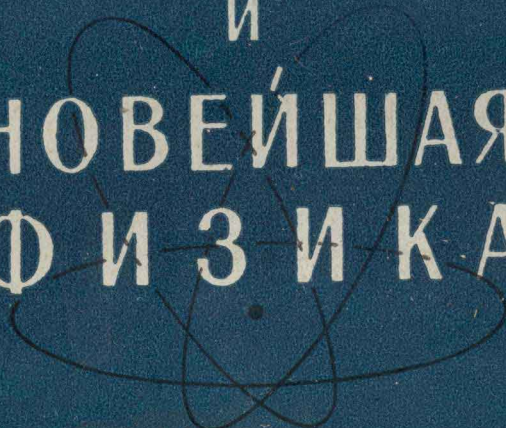


Э. КОЛЪМАН

ЛЕНИН

И

НОВЕЙШАЯ
ФИЗИКА



Эрнест Кольман
ЛЕНИН И НОВЕЙШАЯ ФИЗИКА

Редактор Э. Струков

Художник К. Аркуша

Художественный редактор С. Голубев

Технический редактор Ю. Мухин

Корректоры Л. Комарова и Е. Костюченко

Сдано в набор 26 ноября 1960 г. Подписано в печать

8 марта 1961 г. Формат 84 X 108¹/₃₂. Физ. печ. л. 5.

Условн. печ. л. 8,2. Учетно-изд. л. 8,21. Тираж 20 тыс. экз.

А 03741. Заказ № 2186. Цена 19 коп.

Госполитиздат, Москва, А-47, Миусская пл., 7.

Типография «Красный пролетарий» Госполитиздата

Министерства культуры СССР.

Москва, Краснопролетарская, 16.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

Э. КОЛЪМАН

ЛЕНИН
И
НОВЕИШАЯ
ФИЗИКА

Второе издание

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПОЛИТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва . 1961

В этой книге популярно рассказывается о философском значении достижений современной физики. Ее автор — доктор философских наук, профессор математики, написавший около 200 работ. В книге раскрывается значение идей философского труда В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм» для развития научных представлений о строении материи, о пространстве и времени, для изучения свойств элементарных частиц. В ней подвергаются критике идеалистические и механистические представления о строении материи, пространстве и времени, вскрывается несостоятельность «физического» идеализма. В ряде случаев излагаются взгляды автора по некоторым спорным вопросам, как, например, на кризис в физике и др.

Книга написана простым языком, снабжена иллюстрациями. Ее первое издание с интересом было встречено читателями. Во втором издании сделаны некоторые изменения и дополнения.

«Ум человеческий открыл много диковинного в природе и откроет еще больше, увеличивая тем свою власть над ней, но это не значит, чтобы природа была созданием нашего ума или абстрактного ума...»

Ленин

Более чем полвека назад В. И. Ленин создал «Материализм и эмпириокритицизм». В этом гениальном труде он отстаивал и развивал дальше диалектический и исторический материализм, составляющий теоретический фундамент коммунизма, теоретическую основу мировоззрения и политики нашей партии.

«Материализм и эмпириокритицизм» имеет такое же значение, какое имел и имеет «Анти-Дюринг» Энгельса, на котором воспитывались поколения пролетарских революционеров.

Ленин дал в этой своей работе материалистическое обобщение важнейших открытий естествознания. Эти открытия были сделаны в течение 30 лет после выхода классического труда Энгельса и за 13 лет, прошедшие со дня его смерти.

Материализму приходится принимать новый вид с каждым новым, создающим эпоху, открытием естествознания. Эту задачу дальнейшего развития и совершенствования марксистской философии выполнил Ленин.

В конце XIX века капитализм вступил в новую, последнюю, империалистическую фазу своего развития. Естествознание открыло перед человеком новый мир. Основываясь на новом опыте, на новых знаниях, Ленин смело заменил отдельные, устаревшие положения марксизма новыми. Они соответствовали новой эпохе, новому уровню развития естествознания и в особенности

физики. Ленин сохранил незыблемой сущность марксистского мировоззрения и метода. Решительно отражая атаки махистствующих ревизионистов того времени, Ленин придал в «Материализме и эмпириокритицизме» диалектическому материализму такую форму, которая была наиболее совершенной для данного исторического этапа развития.

