

К. Манолов, В. Тюмюнник

# БИОГРАФИЯ АТОМА









К. Манолов, В. Тюмюнник

# АДЪТ ВЛЕЗЕ В ХИРОШИМА

АТОМЪТ-  
ОТ КЕЙМБРИДЖ  
ДО ХИРОШИМА

---

К. Манолов, В. Тютюнник

# БИОГРАФИЯ АТОМА

---

АТОМ  
ОТ КЕМБРИДЖА  
ДО ХИРОСИМЫ

**Переработанный перевод с болгарского  
канд. хим. наук В. М. Тютюнника**

**под редакцией  
д-ра хим. наук Д. Н. Трифонова**

Москва «МИР» 1984

ББК 22.383  
М.23  
УДК 539.1+541.28

**Манолов К., Тютюнник В.**

**М.23** Биография атома. Атом—от Кембриджа до Хиросимы. Переработанный пер. с болг.—М.: Мир, 1984.—246 с., ил.

В книге, написанной болгарским ученым К. Маноловым и советским химиком В. Тютюнником, в увлекательной форме рассказывается история открытия строения атома, первых опытов по овладению атомной энергией. Читатель как бы побывает в лабораториях выдающихся ученых-атомщиков и сможет проследить за их творческим процессом, ведущим к открытиям.

Большое внимание уделено биографиям ученых, работавших в этой области. Приведены списки нобелевских лауреатов по физике и химии.

Для широкого круга читателей.

**М** 1801000000-245 92-84, ч. 1  
041(01)-84

**ББК 22.383**  
**530.4**

*Редакция литературы по химии*

## ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА ПЕРЕВОДА

---

...«Если бы в результате какой-то мировой катастрофы все накопленные знания вдруг оказались бы уничтоженными и к грядущим поколениям живых существ перешла бы только одна фраза, то какое утверждение, составленное из наименьшего количества слов, принесло бы наибольшую информацию? Я считаю, что это атомная гипотеза: все тела состоят из атомов — маленьких телец, которые находятся в непрерывном движении, притягиваются на небольшом расстоянии, но отталкиваются, если одно из них плотнее прижать к другому». Так сказал однажды выдающийся физик современности, лауреат Нобелевской премии Роберт Фейнман. Даже при самой пристрастной оценке в этих словах едва ли содержится преувеличение. Наука XX в. никогда бы не достигла столь потрясающих успехов, если бы она не располагала строгими физическими представлениями об атоме.

Каких-нибудь сто лет назад ученые знали о нем, пожалуй, немногим больше, чем древнегреческие мыслители, которые впервые ввели в обиход само понятие «атом». Это название полностью отражало его природу: неделимый. Атом считался последней гранью существования структур материи.

Атомистика служила предметом пристального внимания естествоиспытателей и философов с давних времен. Особенно актуальной она стала тогда, когда возникло учение о химических элементах, получившее обобщение в гениальной Периодической системе Д. И. Менделеева. Не зная глубинных причин периодического изменения свойств химических элементов, ученый интуитивно полагал, что объяснение этому можно найти во «внутренней механике атомов и частиц». В 1892 г. Д. И. Менделеев написал для известного Энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона большую статью под названием «Вещество». В ней он кратко перечислил все то, что знали ученые об атоме в конце XIX в. «Признаваемые ныне атомы химических элементов составляют последние грани анализа, до которого простирается мысль естествоиспытателей», — с огорчением констатировал Менделеев. Что же еще можно было сказать относительно атома?

Во-первых, атомы каждого элемента неизменны, и мы знаем столько разновидностей атомов, сколько известно химических элементов. В то время можно было говорить о



достоверном существовании около 70 элементов. Во-вторых, все атомы данного химического элемента одинаковы (правда, некоторые ученые оспаривали это положение, например немецкий ученый А. Кекуле, англичанин В. Крукс, русский химик А. М. Бутлеров. Но они не могли привести весомых доказательств в пользу своей точки зрения). В-третьих, атомы имеют вес (понятие атомного веса ввел в начале XIX в. английский физик Дж. Дальтон). И «различие элементов друг от друга» Менделеев видел в «несомненном различии (относительного) веса атомов различных элементов». Атомный вес лежал в основе менделеевского периодического закона. В-четвертых, атомы одного элемента не могут превращаться в атомы другого элемента.

«А самое главное заключается в том,— писал Менделеев,— что мы совсем не знаем, как именно устроен атом. Быть может, это тела определенной твердой формы, например шаровой? Быть может, это—«вихревые кольца»? Существующие способы исследования еще не могут постичь природы атома». Уже давно английским ученым В. Праутом была высказана гипотеза, согласно которой атомы всех элементов состоят из простейших атомов водорода. Кроме того, гипотеза требовала, чтобы атомные веса выражались целыми числами. Между тем точные экспериментальные определения приводили к дробным значениям атомных весов. В этом состояла нерешенная проблема атомистики. Была и другая: сколько вообще химических элементов существует в природе? На этот вопрос никто не мог дать ответа.

Словом, атомистические представления конца XIX в. оказывались серьезным тормозом на пути развития естествознания. Но как раз в это время в науке произошли события, которые произвели подлинную революцию во взглядах на строение и свойства материи и положили начало современной атомистике. Эти события связаны с четырьмя блестящими физическими открытиями.

8 ноября 1895 г. немецкий физик Конрад Вильгельм Рентген открыл лучи, обладающие чрезвычайно сильной проникающей способностью. Он скромно наименовал их икс-лучами. Теперь весь мир называет эти лучи рентгеновскими.

1 марта 1896 г. французский ученый Антуан Анри Беккерель подхватил «лучевую эстафету». Он установил, что соль урана—последнего элемента в менделеевской таблице—испускает невидимые лучи неизвестной природы. Сначала их называли урановыми. Вскоре выяснилось, что такой же способностью обладает сосед урана по Периодической системе—торий. Так было открыто новое явление природы—радиоактивность.

В апреле 1897 г. пришло сообщение из Англии. Джозеф Джон Томсон доказал существование электрона—материальной частицы, являющейся носителем элементарного

отрицательного заряда. Независимо от Томсона к подобному выводу пришел немецкий физик Э. Вихерт.

И наконец, 14 декабря 1900 г. на заседании Немецкого физического общества выступил с докладом Макс Планк. Он изложил свою гипотезу квантов: энергия испускается не непрерывно, а определенными порциями — квантами. Так появилась на свет знаменитая формула Планка:  $E = h\nu$ .

Эти революционные открытия и последующая их детальная разработка в конечном итоге привели к созданию модели атома и позволили в совершенно новом свете сформулировать основные положения атомистики. Оказалось, что свойства элементов периодически изменяются по мере роста положительного заряда атомного ядра и особенностей строения внешних электронных оболочек. Словом, зависят от предполагавшейся Менделеевым «внутренней механики атомов и частиц». Только эта «механика» называется теперь квантовой.

Само понятие атом — неделимый — ныне по существу выглядит анахронизмом. Атом делим, и не только потому, что состоит из более простых частиц. Изучение явления радиоактивности показало, что атомы тяжелых элементов, расположенных в конце Периодической системы, могут самопроизвольно распадаться, превращаясь в атомы других элементов. Известно три вида природной радиоактивности: альфа-распад (испускание ядер гелия), бета-распад (испускание электронов) и спонтанное деление, при котором ядро атома распадается на два примерно равных по массе осколка (этот вид радиоактивности наблюдается только у самых тяжелых элементов — урана и так называемых трансурановых элементов). Но, помимо доказательства этой естественной трансмутации, ученым удалось осуществить искусственную — с помощью ядерных реакций. Первое искусственное превращение элементов произвел в 1919 г. английский ученый Эрнест Резерфорд. «Обстреливая» азот альфа-частицами, он превратил его в кислород. Ныне известно несколько десятков различных типов ядерных реакций. Они позволили искусственно синтезировать около 1500 разновидностей атомов, не существующих в природе.

Впрочем, утверждение, что число разновидностей атомов равно числу химических элементов, было опровергнуто еще в 1913 г. Изучение радиоактивности позволило обнаружить в природе большое количество радиоактивных веществ, названных радиоэлементами. Для их размещения в таблице Менделеева не хватало пустых клеток. Проблема разрешилась тогда, когда английский химик и физик Фредерик Содди открыл явление изотопии радиоактивных элементов. Все найденные радиоэлементы оказались изотопами уже известных. В 20-х годах соотечественник Ф. Содди Френсис Астон доказал, что и большинство стабильных элементов состоит из изотопов. Существование изотопов является одним из важнейших пред-

ставлений современной атомистики. Ныне известно точное количество стабильных (280) и радиоактивных (46) изотопов, существующих в природе. Около 1500 получено искусственно. Среди них более 150 изотопов трансурановых элементов; последним из них является элемент с порядковым номером 107. Сколько еще новых элементов удастся синтезировать? На этот вопрос пока нет определенного ответа.

Величайшим достижением науки об атоме стало овладение атомной энергией. Понадобилось меньше пятидесяти лет, чтобы от первых робких попыток проникнуть в глубинную сущность атома прийти к практической реализации возможности использования заключающейся в нем гигантской энергии. К сожалению, прежде чем принести людям добро, эта энергия проявилась по началу злом. Атомная бомба взорвалась раньше, нежели вступила в строй первая атомная электростанция.

Истории атомной эпопеи посвящено огромное количество публикаций — от солидных специальных монографий до научно-популярных книг и очерков. И вряд ли когда-нибудь иссякнет поток литературы на эту тему, ибо безмерно велико ее значение в истории человеческой мысли.

... И вот перед читателем небольшая книжка «Биография атома». Она — плод творческого содружества известного советскому читателю болгарского ученого К. Манолова и его советского коллеги В. М. Тютюнника. Авторы отнюдь не задавались целью дать сколь-нибудь подробное изложение атомной проблемы. Поэтому не следует ставить им в упрек, что многие важные события не нашли освещения на страницах книги, а о некоторых упомянуто лишь вскользь. Можно признать удачной форму подачи материала: короткие рассказы об отдельных открытиях, последовательность которых привела к познанию таинственной природы атома и овладению атомной энергией. Передана атмосфера научного поиска, показана творческая деятельность крупнейших ученых — физиков и химиков.

В целом можно надеяться, что книга окажется интересной и полезной для широкого круга читателей, которые не имеют соответствующей подготовки, но хотели бы получить общее представление об атомной проблеме.

Особо отметим раздел «Творцы атомной науки», где приведены краткие сведения о жизни и деятельности выдающихся иностранных ученых-атомщиков, и список нобелевских лауреатов по физике и химии. Как следует из предисловия авторов, они намерены свою следующую книгу посвятить роли советских ученых в создании «биографии атома»; там будут приведены сведения об их жизни и деятельности.

*Д. Н. Трифонов*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Атом... Невидимая, полная загадок мельчайшая частица вещества волновала мыслителей еще в древности. И если более двух тысячелетий атом привлекал внимание немногочисленных философов и естествоиспытателей, теперь он вызывает всеобщий интерес. В августе 1945 г. трагические вести из Хиросимы и Нагасаки показали миру, что в атоме сосредоточена немыслимая доголе энергия, способная превратить Землю в звездную пыль. Будет ли эта энергия нести страх человечеству или получит разумное применение в мирных целях?

Сегодня слово «атом» не сходит со страниц научной и научно-популярной литературы. Люди знают об этой микроскопической и могущественной частице достаточно много. Меньше известно о жизни и деятельности тех ученых, которые посвятили себя изучению атома, овладению секретами скрытой в нем энергии. Возможно, причины этого кроются в сложности атомной физики. Строгие математические формулы и уравнения, ядерные реакции, экстравагантные теории влекут своей красотой только ученых, большинству людей тайны специальной символики чужды. Но вряд ли найдется читатель, который не хотел бы приоткрыть занавес к секретам атома.

В ответ на такое желание и написана эта книга. В ней нет ни единой формулы, но тем не менее раскрыты некоторые страницы истории познания строения атома, открытия элементарных частиц, деления уранового ядра, первых опытов по овладению ядерной энергией.

Книга является плодом многолетнего исследовательского труда, конечной целью которого было воссоздать не только условия, предпосылки открытия конкретных явлений, но и во многих случаях попытаться показать процесс мышления первооткрывателей, обрисовать сложную историко-политическую обстановку, в которой приходилось работать ученым-атомщикам. Читатель как бы побывает в лабораториях и кабинетах выдающихся ученых, услышит их разговоры с коллегами и учениками, проследит за полетом их мысли.

Вполне понятно, что в подобных произведениях авторы дают волю своей фантазии, но в этой книге вымысла почти

нет. Все события, ситуации, факты почерпнуты из литературы, написанной самими участниками атомной эпопеи или очевидцами; многие взяты из научной литературы, опубликованной на разных языках.

В книге затронут период от открытия сложного строения атома до овладения атомной энергией, т. е. описаны события, происходившие в Англии, Франции, Германии и США. Первые успехи ученых в СССР были достигнуты незадолго до начала Великой Отечественной войны. Несмотря на невероятно тяжелые условия этого периода жизни страны, коллектив талантливых советских ученых продолжал исследования и вскоре пришел к открытию деления атомного ядра. Это открытие было направлено на благо человечества, на достижение светлого будущего в СССР и во всем мире. Работы советских ученых мы предполагаем осветить в следующей нашей книге, где покажем высоко гуманный характер науки в Советском Союзе и выдающиеся заслуги ученых СССР и стран социалистического содружества в современной атомной эпопее.

*К. Манолов  
В. Тютюнник*



## АТОМ — ОТ КЕМБРИДЖА ДО ХИРОСИМЫ

---

### 1.

Новый год — самый радостный праздник для каждого человека. Мы не перестаем верить в то, что в Новом году сбудутся все наши желания. И хотя он приходит зимой, когда уютно только у семейного очага, мы ждем его с нетерпением.

Новый, 1896 год должен был принести успех двадцатипятилетнему новозеландцу Эрнесту Резерфорду. Счастье улыбнулось ему совершенно неожиданно. Он был в числе лучших выпускников Кентерберийского колледжа Новозеландского университета в Крайстчерче на Южном острове, но все же после экзаменов оказался вторым и даже не надеялся на стипендию, позволявшую продолжить научную деятельность в Англии. Помог случай, который иногда одаривает науку выдающимися открытиями. Стипендию получил Резерфорд, к тому времени уже ставший бакалавром и магистром искусств, а затем бакалавром наук.

Целый месяц длилось путешествие на небольшом пароходе по волнам Индийского и Атлантического океанов. И вот, наконец, Резерфорд в знаменитой Кавендишской лаборатории в Кембридже.

...В лаборатории на третьем этаже, где он теперь работает, полутемно и тесно — повсюду аппаратура. Разнообразные по форме стеклянные трубки и склянки, сосуды, опутанные проводами и резиновыми трубками, железные штативы, деревянные подставки — чего только здесь нет. На первый взгляд — полный хаос. Но когда к этому невообразимому скоплению приближался исследователь, хаос непостижимо превращался в строгий порядок. Проскакивала электрическая искра, что-то щелкало, отклонялась стрелка на слегка освещенной шкале прибора, слышалось тихое жужжание... Начинаясь напряженная работа.

В лаборатории на первом этаже работал Эбенизер Эверетт. Этого художавого, еще довольно молодого человека любили все. Он был лучшим стеклодувом Англии. В его искусных руках отрезок стеклянной трубки превращался в необычный по форме сосуд, необходимый для будущего эксперимента. Практически все приборы в Кавендишской лаборатории были делом рук этого непревзойденного мастера. Он был также отличным экспериментатором. Вот почему



Дж. Дж. Томсон

директор лаборатории Дзожеф Джон Томсон, сам «Джи-Джи», любил проводить исследования вместе с ним.

Томсона по праву считали светилом английской науки, и работать с ним считалось большой честью. Здесь, в лаборатории Тринити-колледжа, которая носила имя знаменитого английского ученого Генри Кавендиша, было сделано много крупных открытий; здесь творили Максвелл и Рэлей. С декабря 1884 г. Кавендишскую лабораторию возглавил Дж. Дж. Томсон.

Резерфорд привез с собой детектор электромагнитных волн, создание которого было его первой самостоятельной исследовательской задачей. Однако здесь, в Лондоне, его внимание привлекли работы Уильяма Крукса.

...Еще в 1869 г., изучая флуоресценцию стенок стеклянной трубки, в которой происходил электрический разряд, И. Гитторф в Германии объяснил это явление образованием нового вида лучей. Семью годами позже Э. Гольдштейн назвал их катодными лучами. Он считал, что катодные лучи идентичны по природе световым. Различие состояло в том, что свет излучается источником по всем направлениям, а катодные лучи — только перпендикулярно поверхности катода. У. Крукс повторил эти исследования, добившись значительно большего разрежения в изобретенных им катодно-лучевых трубках, которым он придавал самую различную форму. В 1879 г. он изобрел так называемый радиометр. С его помощью Крукс доказал механическое действие катодных лучей. Поместив в катодную трубку металлический «мальтий-

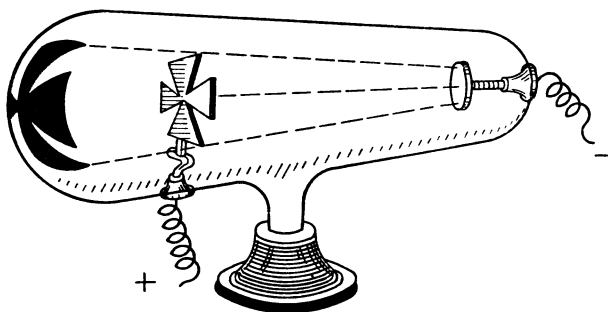


У. Крукс

ский крест», исследователь увидел на стекле тень и пришел к выводу что катодные лучи распространяются прямолинейно. Но самое интересное открытие Крукса заключалось в обнаружении явления отклонения этих лучей в магнитном поле. На основании экспериментов Крукс пришел к выводу, что катодные лучи — «лучистая материя» — представляют собой четвертое состояние вещества и образованы молекулами того газа, который оставался в трубке после откачивания из нее воздуха. Соприкасаясь с катодом, эти молекулы заряжаются отрицательно и отталкиваются от катода, образуя прямолинейный поток катодных лучей. Подводя итог своим исследованиям, Крукс сделал оптимистические прогнозы, которые блестяще подтвердились впоследствии:

«При изучении этого четвертого состояния вещества создается представление, что мы имеем, наконец, в своем распоряжении «окончательные» частицы, которые можем с полным основанием считать лежащими в основе физики Вселенной... Мы определенно вошли здесь в область, где материя и энергия кажутся слитыми воедино. Я беру на себя смелость предположить, что главные проблемы будущего найдут свое решение именно в этой области... Здесь, по моему мнению, сосредоточены окончательные реальности, тончайшие, определяющие, таинственные».

Приблизить будущее — в этом теперь состояла задача Томсона. Вместе с Эвереттом он решил уточнить природу катодных лучей. Все было не так просто. Ведь молекулярной гипотезе Крукса о природе катодных лучей противостояла



### «Круксов крест» в одной из трубок Крукса

волновая гипотеза, предложенная Гольдштейном. Ее поддерживали и другие немецкие ученые, например Видеман и Герц. Они так и не смогли добиться отклонения катодных лучей в электрическом поле. В 1895 г. Ж. Перрен в Париже сделал заключение: катодные лучи определенно несут отрицательные электрические заряды, поэтому их корпускулярная природа представляется более вероятной, нежели волновая. Этот вывод еще более усложнил ситуацию. Вот почему Томсон и принялся за выяснение истинной природы катодных лучей.