Снова и снова с волнением вчитываясь в работу Ленина, сличая его положения с достижениями современной науки, мы всякий раз поражаемся ее свежестью, актуальностью. Ведь за истекшие 50 лет естествознание, и прежде всего физика неузнаваемо преобразились. Бури мировых войн и социальных революций видоизменили и общественную функцию науки. И тем не менее мы убеждаемся, что бессмертная мысль Ленина далеко опередила состояние физики его времени. Данное им решение важнейших принципиальных проблем этой науки полностью оправдалось ее последующим развитием.

Ленин не был физиком, и, как он сам указывал, разбирать специальные физические учения не входило в его задачу. Он ставил себе целью защитить революционное мировоззрение пролетариата, его теорию познания от подделок и искажений. Однако Ленин в совершенстве владел методом материалистической диалектики. Физика не была для него, в отличие от Плеханова, лишь суммой примеров, иллюстрирующих законы диалектики. Со свойственной ему последовательностью в духе Маркса и Энгельса Ленин считал, что естественные науки, как и науки общественные, составляют основу научного мировоззрения. Именно поэтому его труд имеет непреходящее значение для новейшей физики. Именно поэтому «Материализм и эмпириокритицизм» содержит руководящие идеи для решения философских проблем физики наших дней.

1. КРИЗИС ФИЗИКИ НА РУБЕЖЕ ВЕКА

На переломе двух веков, прошлого и настоящего, физика переживала глубокий кризис. Это признавали сами физики. Одной из причин его был разрыв между объективным состоянием науки и субъективными воззрениями ученых. В физике происходил величайший диалектический переворот. В естествознании уже с первой трети

XIX века распространились и упрочились эволюционные идеи. А для большинства физиков все еще был привычен метафизический способ мышления — тот, который был характерен для давно прошедшего механического периода естествознания.

На подступах
к микромиру

В 1895 г. немецкий физик Рентген открыл лучи, названные впоследствии его именем. Они представляют собой электромагнитные волны очень малой длины — порядка 10^{-8} см — и соответственно с большим количеством колебаний — порядка 10^{18} в секунду¹.

Начиная с этого времени, подобно лавине, мчащейся с горы, стали множиться все новые экспериментальные данные, свидетельствовавшие о существовании мира крайне малых пространственных и временных размеров, масс и электрических зарядов и крайне больших скоростей. Этот новый для физики мир получил название *микромира*. К нему нельзя было применить многие основные понятия и законы физики в том виде, как они исторически сложились. Ведь они возникли из наблюдений над теми явлениями окружающего нас мира — *макромира*, — которые могут быть непосредственно восприняты нашими органами чувств. Самое тонкое наше чувство и самое важное для процесса познания внешнего мира — зрение. Но оно имеет весьма узкие границы: глаз воспринимает только видимый свет, т. е. небольшую часть спектра электромагнитных волн — от 38 до $78 \cdot 10^{-6}$ см (рис. 1). Он может различить две точки, видимые под углом не меньшим, чем 1 угловая минута. Расстояния порядка 0,1 мм — это предел «разрешимости» глаза. И только применение оптических инструментов, созданных на основании физических знаний, раздвинуло границы нашего зрения.

Явления микромира невозможно воспринимать столь же непосредственно, как мы воспринимаем — в виде

¹ 10^{-8} см означает дробь, в числителе которой единица, а в знаменателе единица с 8 нулями, т. е. $\frac{1}{100\,000\,000}$; 10^{18} означает число, записываемое единицей с 18 нулями. Говоря, что длина волны рентгеновских лучей порядка 10^{-8} см, мы желаем сказать, что она измеряется этим масштабом. Точнее, их волны имеют длины от $0,06 \cdot 10^{-8}$ см до $20 \cdot 10^{-8}$ см. Подобную сокращенную запись мы будем употреблять и в дальнейшем.