Если катодные лучи представляют собой поток отрицательно заряженных корпускул, рассуждал Томсон, то по законам электродинамики они обязательно должны отклоняться в электрическом поле. Но почему же тогда опыты Видемана, Герца, а также Ленарда дали отрицательные результаты? Размышляя над этой проблемой, Томсон предположил, что катодные лучи делают электропроводящим разреженный газ в трубке Крукса. Если это так, то необходимо как можно полнее откачать газ из трубки. В конце концов Томсон однозначно установил, что катодные лучи отклоняются в электрическом поле. Следовательно, они представляют собой поток отрицательно заряженных материальных частиц. Волновая теория тем самым была отвергнута.

Однако, какие это частицы — молекулы, атомы или еще более мелкие материальные структуры — для Томсона оставалось загадкой. Чтобы разгадать ее, ученый поставил классический эксперимент, который сейчас описан во многих учебниках по физике. В самых общих чертах суть эксперимента заключается в следующем. Катодные лучи пропускают между двумя металлическими пластинами, находящимися под разными потенциалами. Одновременно частицы подвергают действию магнитного поля. Меняя величину напряженности однородного электрического и магнитного полей, можно добиться взаимной компенсации их действия. При этом катодные лучи не отклоняются, а создаваемое ими на стекле

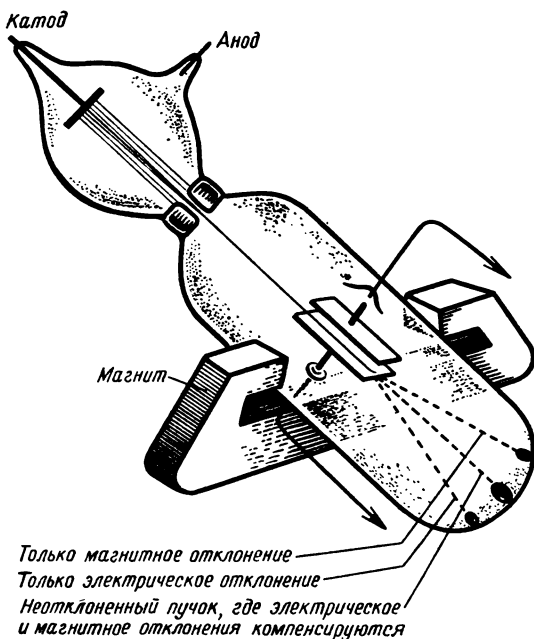


Схема опыта Дж. Дж. Томсона по определению отношения заряда электрона к его массе

бледно-зеленое флуоресцирующее пятно не смещается. Этот эксперимент позволил выразить скорость частиц лучей отношением напряженности электрического поля к напряженности магнитного. Уже в 1897 г. Томсон показал, что частицы катодных лучей движутся со скоростью, в десять раз меньшей скорости света. Несколько позже он получил значение, всего в три раза меньшее скорости света.

Изменяя условия эксперимента, Томсон измерял смещение светящегося пятна. Расчеты позволили определить отношение электрического заряда частицы к ее массе. Оно оказалось равным  $1,7 \cdot 10^{-7}$  (если заряд выражен в единицах системы СГС, а масса — в граммах). Это значение очень близко к современному. Но самое интересное заключалось в том, что отношение заряда к массе частиц катодных лучей не зависело ни от состава остаточного газа в трубке, ни от материала электродов, ни от скорости лучей, ни от каких-либо других физических параметров. Иными словами, отношение  $e/m$  оказывалось универсальной константой.

В том же году Томсон определил и заряд частиц, составляющих катодные лучи. Его величина составила



$6,5 \cdot 10^{-10}$  электростатических единиц, что лишь незначительно отличается от современного значения. Масса этих частиц также была определена — она оказалась примерно в 1800 раз меньше массы атома водорода\*.

Томсон закончил описание своих экспериментов общим выводом, что электричество, по крайней мере отрицательное, имеет дискретную структуру. Отрицательно заряженные корпускулы катодных лучей представляют собой «то вещество, из которого построены все химические элементы», — вот к какому заключению пришел ученый.

Современному читателю ясно, что в работах Томсона речь шла об электронах. И хотя термин «электрон» был введен ирландским ученым Г. Стони еще в 1891 г. для обозначения электрического заряда одновалентного иона при электролизе, его широкое использование началось только после работ Томсона, которого вполне можно считать первооткрывателем электрона.

Статья Томсона «Катодные лучи» с описанием результатов экспериментов появилась в 1897 г. в «Философском журнале» («Philosophical magazine»). Открыв электрон, он не мог не задуматься о роли этой «корпускулы» в строении вещества. Он уже не сомневался в том, что, используя представление об электронах, следует попытаться построить модель атома, который с давних пор рассматривали как неделимую бесструктурную частицу материи. Первую такую модель Томсон предложил в 1899 г.: нейтральный атом содержит значительное число электронов, отрицательный заряд которых компенсируется «чем-то, что делает пространство, в котором рассеяны электроны, способным действовать так, как если бы оно имело положительный электрический заряд, равный сумме отрицательных зарядов электронов». Но верная в принципе идея была еще слишком неопределенной. Более четкий характер она приобрела позже, после того как в 1901 г. были опубликованы работы его выдающегося однофамильца У. Томсона, который в 1892 г. за научные заслуги получил титул лорда Кельвина.

Согласно Кельвину, модель атома представляет собой комбинацию центрального положительного заряда, равномерно «размазанного» по сфере, и электронов, которые располагаются по сферическим концентрическим поверхностям. Кельвин предположил возможность вращения электронных «сфер» вокруг их общего центра.

Воспользовавшись представлениями Кельвина, Дж. Дж. Томсон в 1904 г. предложил свою модель атома: электроны располагаются в одной плоскости внутри сферы,

---

\* Независимо от Томсона Э. Вихерт в Германии в 1897 г. пришел к выводу, что частицы катодных лучей имеют массу, составляющую от одной до четырех тысячных массы атома водорода.



В. К. Рентген

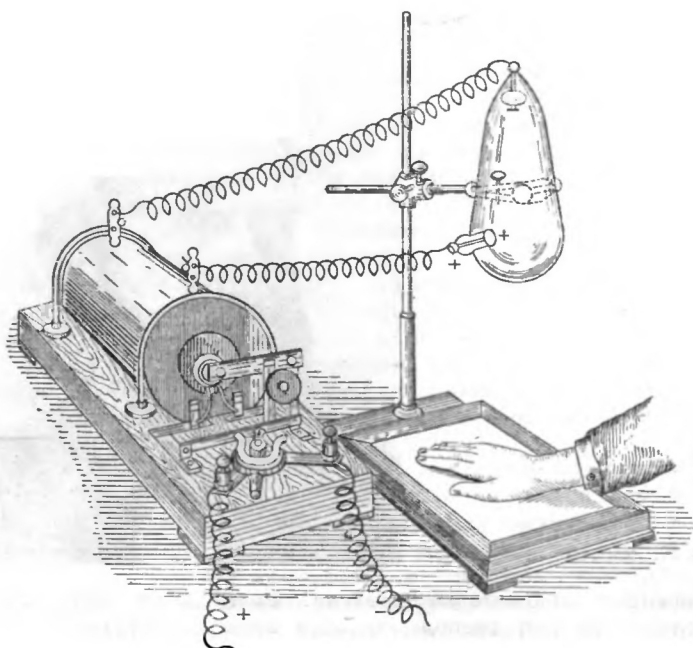
имеющей положительный заряд. Если число электронов велико, то они располагаются в атоме по группам, или концентрически расположенным кольцам. Таким образом, гениальной догадкой Томсона было слоистое строение атома, т. е., как мы сказали бы теперь, возможность распределения электронов атома по определенным устойчивым оболочкам.

Не менее значительным достижением Томсона была первая попытка объяснить периодичность изменения химических свойств элементов в системе Д. И. Менделеева. Исходя из своей теории строения атома, Томсон считал, что свойства атомов, составленных из похожих друг на друга «корпускулярных групп», имеют много общего. Следовательно, делает вывод Томсон, сходными будут и соответствующие элементы. Он показал также, что устойчивость различных конфигураций электронных колец внутри атома меняется периодически с увеличением количества электронов.

Атом Томсона был далек от того, какой известен сейчас каждому школьнику, но в то же время — не так уж и далек...

## 2.

Почти одновременно с Дж. Дж. Томсоном катодными лучами заинтересовался немецкий физик-экспериментатор, ректор Вюрцбургского университета Конрад Вильгельм Рентген. Вслед за своими соотечественниками он поначалу придерживался представления о волновой природе катодных лучей. Проводя эксперименты с этими лучами, Рентген однажды



Аппаратура В. К. Рентгена, с помощью которой он в 1895 г. сделал первый снимок руки в икс-лучах.

заметил, что картон, покрытый платиносинеродистым барием, начинает светиться в темной комнате, если вблизи работает катодно-лучевая трубка. Это явление он впервые наблюдал 8 ноября 1895 г. Затем в течение нескольких недель Рентген изучил почти все основные свойства нового излучения. Вот что он узнал: причина, вызывающая фосфоресценцию, заключена в самой разрядной трубке; лучи обладают высокой проникающей способностью по отношению ко многим материалам; излучение вызывает свечение многих фосфоресцирующих веществ; под действием лучей чернеют фотографические пластинки, а воздух и некоторые твердые изоляторы начинают проводить ток; новые лучи не отклоняются даже в очень сильном магнитном поле, чем в корне отличаются от катодных лучей. Свои лучи Рентген скромно назвал икс-лучами.

Впервые научный мир услышал об икс-лучах из сообщения Рентгена 22 декабря 1895 г. в Физическом институте Вюрцбургского университета. За несколько дней до этого выступления немецкий ученый послал первые снимки, сделанные с помощью икс-лучей, известным ученым-физикам



А. Ж. Пуанкаре

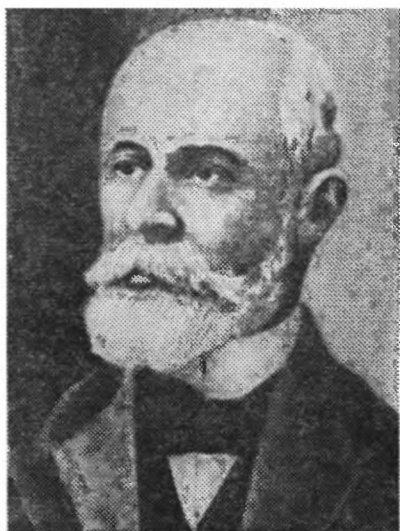
Англии, Франции, Германии, России. Необычное новогоднее поздравление взволновало буквально всех. Русские физики называли эти лучи рентгеновскими.

Неожиданное открытие заинтересовало и французского ученого Анри Пуанкаре. Он интенсивно взялся за подготовку аппаратуры для демонстрации рентгеновских лучей, а когда все было отлажено и тщательно проверено, организовал публичную лекцию в одном из залов Парижской Академии наук. Лекцию Пуанкаре встретили с необыкновенным интересом. Вопросам и дискуссии не было конца. Был задан и самый существенный вопрос: что является источником лучей, открытых Рентгеном?

...Пуанкаре снова включил установку. В затемненном зале взгляды были направлены к катодной трубке, закрепленной в деревянном штативе. Это была такая же трубка, как и та, в которой Томсон получал и изучал катодные лучи.

— Еще Рентген заметил в своих экспериментах, что загадочные икс-лучи возникают в том месте, куда попадают катодные лучи,— начал развивать мысль Пуанкаре.— Вот бледно-зеленое флуоресцирующее пятнышко в конце трубки. Здесь и рождаются новые лучи... Но все это требуется тщательно изучить и обосновать.

Среди присутствующих в зале академии находился и Антуан Анри Беккерель. Он был в восторге от нового открытия, поэтому слушал с неослабным вниманием. Из всего, что поведал профессор Пуанкаре, особенно поразило его «зеленое флуоресцирующее пятно».



А. А. Беккерель

«А что если свечение, которое изучал мой отец, как-то связано с лучами Рентгена? Отец давно замечал, что некоторые вещества при облучении сами начинают излучать бледный свет, причем иногда именно подобного зеленоватого оттенка. Да, теперь совершенно ясно, что немедленно нужно приняться за изучение этого явления!» — решил Беккерель. Он и не заметил, как и когда покинул зал, каким образом оказался дома. Он был настолько поглощен мыслями об икс-лучах, что ничего не слышал и не замечал вокруг. Перед его мысленным взором светилось своим таинственным бледно-зеленым светом пятно трубки Рентгена...

Отец Анри — Эдмон Беккерель — тоже был физиком. В течение нескольких лет, он занимался облучением разных веществ как природного происхождения, так и полученных в лаборатории. Анри знал, что когда для облучения применялись ультрафиолетовые лучи, некоторые из этих веществ начинали испускать красивое свечение — бледно-синее, зеленоватое, бледно-фиолетовое... Может быть, они тоже испускают икс-лучи? Если это так, тогда причина образования лучей Рентгена будет раскрыта..

Последующие события развивались стремительно. Среди исследованных Беккерелем фосфоресцирующих веществ были и соли урана. Он поместил кристаллики двойного сульфата уранила и калия на фотопластинку завернутую в черную бумагу, и подверг их интенсивному воздействию солнечных лучей. После проявления фотопластинки на ней были отчетливо видны контуры кристаллов соли. 24 февраля 1896 г.



Беккерель на заседании Парижской Академии наук сделал сообщение «Об излучениях, производимых фосфоресценцией». В нем он рассказал собравшимся, что калийуранил-сульфат после облучения солнечным светом испускает лучи, проходящие через светонепроницаемую бумагу и разлагающие серебряные соли фотоэмульсии.

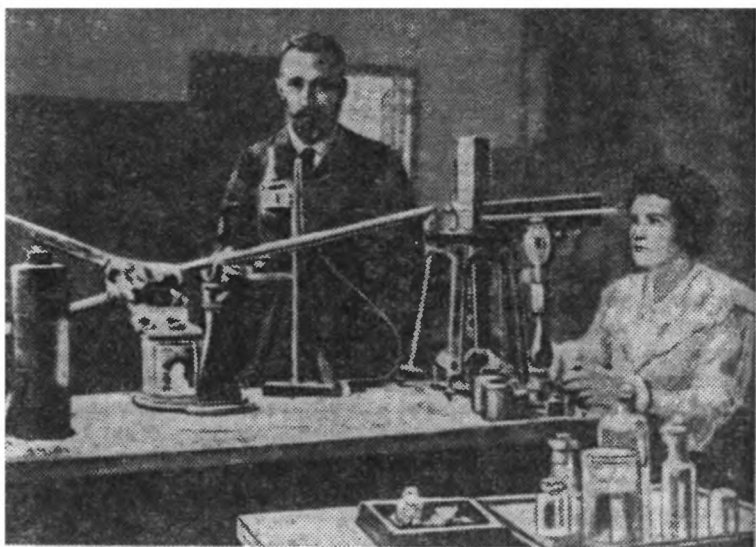
Однако уже через несколько дней Беккерель внес коррективы в свои первоначальные выводы. Помог случай. 26 и 27 февраля был подготовлен очередной опыт, несколько отличавшийся от предыдущих. Но выполнить опыт не удалось, поскольку день был облачный, и солнце показывалось лишь на непродолжительное время. На фотопластинку в рамке из черной ткани, прикрытой алюминиевой пластинкой, был положен тонкий медный лист, над которым располагался препарат с двойным сульфатом калия и уранила. Все это Беккерель спрятал на время в ящик стола. Не дождавшись появления солнца, он 1 марта проявил фотопластинку и, к своему неопишуемому удивлению, обнаружил на ней четкий контур алюминиевой пластинки. Таким образом, для получения фотографического изображения не было необходимости предварительно освещать урановую соль солнечными лучами. Никакие другие фосфоресцирующие вещества такого явления не вызывали, но оно наблюдалось для всех солей урана, даже не обладающих фосфоресценцией.

На следующий день, 2 марта 1896 г., Беккерель доложил на заседании Парижской Академии наук свою новую работу «О невидимой радиации, производимой фосфоресцирующими телами». Он однозначно установил, что новое явление «не может быть приписано излучению видимого света, действующего путем фосфоресценции», и заявил:

«...Это излучение, действие которого очень сходно с действием излучений, изучаемых Ленардом и Рентгеном, представляет собой невидимые лучи, испускаемые путем фосфоресценции, но с продолжительностью, бесконечно большей, чем продолжительность свечения фосфоресцирующих тел».

Это свойство веществ испускать невидимые лучи Пьер и Мария Кюри в 1898 г. назвали радиоактивностью. Вслед за Рентгеном Беккерель сделал шаг в физику XX столетия, в физику атома и атомного ядра.

Как ни странно, но около двух лет А. Беккерель был единственным физиком, который занимался исследованиями урановых лучей — «лучей Беккереля». 9 марта 1896 г. он сообщил «О некоторых новых свойствах невидимой радиации, производимой различными фосфоресцирующими телами»; оказалось, что радиация способна разряжать наэлектризованные тела. 23 и 30 марта Беккерель рассказал о дальнейших экспериментах. Он окончательно убедился в том, что новый вид излучения является характерной особенностью именно



М. Склодовская-Кюри и П. Кюри в лаборатории

урановых солей. 18 мая в работе «Испускание новой радиации металлическим ураном» он сделал очень важный вывод: интенсивность излучения чистого металлического урана значительно выше, чем урановых солей. Все соли урана, фосфоресцирующие и не фосфоресцирующие, в виде кристаллов или в виде порошков, в сухом состоянии и в растворе, независимо от своего происхождения—все они испускают излучение одной и той же природы, интенсивность которого зависит только от количества урана. Таким образом, способность к испусканию нового вида лучей является атомным свойством, присущим элементу урану—«первому примеру металла, представляющего явление одного порядка с невидимой фосфоресценцией». В сообщении 23 ноября Беккерель описал различные свойства урановых лучей, в частности рассмотрел вопрос о продолжительности испускания лучей. 1 марта 1897 г. он отмечает способность урановых лучей разряжать в воздухе наэлектризованные тела независимо от их потенциала и знака заряда, а 12 апреля того же года завершает эту серию наблюдений и в очередной статье сообщает, что активность урановых препаратов, с которыми он работал, не изменилась за год!

### 3.

Открытие явления радиоактивности А. Беккерелем можно отнести к числу наиболее выдающихся открытий современной

науки. Именно благодаря ему человек смог значительно углубить свои познания в области структуры и свойств материи, понять закономерности многих процессов во Вселенной, решить проблему овладения ядерной энергией. Учение о радиоактивности оказало колоссальное влияние на развитие науки, причем за сравнительно небольшой промежуток времени.

Изучая свойства новых лучей, Беккерель попытался объяснить их природу. Однако он не мог прийти к четким выводам и долгое время придерживался ошибочной точки зрения, согласно которой радиоактивность, возможно, является формой длительной фосфоресценции.

Вскоре в исследование нового явления включились другие ученые, и прежде всего супруги Пьер и Мария Кюри.

Молодая польская исследовательница Мария Склодовская, проявив выдающиеся способности и огромное трудолюбие, в 1894 г. получает два диплома лиценциата—по физике и математике—в знаменитой Сорбонне, Парижском университете. Поначалу она берет тему для исследования у профессора Г. Липпмана и начинает изучать магнитные свойства закаленной стали. Разработка темы приводит ее в Парижскую школу индустриальной физики и химии. Там она знакомится с Пьером Кюри и продолжает эксперименты в его лаборатории. В июле 1895 г. Пьер и Мария стали супругами. После рождения дочери в сентябре 1897 г. Мария Склодовская-Кюри решает приступить к работе над докторской диссертацией. Важно было четко сформулировать задачу исследования. В это время она и узнает об открытии Беккереля.