ощущений, со всем разнообразием их качеств — явления макромира. Это и дало повод некоторым физикам отрицать *объективную реальность*, отрицать *материальность* мира. А неприменимость для микромира многих законо-

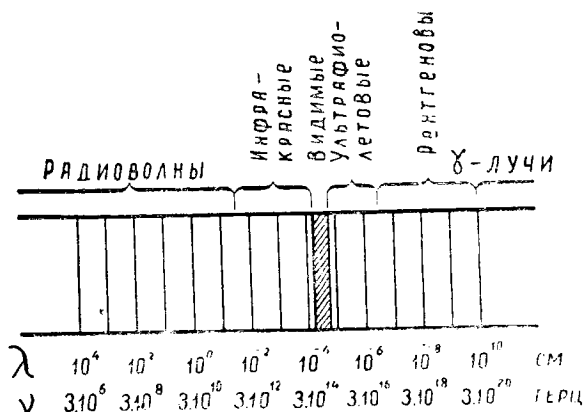


Рис. 1. Шкала электромагнитных волн.

λ — длина волны, ν — ее частота (герц — одно колебание в секунду).
Область видимых лучей заштрихована.

мерностей макромира привела некоторых физиков к отрицанию существования *всякой* закономерности. Они стали утверждать, будто в природе господствует чистая случайность. Одни из них пришли к индетерминизму, отрицанию закономерности в природе, а другие — к отрицанию возможности познать эти закономерности, к агностицизму.

Так родился «физический» идеализм, к которому примыкали философские школы Маха и Оствальда. Его модному в то время влиянию поддались и некоторые социал-демократы, в том числе и в России. Общий поворот к реакции, характерный для наступившего периода империализма, послужил субъективным идеалистам сигналом к яростным атакам на материализм. Эти атаки велись сразу по нескольким направлениям.

В 1896 г. французский физик Беккерель обнаружил, что соли элемента урана испускают излучение, которое способно зачернить фотографическую пластинку, проникая через покрывающий ее лист бумаги. Оно также иони-

«Великий революционер» радий

зирует воздух. Молекулы составляющих воздух газов, при обыкновенных условиях электрически нейтральные, превращаются в *ионы* — в частицы, несущие положительный или отрицательный электрический заряд. В 1898 г. польский физик Мария Кюри-Склодовская, работавшая вместе со своим супругом французом Пьером Кюри, открыла два новых химических элемента — полоний и радий. Эти элементы, а также их соединения обладают еще в большей степени, чем уран, свойством испускать «проникающие» излучения. Постепенно выяснилось, что это свойство, которое М. Кюри назвала *радиоактивностью*, состоит в превращении одного химического элемента в другой, сопровождаемом выделением энергии. Это превращение происходит без непосредственного воздействия извне, вследствие внутренних причин — неустойчивости тяжелых атомов.

Три вида
излучений

Радиоактивные элементы могут испускать три вида излучений: 1) *альфа-лучи*; ядро радиоактивного атома вы-

брасывает ядро атома гелия, имеющего массовое число 4 и несущего 2 положительных заряда (т. е. атомный номер гелия равен 2, а его округленный до целого числа атомный вес равен 4); при альфа-распаде радиоактивный элемент превращается в другой элемент, с уменьшенным на 4 массовым числом и уменьшенным на 2 атомным номером; иначе говоря, происходит упрощение атома, сдвиг на два места влево в периодической системе Менделеева; 2) *бета-лучи*; ядро атома выбрасывает электрон, несущий 1 отрицательный заряд; радиоактивный элемент превращается в другой элемент с тем же массовым числом, но с увеличенным на единицу атомным номером; происходит усложнение строения атома, сдвиг на одно место вправо в Менделеевской системе элементов; 3) *гамма-лучи*; это электромагнитное излучение,

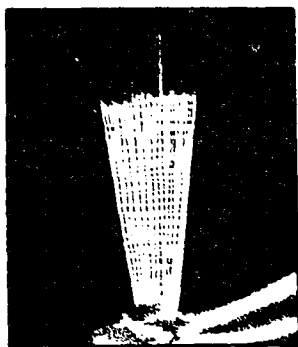


Рис. 2. Альфа-лучи, испускаемые радиоактивным источником (снимок сделан в камере Вильсона).

имеющее весьма малые длины волн, сопровождающее превращение атомов. На рис. 2 показан снимок альфа-излучения, полученный при помощи камеры Вильсона; это камера, наполненная парами воды или спирта; вокруг электрически заряженных микрочастиц, проносящихся в камере, пары сгущаются; образуются капельки, составляющие цепочку — след частицы, который можно наблюдать или сфотографировать. Поместив камеру в магнитное поле, можно по отклонению следа частицы определить знак ее заряда и ее скорость, а также ее массу и энергию.

Разрушимость атома

Открытие радиоактивности показало, что атом вопреки своему названию, означающему по-гречески «неделимый», имеет сложное строение. Прежнее, прочно привившееся представление об атомах как о неизменных, последних кирпичиках, из которых построена материя, оказалось несостоятельным. Отсюда идеалисты — физики и философы — сделали вывод, будто вообще атомизм — учение о «зернистом», прерывистом строении материи — потерпел крушение. А заодно с атомизмом они, понятно, торопились похоронить и материализм — учение о том, что в мире нет ничего, кроме вечно движущейся, вечно изменяющейся материи, бесконечно богатой в своих проявлениях, учение о том, что материя первична, а сознание вторично.

Ленин разоблачил этот прием идеалистов как насквозь фальшивый. И развитие физики жестоко посмеялось над ними.

Злоключения энергетизма

В то время большим влиянием пользовались взгляды немецкого физико-химика Оствальда. Он создал особое идеалистическое направление — энергетизм, одну из разновидностей махизма. Оствальд утверждал, что в действительности существует лишь энергия. Ее он толковал как данную нам только в нашем сознании, в наших ощущениях. Он утверждал, что существует движение без материи. Он отрицал реальность существования атомов и молекул, считал, что они — лишь удобные фикции, измышления, намеренно созданные нами. Ленин показал всю вздорность энергетизма, пытавшегося изгнать материю из естествознания, вскрыл вредное, тормозящее влияние, которое это реакционное учение оказывало на

развитие физики. Если даже можно было бы выразить все физические величины через энергию, то разве отсюда следует, что материя исчезла из физики? Конечно, нет. Но лишь в 1908 г. под давлением фактов Оствальд был вынужден признать, что атомы действительно существуют. Однако от общих положений энергетизма он не отказался и после.

Давление фактов, доказывающих существование атомов, было в самом деле неодолимо. Выяснилось, что энергия, выделяемая радиоактивными элементами, огромна: при полном распаде 1 г радия выделилось бы такое же количество теплоты, как при сгорании 500 кг угля! Правда, процесс распада радия происходит медленно: период полураспада радия равен 1600 лет, т. е. за это время распадется лишь половина наличного количества радия. Тем не менее уже тогда поняли, что в недрах атомов некоторых элементов таится колоссальная энергия и она сможет приобрести важное значение, как только мы научимся высвобождать и использовать ее. А когда в 1901 г. было обнаружено, что радиоактивность вызывает ожоги, и затем начались попытки использовать радий для медицинских целей, им заинтересовались предприниматели. В 1904 г. была впервые налажена его промышленная добыча. Барыши, которые получали в полновесной монете на его продаже, должен был, наконец, признать даже сам Оствальд. Это было достаточно веским доказательством реальности атомов нового, постоянного химического элемента!

Открытие электрона

Еще значительно раньше, в 1897 г., английский физик Дж. Дж. Томсон открыл электрон. Задолго до этого английский ученый Стони и немецкий физик и физиолог Гельмгольц пришли к выводу, что должны существовать «атомы электричества» — наименьшие, не делимые далее электрические заряды. Но тогда они не связывали существование этих зарядов с существованием особых легчайших частиц материи.

Однако в 1880 г. английский физик Крукс высказал предположение, что «катодные лучи» представляют собой поток именно таких частиц. Катодные лучи образуются в трубке, наполненной сильно разреженным газом. При прохождении через этот газ электрического разряда их можно обнаружить, например, по свечению стенок трубки.