М. Кюри начала свои исследования с терпеливого изучения большого числа химических элементов: не являются ли некоторые из них, подобно урану, источниками «лучей Беккереля»? Уже в апреле 1898 г. она опубликовала первую статью, посвященную исследованию радиоактивности. Пытаясь найти «точный количественный метод измерения ионизации воздуха» при воздействии излучения солей урана, М. Кюри установила, что это излучение прямо пропорционально содержанию урана в соли. Таким образом, вслед за Беккерелем она доказала, что новый вид лучей является свойством атомов урана.

В этой же статье она рассказала и о другом своем открытии: «лучи Беккереля» испускает также торий и его соединения. Почти одновременно и независимо к такому же выводу пришел в Германии Г. Шмидт. Причину того, что излучение обнаруживается только у двух элементов Периодической системы, он видел в их высоких атомных весах: 232 у тория и 240 у урана.

Это открытие привело М. Кюри к новой идее. Обычно торий и уран присутствуют в природных минералах совместно. Активность некоторых минералов, содержащих эти

элементы, оказалась во много раз сильнее, чем следовало ожидать. Не означает ли это, что в рудах урана и тория содержится какой-то неизвестный элемент (или элементы), обладающий такими же свойствами, но выраженными более ярко? Этот элемент пока не известен, но интенсивность его излучения можно рассчитать, исходя из опытных данных.

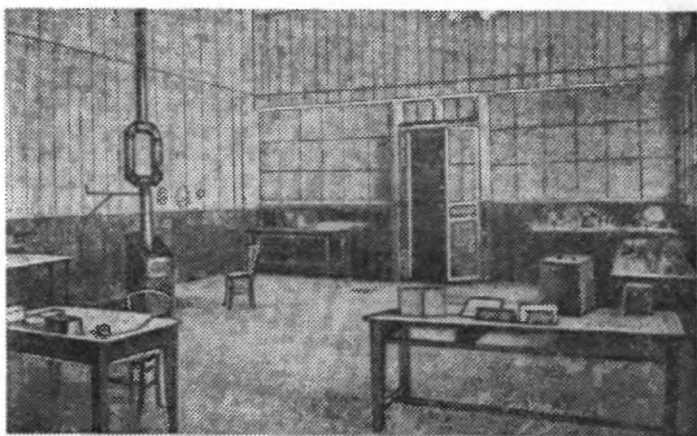
Идея была смелой, но первые же результаты новых экспериментов превзошли все ожидания. Для некоторых образцов урановой смоляной обманки наблюдалась активность, в три-четыре раза превышавшая активность чистого оксида урана. Излучение хальколита — кристаллического фосфата меди и уранила — оказалось в два раза интенсивнее излучения урана. Если бы в этих рудах, кроме пустой породы, содержался бы только оксид урана, их активность должна была быть меньшей. Стало совершенно ясно, что в рудах присутствует и какой-то новый элемент, более активно испускающий лучи, чем уран. Чтобы убедиться в этом, Мария Кюри решила изготовить искусственный хальколит и измерить его активность. Состав этого минерала урана был хорошо известен, так что ей понадобилось только взвесить нужные вещества, смешать их и нагреть до нужной температуры. После охлаждения получилась твердая темно-зеленая масса — синтетический хальколит. Активность его была в два с половиной раза меньше активности природной руды. Этот факт подтвердил предположение, что в природном минерале содержится неизвестный элемент.

Открытие было настолько интересным, что Пьер Кюри отложил свои исследования по магнетизму и подключился к поискам нового элемента. Любопытно, что мысль заняться изучением «урановых» лучей подал Пьеру Кюри сам А. Беккерель, который как-то сказал:

— Пьер, ведь вы и физик и химик одновременно. Проверьте, нет ли в этих излучающих телах примесей, играющих особенную роль...

Урановая руда была очень дорога, а денег на научные исследования Пьер не получал. Вся работа велась на собственные средства. Мария, правда, получила разрешение на проведение исследований в лаборатории, но также безо всяких ассигнований. Молодая семья вынуждена была резко сократить свои расходы, чтобы иметь возможность приобрести несколько сот килограммов урановой руды.

Время показало, насколько наивными были их планы! Мария Кюри надеялась, что после переработки нескольких сот килограммов руды она выделит и изучит новый элемент. Но она наверняка решилась бы начать это каторжное дело, даже если бы знала, что из первых 1000 кг руды ей удастся извлечь всего лишь одну десятую грамма нового вещества, хотя она и представить себе в то время не могла, какой



Сарай на улице Ламон в Парижской школе индустриальной физики и химии, который был использован супругами Кюри в качестве лаборатории

непосильный труд, какие лишения, какие сложности ждали ее на избранном пути...

#### 4.

В чем отличие ученых, будь они классики или романтики, от обыкновенных людей? Видимо, в том огне, который может пылать в них и не давать покоя до тех пор, пока не разгадана очередная тайна природы. Мария Кюри была из тех ученых-романтиков, для которых в науке заключался смысл жизни.

Идея о том, что в урановой руде содержится новый элемент, заинтересовала коллег и друзей Марии и Пьера Кюри. Каждый пытался хоть чем-нибудь помочь. Коллеги из Венского университета добились разрешения австрийского правительства на безвозмездную передачу французским ученым отходов от переработки урановой руды, добываемой в рудниках Иоахимсталя (ныне Яхимов, Чехословакия). Именно в этих отходах содержался неизвестный элемент, о чем свидетельствовало их сравнительно сильное излучение.

Задач было много, и супруги Кюри решили распределить их между собой. Пьер взялся за изучение свойств лучей и самих соединений, а Мария начала химическую обработку руд. Сразу же понадобилось найти способ извлечения и концентрирования неизвестного вещества. Единственным путем к успеху было проведение полного химического анализа. В большой стеклянной ванне можно было бы растворить килограммов двадцать руды, а полученный раствор тщательно проанализировать. Чтобы установить, в какой фракции накап-

ливается новое вещество, пришлось бы измерять активность всех получившихся осадков и растворов. Конечно, могло случиться так, что вещества в руде окажется слишком мало и его вообще не удастся осадить. Но другого пути исследователи пока не видели.

Эксперименты проводились в заброшенном сарае на улице Ламон, который принадлежал Парижской школе индустриальной физики и химии. Впоследствии М. Кюри вспоминала:

«Мне доводилось обрабатывать за раз до двадцати килограммов первичного материала и в результате уставлять сарай большими сосудами с химическими осадками и жидкостями. Это был изнурительный труд — переносить мешки и сосуды, переливать жидкости из одного сосуда в другой, несколько часов подряд мешать кипящий материал в чугунном сосуде...»

Это был не только изнурительный, но и опасный труд. Ведь исследователи еще не знали вредного действия радиоактивных излучений...

Через раствор, получавшийся после обработки руды горячей соляной кислотой, Мария Кюри пропускала сероводород; образующийся черный осадок отделяла от раствора фильтрованием. В осадке должны были находиться сульфиды свинца, меди, висмута, мышьяка и некоторых других элементов. Затем проводилась тщательная операция, заключавшаяся в последовательной обработке осадка различными реактивами. Цель заключалась в максимально полном разделении элементов, входящих в состав руды. Каждый осадок должен быть собран количественно, высушен и исследован. Теперь требовалось установить главное — испускает ли осадок урановые лучи?

Работа в лаборатории шла полным ходом. В сарай, ставший лабораторией, часто заходили друзья, чтобы узнать о новых научных результатах. Условия работы были здесь невыносимыми. Входящий в лабораторию невольно задерживал дыхание, чтобы не задохнуться парами кислот, которые разъедали даже металлические части приборов. Из-за плохой вентиляции окна часто держали открытыми; зимой в помещение вторгался холодный воздух, температура часто не превышала шести градусов тепла, и Мария, еле-еле удерживая замерзшими пальцами стеклянную палочку, работала осторожно, чтобы не уронить ее и не нарушить ход эксперимента.

Несмотря на трудности, исследования продвигались успешно. Хотя зарплаты Пьера Кюри с трудом хватало для покрытия разнообразных расходов, они все же решили взять помощника для проведения химических исследований. Им стал молодой Жак Бемон.

Напряженный труд принес щедрые результаты. 18 июля 1898 г. Пьер и Мария Кюри на заседании Парижской Академии наук выступили с сообщением «О новом радиоак-

тивном веществе, содержащемся в смоляной обманке». Ученые заявили:

«Вещество, которое мы извлекли из смоляной обманки, содержит металл, еще не описанный и являющийся соседом висмута по своим аналитическим свойствам. Если существование нового металла подтвердится, мы предлагаем назвать его полонием, по имени родины одного из нас».

Речь шла о Польше, древнее название которой Полония,— родине Марии Склодовской-Кюри. Далее они писали:

«Если существование нового простого тела подтвердится, то... его открытие произошло исключительно благодаря новому способу исследования, который нам предоставили лучи Беккереля».

В этой работе впервые изучаемое явление названо радиоактивностью, а лучи—радиоактивными. Активность нового элемента—полония—оказалась в 400 раз выше активности урана.

В результате химического анализа из урановой смолки удалось также выделить элемент барий, который обладал относительно сильной радиоактивностью. При выделении хлорида бария из водного раствора в кристаллическом виде радиоактивность переходила из маточного раствора в кристаллы. Спектральный анализ этих кристаллов показал наличие новой линии, «которая, по-видимому, не принадлежит ни одному из известных элементов».

26 декабря 1898 г. появляется следующая статья супругов Кюри и Ж. Бемона: «Об одном новом, сильно радиоактивном веществе, содержащемся в смоляной руде». Авторы сообщили, что им удалось выделить из урановых отходов вещество, содержащее некоторый новый элемент, сообщающий ему свойство радиоактивности и очень близкий по своим химическим свойствам к барию. Новый элемент они предложили назвать радием. Активность выделенного хлорида радия в 900 раз превышала активность урана.

Открытием полония и радия начинается новый этап в истории радиоактивности. В конце января 1899 г. М. Склодовская-Кюри высказала предположение о сущности радиоактивного излучения, о его материальном характере. Она полагала, что радиоактивность может оказаться свойством, присущим лишь тяжелым элементам.