В электрическом и магнитном поле катодные лучи отклоняются. По величине их отклонения можно вычислить скорость v движения частицы и отношение $\frac{e}{m}$ — ее электрического заряда к ее массе. Заряд электрона отрицателен и равен $4,8 \cdot 10^{-10}$ абсолютных электростатических единиц.

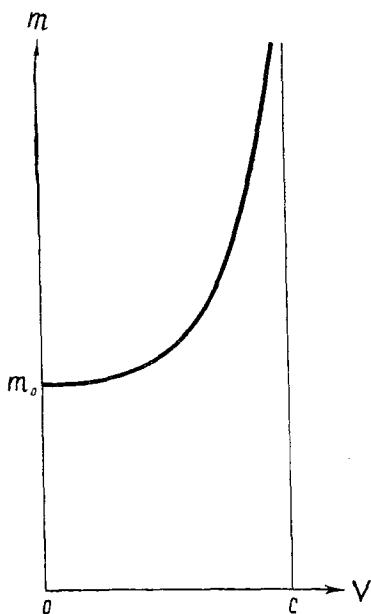


Рис. 3. Зависимость массы от скорости.

По горизонтальной оси отложена скорость, по вертикальной — масса; m_0 — масса покоя. При приближении скорости тела к скорости света его масса возрастает беспрестанно.

Масса покоя электрона также весьма мала. Она составляет всего $9 \cdot 10^{-28}$ г, т. е. около $\frac{1}{1840}$ массы атома самого легкого химического элемента — водорода. Говоря о массе покоя, мы имеем в виду, что масса m электрона зависит от его скорости. Чем больше его скорость v приближается к скорости c света в вакууме, равной $3 \cdot 10^{10}$ см/сек, тем быстрее возрастает m , принимая сколь угодно большие значения, как это указано на рис. 3. Под массой покоя m_0 мы понимаем массу при $v = 0$, т. е. массу электрона, покоящегося относительно какой-нибудь другой частицы.

Непостоянство массы и увертки идеалистов

Открытие электрона было новым блестящим подтверждением материалистического атомизма. Однако то обстоятельство, что масса электрона меняется со скоростью, идеалисты поспешили истолковать по-своему. Что электромагнитное поле (свет) обладает массой, доказал еще в 1891 г. русский физик Лебедев, измерив величину давления, оказываемого потоком света на освещенные тела. Немецкий физик Кауфман экспери-

ментально установил закон изменения массы m электрона в зависимости от его скорости v :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

(здесь m_0 — масса покоя электрона, c — скорость света в вакууме, т. е. в пространстве, в котором нет частиц вещества). Этот закон, равно как и исключительно важное соотношение между массой m и энергией E частицы

$$E = mc^2,$$

были в 1905 г. теоретически выведены в общем виде Эйнштейном, которого Ленин назвал одним из «великих преобразователей естествознания». Эйнштейн сделал это в созданной им специальной теории относительности. Он доказал, что оба закона верны для любой частицы вещества, независимо от того, несет она электрический заряд или нет. Поскольку в физике было общепринято считать массу мерой количества материи, то открытие непостоянства массы было истолковано идеалистами так, будто материя исчезает и материализм уничтожен.

Ленин вскрыл истинную природу этой идеалистической уловки. Он указал на то, что *единственное* «свойство» материи, с признанием которого связан философский материализм, есть свойство *быть объективной реальностью*, существовать независимо от сознания. Масса — это мера инертности тел и их гравитационных свойств. Она является одной из важнейших характеристик различных видов материальных частиц. Но при всем том она, как и другие характеристики материи, изменчива. Наши физические представления о ней неполны, они изменяются, уточняются в зависимости от уровня научных знаний — экспериментальных и теоретических. Наши физические представления о массе меняются и теперь и будут меняться и дальше. Идеалисты и сейчас лезут из кожи вон, чтобы опровергнуть на этом основании материализм. Но это безнадежное дело. Представление о переменной массе не в состоянии поколебать тот

упрямый факт, что природа существует независимо от нашего восприятия и отражается нашим восприятием.