В том же году А. Дебьерн, проверяя гипотезу М. Кюри о наличии в урановой смолке других радиоактивных элементов кроме радия и полония, сделал очередное открытие: из смолки можно выделить высокордиоактивное вещество, отделяющееся при фракционировании с редкоземельными элементами и титаном. Химические свойства нового вещества отличались от свойств радия и полония, а его активность в 100 000 раз превышала активность урана. В 1900 г. А. Дебьерн

сообщил о выделении этого нового радиоактивного элемента, названного актинием.

Таким образом, к началу XX в. было известно пять радиоактивных веществ: уран, торий, полоний, радий, актиний. К сожалению, три последних элемента пока еще не удавалось выделить в чистом виде...

## 5.

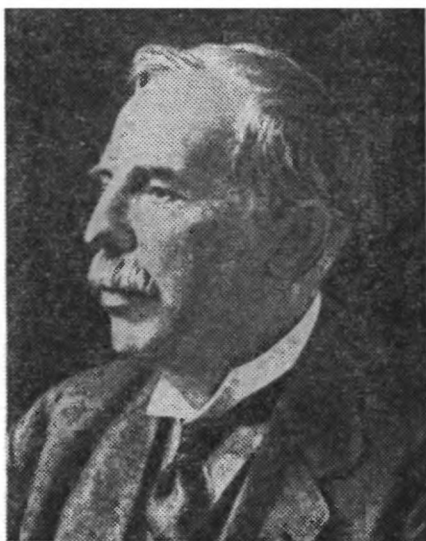
Мария и Пьер Кюри не были единственными учеными, изучавшими явление радиоактивности. А. Беккерель продолжал исследования урана в Париже. Г. Шмидт в Германии одновременно с М. Кюри обнаружил радиоактивность тория. В 1899 г. немецкие ученые С. Мейер, Э. Швейдлер и независимо от них Ф. Гизель продемонстрировали отклонение «лучей Беккереля» в магнитном поле. В Германии же Ю. Эльстер и Г. Гейтель в 1899 г. сообщили о первом наблюдаемом случае химической неотделимости радиоэлементов и подтвердили атомарный характер радиоактивности. В Англии новое явление стало центром внимания в лабораториях У. Крукса и У. Рамзая. Изучали радиоактивность и в других научных центрах Европы.

Э. Резерфорд и Дж. Дж. Томсон в 1897—1899 гг. в Кембридже продолжали исследовать ионизацию газов под действием рентгеновского излучения, но открытие Беккереля также не оставило их равнодушными. Тем более, что в эти годы Резерфорд с Томсоном разрабатывали теорию ионизации газов, которую оказалось возможным применить для точного измерения интенсивности излучения, а следовательно, и радиоактивности. Может быть, именно поэтому Резерфорд не устоял перед искушением заглянуть в химическую лабораторию? Возможно, склянки с оксидом урана, нитратом тория, сульфатом уранила и другими соединениями радиоактивных элементов еще годами стояли бы в лаборатории, не привлекая ничьего внимания... Однако теперь они переместились на рабочий стол Резерфорда. Невидимое излучение лишило покоя молодого ученого. Кто знает, может, он предчувствовал, что его блистательный путь в науке начнется как раз с этих обыкновенных по виду веществ, что с них начнется длинная вереница крупнейших открытий.

Так или иначе, но в 1898 г. Эрнест Резерфорд решил повторить попытки Беккереля исследовать проникающую способность новых лучей. Он сделал это как всегда изобретательно, воспользовавшись электрометром, который применяли и супруги Кюри.

Проводя очередной эксперимент, ученый покрыл одну из пластин конденсатора оксидом урана и соединил ее с полюсом батареи. Вторую пластину он соединил с квадрантом электрометра, а другую пару квадрантов подключил к заземленному

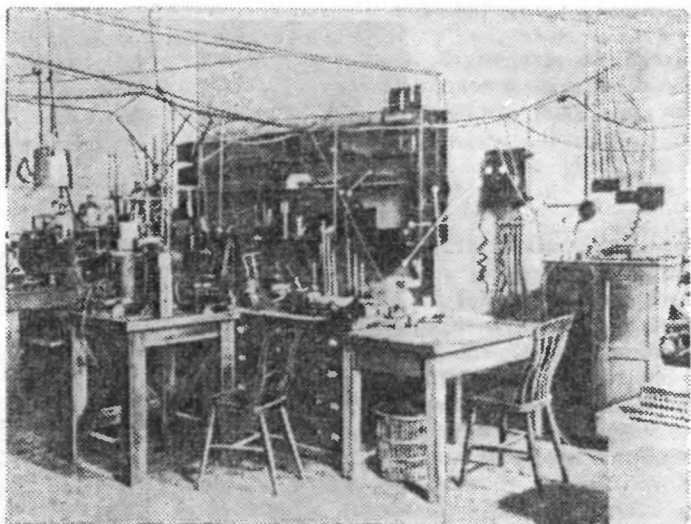




Э. Резерфорд

полюсу батареи. При этом стрелка электрометра резко отклонилась вправо, показав наличие тока между пластинами конденсатора, возникшего вследствие ионизации воздуха. Задачей Резерфорда было измерение скорости разряда, обусловленного ионизирующим действием урановых лучей. Для этого он решил поставить на пути урановых лучей непрозрачную перегородку, накрыв слой оксида урана тонкой алюминиевой фольгой. Толщина алюминиевого листика измерялась долями миллиметра. Тем не менее интенсивность излучения значительно уменьшилась. Стрелка электрометра дернулась влево и остановилась посредине шкалы. Получалось, что листок алюминия поглощает только часть лучей, а для другой части он не является преградой. Затем Резерфорд положил сверху второй алюминиевый листок — стрелка переместилась еще левее. Еще лист — еще левее... С увеличением толщины стопки алюминиевых листков стрелка электрометра постепенно отклонялась к своему исходному положению. Степень поглощения урановых лучей зависела, таким образом, от толщины металла.

Такой вывод уже сам по себе был впечатляющим, но экспериментатор не остановился на этом. Он заметил, что сначала стрелка резко возвращается влево — это наблюдалось, пока поглощающий слой состоял из одного — четырех алюминиевых листиков. Затем количество пластинок из алюминия увеличивалось до 10, 20, 30..., но стрелка оставалась почти на одном и том же месте. Выходит, что урановая радиация не такая уж простая. Она как будто состоит из



Рабочее место Э. Резерфорда в Кавендишской лаборатории

нескольких разнородных лучей. Часть лучей легко поглощается алюминиевой фольгой. Четырех листков достаточно, чтобы поглотить их полностью. Остальная же часть лучей обладает очень большой проникающей способностью: перегородка состоит из 50 пластинок, а сила радиации не уменьшается даже на четверть. Сотня алюминиевых пластинок едва поглощает половину излучения.

В ходе этих исследований Резерфорд узнал о работе Г. Шмидта, открывшего радиоактивность тория, но об аналогичном открытии М. Склодовской-Кюри он, по-видимому, не знал. Он тут же изучил излучение тория и обнаружил, что сильно поглощаемая металлом часть этого излучения обладает большей проникающей способностью, чем аналогичное излучение урана. Излучение тория также оказалось неоднородным по составу, в нем присутствовал компонент с большой проникающей способностью. Однако точного анализа ториевого излучения Резерфорд провести не успел.

Осенью 1898 г., того самого года, когда супруги Кюри открыли полоний и радий, Резерфорд переезжает за океан — в Канаду и становится профессором Мак-Гиллского университета в Монреале. «Заразившись» радиоактивностью в Кембридже, неутомимый Резерфорд продолжает эти исследования и в Монреале. Сразу же по приезде он отправляет в печать статью «Излучение урана и вызываемая им электропроводность». Статья вышла в «Философском журнале» в январе 1899 г. Это была его первая опубликованная работа по

радиоактивности. В ней Резерфорд подвел итоги своим кембриджским опытам. Он установил, что излучение урана не преломляется и не поляризуется, как считал Беккерель. Лучшим методом изучения радиоактивности он признал электрометрический метод, позволяющий проводить количественные измерения. Самым важным в статье было следующее:

«...опыты показывают, что излучение урана неоднородно по составу — в нем присутствуют по крайней мере два излучения различного типа. одно очень сильно поглощается, назовем его для удобства  $\alpha$ -излучением, а другое имеет большую проникающую способность, назовем его  $\beta$ -излучением».

С этого времени в науку входят понятия об альфа- и бета-излучениях.

В 1900 г. во Франции Поль Вийяр обнаружил новую составляющую излучения радия. Оказалось, что она не отклоняется в магнитное поле, а следовательно, по своей природе сходна с рентгеновскими лучами. В 1903 г. эта составляющая была названа гамма-излучением.

Прибыв в Канаду, молодой профессор Резерфорд был полон планами, надеждами, мечтами. Здесь, в Монреальском университете, он будет не только исследователем. Он должен стать руководителем научной школы, а для этого требовалось подобрать способных сотрудников, учеников, чтобы вместе разгадывать сокровенные тайны природы. В Монреале Резерфорд намеревался широко развернуть научную деятельность по радиоактивности. И для начала он предпринял изучение радиоактивности тория.

## 6.

В первую очередь Резерфорда интересовал состав ториевого излучения, а также сравнение его проникающей способности с таковой у урановых лучей. Первым его помощником в исследованиях стал профессор электротехники Монреальского университета Р. Оуэнс, который активно заинтересовался проблемами радиоактивности. Он измерял ториевую радиацию электрометром. Оба профессора работали с увлечением и часто засиживались в лаборатории до глубокой ночи.

Однако торий постоянно преподносил сюрпризы: интенсивность ториевой радиации менялась совершенно произвольно. Невозможно было установить какую бы то ни было зависимость излучения от измеряемых параметров. Оуэнс тщательно готовил эксперименты, повторял измерения многократно. Казалось, все было сделано, как и в предшествующем опыте, но стрелка электрометра останавливалась, где ей заблагорассудится: то чуть левее, то правее, то вообще замирала посреди шкалы...

— Нет. Дальше так продолжаться не может.— Оуэнс откинулся на стуле и, не отводя глаз от стрелки, зажег

трубку. Густые клыбы дыма потянулись по лаборатории. За первой трубкой последовала вторая... Прошло довольно много времени, но как ни старался профессор осмыслить происходящее, он не мог прийти к какому-либо разумному объяснению.

В этот момент в лабораторию вошел Резерфорд и нарушил спокойствие своим могучим голосом:

— Сейчас же потушите трубку, Оуэнс! Макдональд идет с проверкой!

Миллионер                      Макдональд — торговец                      табаком — субсидировал строительство университета в Монреале, давал средства на приобретение реактивов и сложной аппаратуры, выплачивал зарплату профессорам и всем сотрудникам. Табачный магнат ненавидел курильщиков, не переносил запаха табака и не разрешал курить в его присутствии. В личной жизни он был аскетом, но когда речь шла о научных исследованиях, миллионер не скупился и субсидировал их щедро.

Макдональд осмотрел лабораторию, обменялся двумя-тремя фразами с Оуэнсом и ушел. Оуэнс вернулся к электрометру. То, что он увидел, поразило его: стрелка показывала наличие очень слабой радиации. Казалось, свежий воздух унес в окно не только табачный дым, но и радиацию тория. Оуэнс решительно ничего не понимал. Некоторое время он просидел, будто в забытии, потом очнулся и решил поделиться наблюдением с Резерфордом. Он положил трубку в карман и уже встал, как вдруг у него мелькнула мысль: «А почему бы не измерить радиацию еще раз?»

Однако, когда он провел измерения, его ждал еще более странный сюрприз. Теперь стрелка электрометра фиксировала сильное излучение: радиация тория неожиданно увеличилась. Оуэнс почти бегом отправился к Резерфорду и единым духом выложил все.

— Поздравляю вас, дорогой друг,—раздраженно сказал Резерфорд,—Ваши наблюдения завели проблему в полный тупик!

Они замолчали, но продолжали размышлять. Резерфорд предположил, что воздух каким-то образом влияет на оксид тория, и решил провести измерения в другой газовой среде.

Быстро сконструировали аппаратуру, провели измерения, но результаты оставались необъяснимыми — другие газы тоже уносили радиацию. Опыты явно показывали, что газовые потоки способны переносить радиоактивные частицы вещества. Но это еще требовалось осмыслить.

Дни летели, а разгадка не находилась. Резерфорд не знал покоя. Он без усталости анализировал результаты многочисленных экспериментов. Незаметно наступило лето 1899 г. Здание Физического института опустело. Летняя жара разогнала

всех. Даже Оуэнс уехал в Англию. А Резерфорд продолжал работать и, бродя по темным коридорам, думал, думал... Он вновь и вновь оценивал наблюдения Оуэнса и свои. Что же было все-таки сделано?

Прежде всего они изучили излучение тория и его соединений и сравнили полученные результаты с данными относительно излучения урана. Излучение ториевых соединений также имеет сложный характер. Природа излучения не зависит от типа химического соединения тория, а только от содержания самого элемента. Следовательно, ториевое излучение также имеет атомную природу. Статью с этими выводами они опубликовали в Канаде. В то же время Оуэнс опубликовал в Англии работу «Радиация тория». В ней констатировался интересный факт: в отличие от урана и его соединений на радиоактивность ториевых препаратов сильно влияют потоки воздуха. Вероятно, воздушные потоки способны переносить частицы радиоактивного вещества.

Об этом и размышлял Резерфорд, покуривая свою трубку и наблюдая за причудливыми клубами табачного дыма. В летнюю пору Макдональд посещал институт крайне редко.

В конце концов Резерфорд пришел к выводу, что все соединения тория выделяют радиоактивный газ, который он называл эманацией. Резерфорд ликовал. Как же он до сих пор не догадался!? Атомы тория испускают газообразную эманацию, которая сильно радиоактивна и легко уносится струей воздуха или другого газа. Загадочные явления сразу нашли объяснение. Теперь было совершенно ясно, почему стрелка электрометра капризничала и прыгала по шкале.

Молодой профессор размашисто шагал по аллее. Теперь он размышлял о самой эманации: «Что это? Пары тория или еще какой-то газ?»

Снова проблемы, снова планы новых исследований. Разве можно себе позволить отдыхать, когда стоишь на пороге нового открытия, хотя лето и предназначено для отдыха!

## 7.

Продолжая эксперименты, Резерфорд заметил, что эманация легко проходит через бумагу, в которую завернут оксид тория. Придумав простой способ отделения эманации, он насыпал оксид тория в горизонтально лежащую стеклянную трубку и пропускал через нее воздух. Струя уносила эманацию к электрометру, о чем свидетельствовало резкое отклонение стрелки вправо. Но здесь Резерфорда ждала новая загадка. Как только поток воздуха прекрывался и между пластинами оставалось некоторое количество эманации, стрелка электрометра постепенно возвращалась в исходное положение. Казалось, что эманация исчезала. Всего за одну

минуту ее активность уменьшалась наполовину, через две минуты оставалась только четверть начальной активности, а минут двадцать спустя следа в радиоактивности невозможно было даже обнаружить. Куда девалась эманация? Почему уменьшалась ее активность? Исследования становились все более разнообразными, но и проблемы значительно усложнились.

К началу осени студенты и преподаватели стали возвращаться в Монреаль после каникул. Резерфорд в это время сделал очередное открытие — трубки, через которые он пропускал воздух с эманацией, а также ампулы, в которых он пытался накопить ее, тоже стали радиоактивными. Стало быть, эманация обладает способностью переносить радиоактивность на другие тела! Резерфорд сразу решил проверить эту догадку. Он взял маленькую платиновую проволочку и внес ее в склянку с оксидом тория, воздух над которым был насыщен эманацией. Через некоторое время он осторожно поместил платиновую проволочку между пластинами электрометра. Как и следовало ожидать, стрелка отклонилась вправо. Итак, возбужденная радиоактивность! Эманация передает свою активность окружающим предметам!

Резерфорд несколько раз измерял активность платиновой проволоочки — никаких изменений. Стало быть, возбужденная радиоактивность была постоянной? Но, измеряя ее в течение дня, исследователь установил: она все же уменьшается, хоть и весьма медленно. Должно было пройти 11 часов, чтобы активность платиновой проволоочки снизилась вдвое, а еще через 11 часов от первоначальной активности оставалась лишь четвертая часть. Спад активности со временем соответствовал экспоненциальному закону, широко известному в математике и описывающему течение многих химических и физических процессов.

В конце 1899 г. во Франции вышла очередная статья П. и М. Кюри. В ней сообщалось об экспериментально установленной способности радия и полония сообщать радиоактивность неактивным веществам. Это явление авторы назвали наведенной активностью и поставили вопрос: не является ли радиоактивность, представляющаяся самопроизвольной, на самом деле для некоторых веществ наведенной? В это время супруги Кюри еще не получили эманации радия, она была открыта Э. Дорном в Германии в 1900 г.

Теперь Резерфорд направил внимание главным образом на возбужденную радиоактивность. Он полагал, что это — пыль, которая прилипает к предметам. Однако смыть ее водой не удалось: неизвестное вещество прочно держалось на поверхности. «Все-таки должна же эта пыль в чем-то раствориться! Может быть, попробовать кислоту?» Резерфорд внес платиновую проволочку в атмосферу, насыщенную эманацией, измерил ее радиоактивность и затем окунул в раствор соляной

кислоты. Через несколько минут он ополоснул проволочку водой и снова измерил ее активность. Электрометр не реагировал. Радиоактивное вещество растворилось, теперь должна стать радиоактивной кислота. Резерфорд поставил стакан с раствором на песчаную баню. Скоро кислота испарилась. На песке стоял сухой, совершенно пустой стакан.

Если таинственное вещество, вызывающее возбужденную радиоактивность, растворилось в кислоте, то дно стакана должно быть радиоактивным. Резерфорд поместил стакан между пластинами конденсатора. Стрелка электрометра передвинулась вправо. Значит, соляная кислота растворила радиоактивное вещество и теперь оно на дне стакана. Разгадать загадку способен был только опытный химик. Резерфорд решил, что это будет молодой профессор У. Уолкер, его друг.

Однако Резерфорд ошибся. Видимо, либо исследование показалось Уолкеру недостаточно интересным, либо он не хотел заниматься проблемой, в решении которой ему пришлось бы играть вторую скрипку. Пройдут годы, и о второстепенных ролях, но рядом с Резерфордом, будут мечтать очень многие. Так или иначе, на предложение Уолкер ответил отказом. Самому Резерфорду химические опыты, мягко говоря, не доставляли удовольствия, к тому же он не обладал необходимой подготовкой.

Отказ Уолкера огорчил Резерфорда и значительно затянул исследования. Должно было пройти около двух лет, пока, наконец, в сентябре 1901 г. не нашелся нужный сотрудник. Им стал Фредерик Содди.

## 8.

Весна последнего года девятнадцатого столетия подходила к концу. Резерфорд опубликовал две статьи об эманации тория и возбужденной радиоактивности. Свой летний отпуск он взял еще в апреле и на борту трансатлантического лайнера «Гонолулу» отправился на родину. Прошло пять лет с той поры, когда он покинул родительский дом, разлучился с любимой Мэри. Было решено, что они поженятся и после свадебного путешествия возвратятся в Монреаль.

Той же весной в Монреаль приехал Фредерик Содди. Он только что окончил Мертон-колледж Оксфордского университета и отправился в Канаду в поисках подходящей работы. В Торонто кандидат на место был уже найден, а в Монреале имелась лишь вакансия демонстратора на химическом факультете. Оксфордский лоск молодого ученого произвел впечатление на старого профессора Харрингтона и тот сразу предложил ему работу. Так Содди остался в Монреале, а летом он подружился с Оуэнсом и Мак-Брайдом — сотрудниками Резерфорда. Летние каникулы они провели вместе в гористых



Ф. Содди

окрестностях Монреаля, на берегу живописной реки Святого Лаврентия.