**Крушение
механицизма**

Превращаемость атомов, переменность массы, «атомы электричества» — электроны — все эти открытия нанесли окончательный удар механической картине мира. Ведь доверие к ней было основательно подорвано еще раньше, когда в 70-х годах XIX века была создана кинетическая теория газов, а в особенности когда в 80-х годах получила всеобщее признание теория электромагнитного поля Фарадея — Максвелла.

Механическая картина мира замечательно оправдала себя для сравнительно небольших скоростей. По законам ньютоновской механики с величайшей точностью рассчитывались и рассчитываются и поныне как земные сооружения и движения машин, так и орбиты самых далеких небесных тел. С их же помощью рассчитываются полеты искусственных спутников и космических ракет.

Но для процессов, происходящих со скоростями, близкими к скорости света, механическая картина непригодна. Все попытки свести законы электромагнитного поля к законам механики, объяснить электрические и магнитные явления как механические движения особой мировой среды — эфира — потерпели крушение. Это свидетельствовало о том, что механическая картина мира неточна, неполна, что ее следовало заменить другой, электромагнитной. Однако некоторые физики, и прежде всего Мах, сделали отсюда вывод, что электромагнитное поле в действительности не существует. Они назвали его попросту фикцией — придуманным физиками удобным способом описания электромагнитных явлений. Они отрицали объективное существование электромагнитного поля. Заявив, что физик всегда имеет дело лишь с созданными им самим условными понятиями, Мах и его сторонники объявили, что ими опровергнут материализм.

Но Ленин разоблачил и этот маневр. Он показал, что материализм не связан с признанием какой-либо одной, определенной физической картины мира. Он подчеркивал, что вопрос о строении материи, об атомах и электронах — это вопрос самой физики, и только вопрос об отношении познания к физическому миру — это вопрос философии. Вместе с тем Ленин решительно высказался за

необходимость замены старой, механической картины мира новой, электромагнитной, или еще какой-то другой, более совершенной, хотя, быть может, и неизмеримо более сложной. Он подчеркивал, что старая физика, получившая название «классической», остается верной для сравнительно медленных реальных движений. Она представляет собой лишь предельный случай новой физики, являющейся снимком с гораздо более быстрых реальных движений. Ленин отметил исторический, преходящий характер наших знаний о строении материи, обусловленный тем, что материя неисчерпаема. Природа во всех своих частях не имеет ни начала ни конца. Смена одних представлений о строении материи другими означает, что наше знание углубляется. Исчезает тот предел, до которого мы знали материю до сих пор. «Электрон так же *неисчерпаем*, как и атом...» — писал Ленин.

Модель атома по Томсону

В 1908 г., когда Ленин работал над своей книгой, в физике еще оспаривали друг перед другом право на существование различные теории строения атома, пытавшиеся обобщить многочисленные экспериментальные данные о радиоактивности атомов и поведении электронов в атомах. В 1903 г. Дж. Дж. Томсон предложил такую модель атома: в положительно заряженную шарообразную массу вкраплены — словно изюминки в пудинг — отрицательные электроны, размер которых незначителен по сравнению с атомом (рис. 4). Эта модель позволила объяснить испускание и поглощение света атомами как следствие смещений электронов из положения равновесия.

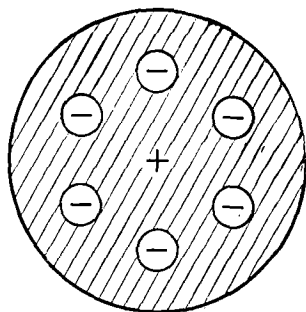


Рис. 4. Модель атома углерода по Томсону: в положительно заряженную сферу вкраплены намного меньшие отрицательные электроны.

Опираясь на периодический закон химических элементов Менделеева, являющийся основой современного учения о веществе, Томсон предположил, что электроны расположены в атоме слоями, причем от внешнего слоя электронов зависят химические свойства элемента. Он

полагал, что число электронов в атоме равно порядковому номеру элемента, а для легких элементов — вместе с тем и половине его атомного веса.

**Планетарная
модель атома
по Резерфорду**

Но ученик Томсона Резерфорд доказал несостоятельность модели своего учителя. Своими опытами по рассеянию альфа-частиц атомами различных веществ (рис. 5) он показал, что в подавляющем большинстве случаев эти массивные и быстрые частицы, не-

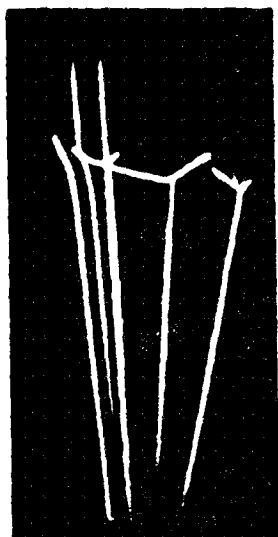


Рис. 5. Рассеяние
альфа-частиц
в кислороде.

Большая часть следов альфа-частиц прямолинейна, хотя альфа-частицы заведомо пролетают сквозь атомы. Лишь немногие из этих следов резко отклоняются в стороны, свидетельствуя о столкновении альфа-частицы с массивным ядром атома кислорода.

сущие положительный заряд, легко проходят через атом и лишь в редких случаях сильно отклоняются. Отсюда Резерфорд сделал вывод, что атом должен иметь гораздо более сложное строение, чем предполагал Томсон. Его ядро должно нести положительный заряд (как известно, одноименные заряды отталкиваются) и должно занимать ничтожно малую часть всего объема атома. В то время как диаметр атома порядка 10^{-8} см, ядро имеет диаметр порядка 10^{-13} см.

Так постепенно начала складываться новая, планетарная модель атома, окончательно разработанная Резерфордом к 1911 г. (рис. 6). Но догадки об известном сходстве между строением атома и строением солнечной системы высказал еще Менделеев.

Согласно модели Резерфорда, в центре атома находится положительно заряженное ядро, масса которого почти равна массе атома. Вокруг ядра по круговым орбитам обращаются электроны, подобно планетам вокруг

Солнца. Число электронов равно номеру соответствующего атома в периодической системе Менделеева. Суммарный отрицательный заряд электронов уравновешивает

вается равным ему по абсолютной величине положительным зарядом ядра. Согласно этой модели, различие между атомом и планетной системой состоит только в том, что между ядром атома и электронами действуют электрические силы, а не силы тяготения, как между Солнцем и планетами.

Планетарная модель атома представляла собой значительный шаг вперед по сравнению с моделью Томсона. Ленин сочувственно относился к этой идее, радовался тому, что «атом удастся объяснить как подобие бесконечно малой солнечной системы». Вместе с тем он отмечал ее временный характер. И в са-

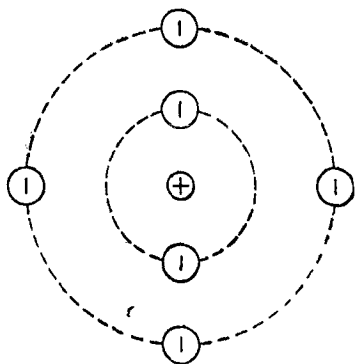


Рис. 6. Строение атома углерода по Резерфорду.
В центре помещается ядро крайне малых размеров, вокруг которого обращаются электроны.

мом деле, в дальнейшем выяснилось, что в том виде, как это представлял Резерфорд, атом не может быть устроен. Резерфорд применил для описания движения электронов в атоме обычные законы механики и электродинамики. Но это приводило к резкому противоречию с фактами. Еще с 60-х годов XIX века было известно, что атомы вещества в газообразном состоянии излучают свет, спектр которого состоит из отдельных линий, соответствующих вполне определенным длинам волн. Но, согласно модели Резерфорда, вращающиеся вокруг ядра электроны должны были бы излучать сплошной (непрерывный) спектр, теряя энергию на излучение света. Поэтому атом не мог бы оставаться устойчивым — его электроны должны были бы в ничтожную долю секунды упасть на ядро. Между тем атомы многих элементов могут оставаться в устойчивом состоянии миллиарды лет. Поэтому модель атома пришлось дополнить.

В 1913 г. датский физик Бор предложил новую модель, тоже планетарную. Хотя она дает лишь весьма грубое представление о строении атома, она все же