Оуэнс и Мак-Брайд много говорили о своем шефе, поэтому Содди с нетерпением ожидал знакомства с ним. Оно состоялось только зимой 1900 г., когда Резерфорд вернулся из Новой Зеландии. Эта встреча стала знаменательным событием для истории физики. Резерфорд рассказал Содди о своем открытии, о том, что ему удалось выделить эманацию тория, названную позднее тороном, об интересном явлении возбужденной радиоактивности. А затем предложил ему объединить усилия для совместного химического и физического изучения соединений тория.

Обещав подумать, Содди любезно попрощался. Он дал согласие только осенью следующего, 1901 г. Первый год XX в. положил начало знаменитому сотрудничеству физика из Новой Зеландии и химика из Англии в лаборатории Монреальского университета в Канаде, сотрудничеству, которое породило теорию радиоактивного распада.

Нельзя сказать, что для хорошо подготовленного химика-аналитика, каким был Содди, резерфордовские проблемы были сверхтяжелыми. Трудности заключались в понимании радиоактивности. Истинное ее понимание пришло позже, а пока перед Содди стояла четкая задача: выяснить, порождается ли эманация самим торием или каким-либо другим сопутствующим веществом. Начинать надо было с изучения химических свойств тория, совершенствования способов его избирательного осаждения из растворов, т. е. отделения от



примесей. Не сбрасывалась со счетов и возможность того, что некоторые из этих примесей также могли быть радиоактивными.

Исследования продвигались быстро. Резерфорд старался вникать буквально во все и часто вмешивался в действия Содди. Это обычно раздражало молодого англичанина, и тот не упускал случая, чтобы отпустить колкость в адрес Резерфорда. К счастью, это не приводило к конфликтам и не сказывалось на работе.

Содди готовил растворы сульфата тория и при постоянном перемешивании осторожно добавлял к ним раствор карбоната аммония; получающийся густой студенистый осадок он отфильтровывал, промывал водой и высушивал. Осадок представлял собой достаточно чистый основной карбонат тория. Прокаливанием Содди превращал его в оксид тория. Оставалось измерить радиоактивность. Однако, когда провели измерения, Резерфорд не поверил своим глазам: стрелка электрометра оставалась неподвижной. Выходило так, что оксид тория нерадиоактивен! Следовательно, причины в другом веществе. В каком? Содди как будто не ответил на самый главный вопрос. Все остальные вещества оставались в растворе, поэтому необходимо было проверить, не выделяется ли эманация из раствора. Резерфорд включил электрометр. Раствор в самом деле выделял эманацию, но он содержал и другое неизвестное вещество, которое обладало аномально сильной радиоактивностью. Содди сумел осадить это вещество, добавив к раствору хлорид бария. Осадок сульфата бария, в котором содержалось неизвестное вещество, ионизировал воздух, испускал альфа-лучи и выделял эманацию.

Количество записей в лабораторных журналах увеличивалось, но источник эманации все еще не был найден. Слишком сложными и неоднозначными представляли проблемы радиоактивности перед исследователями. Содди знал о статье У. Крукса, опубликованной в 1900 г. в Англии, в которой сообщалось о выделении из урана химическим методом очень активного вещества, названного ураном-икс. Оставшийся уран не засвечивал фотопластинку. Поэтому Крукс предположил, что активность урана обусловлена не самим элементом, а некоторыми микропримесями, которые можно отделить от урана соответствующими химическими манипуляциями. Следовательно, чистый уран нерадиоактивен? В том же году Беккерель во Франции показал: если ввести хлорид бария в раствор урановой соли и затем осадить барий серной кислотой, то полученный сульфат бария приобретает высокую активность и засвечивает фотопластинку. Оставшийся уран почти неактивен. Тем самым Беккерель независимо от Крукса открыл уран-икс. Практически то же самое наблюдал Содди и для тория. К тому же в конце 1901 г. Беккерель обнаружил с помощью фотометода, что «неактивный» уран через год

полностью восстановил свою активность, в то время как активированный барий совершенно потерял активность. Содди поставил подобный опыт с торием.

Наконец, в сентябре 1902 г. Резерфорд и Содди выступили со своей первой совместной статьей «Причина и природа радиоактивности». Ученые доказали, что между торием и эманацией тория существует промежуточный продукт — торий-икс. Этот активный продукт был выделен химическими способами из гидроксида тория. Он обладал специфическими химическими свойствами и активностью, по крайней мере в 1000 раз большей активности вещества, из которого был выделен. Скорость распада и накопления тория-икс в ториевых препаратах оказалась одинаковой, т. е. между этими процессами существовало динамическое равновесие. Ученые писали:

«Нормальная или постоянная радиоактивность тория есть равновесное состояние, при котором скорость роста радиоактивности, обусловленная образованием нового радиоактивного вещества, уравновешивается скоростью уменьшения радиоактивности уже образовавшегося вещества».

Но главный вывод состоял в том, что в целом радиоактивность можно рассматривать как проявление внутриатомного химического превращения и, следовательно, использовать также для наблюдения за химическими превращениями, происходящими в веществе. Резерфорд и Содди выражали надежду, что радиоактивность «даст средства информации о процессах, происходящих внутри химического атома».

В ноябрьском номере «Философского журнала» за 1902 г. появилась вторая статья Резерфорда и Содди под тем же названием, что и первая. Описав эксперимент по измерению эманационной способности, ученые констатировали:

«Было приведено достаточно данных, чтобы ясно показать, что как в радиоактивности тория, так и радия проявляются сложнейшие превращения, каждое из которых сопровождается непрерывным образованием особого вида активного вещества».

Следовал важный вывод: эманация сопровождает превращение, причем в любой момент времени ее количество пропорционально скорости превращения. Тем самым торий превращается в активный осадок через несколько последовательных стадий: торий — в торий-икс, торий-икс — в эманацию тория, а эманация тория — в активный осадок. Последним продуктом распада, вероятно, должен быть стабильный элемент.

Резерфорд и Содди показали: эманация тория — это инертный газ. Никакие самые сильные химические реагенты не могут вступать с ней в реакции. Нельзя ли связать с радиоактивностью присутствие в радиоактивных минералах

другого инертного газа—гелия и его неизменную связь с ураном и торием?

Казалось, достаточно нескольких дней для раскрытия секрета загадочного явления. Но природа ревниво бережет свои тайны. Пройдет еще полгода, пока, наконец, родится теория радиоактивного распада. Тем не менее в 1902 г. стало ясно, что в атомах химических элементов содержится очень большая энергия, выделение которой сопровождается взаимопревращениями атомов. П. Кюри и А. Лаборд во Франции обнаружили, что температура соли радия всегда в среднем на полтора градуса выше, чем окружающих предметов: «1 грамм радия выделяет количество тепла порядка 100 малых калорий за 1 час». Отсюда был сделан вывод:

«...непрерывное выделение такого количества тепла не может быть объяснено обычным химическим превращением. Если искать причину образования тепла в каких-то внутренних превращениях, то эти превращения должны быть более сложной природы и должны быть вызваны какими-то изменениями самого атома радия».

Таким образом, как показали ученые во Франции и Канаде к концу 1902 г., непрерывное излучение энергии радиоактивными веществами обусловлено превращениями внутри самих атомов. Но ведь в земной коре соединения урана и тория, например, образовались миллионы лет назад. К настоящему времени они выделили тысячи, миллионы калорий энергии и продолжают излучать. Каков механизм образования этой энергии?

В апреле и мае 1903 г. появились новые работы Резерфорда и Содди «Сравнительное изучение радиоактивности радия и тория» и «Радиоактивное превращение». Ученые попытались выделить продукт, промежуточный между радием и эманацией радия, который соответствовал бы торию-икс в ряду превращений тория. Но обнаружить этот продукт им не удалось. Тем не менее это был первый случай использования «гипотезы о возможном сходстве радиоактивных рядов» для обнаружения новых радиоэлементов. Теперь ученые уже со всей определенностью могли утверждать, что все изучавшиеся случаи радиоактивного превращения сводятся к образованию одного вещества из другого, если не учитывать испускаемые лучи. А когда происходят несколько превращений, то они обязательно следуют друг за другом. Подчеркнув материальный характер продуктов радиоактивного превращения и дав им общее название «метаболоны», чтобы оттенить их свойство неустойчивости, Резерфорд и Содди построили первые цепочки распада—радиевую, урановую и ториевую.

Наконец, в этих работах Резерфорд и Содди формулируют закон радиоактивного превращения:

«Во всех случаях, когда отделяли один из радиоактивных продуктов и измеряли его активность независимо от активности

вещества, из которого он образовался, было обнаружено, что активность при всех исследованиях уменьшается со временем по закону геометрической прогрессии».

Значит, скорость превращения все время пропорциональна количеству «систем, еще не подвергшихся превращению». Иными словами, относительное количество радиоактивного вещества, превращающегося в единицу времени, являлось постоянной величиной. Эту постоянную Резерфорд и Содди называли радиоактивной постоянной. Теперь ее называют постоянной распада.

Как близко подошли к открытию этого закона Уильям Крукс, Анри Беккерель, Мария и Пьер Кюри... Но интуиция и исследовательский дар Эрнеста Резерфорда, экспериментаторский талант Фредерика Содди сделали то, чего не смогли сделать другие. За капризным поведением стрелки электрометра, за исчезающей и вновь появляющейся активностью осадка и растворов солей радиоактивных элементов они увидели важный закон природы — закон радиоактивного распада.

На основании своего открытия Резерфорд и Содди предположили существование новых радиоактивных элементов, которые могут быть опознаны по их радиоактивности, даже если они содержатся в ничтожно малых количествах. Это предвидение впоследствии блестяще подтвердилось, а методы радиохимии, созданные супругами Кюри, Резерфордом и Содди, стали мощным орудием в открытии новых элементов.

Однако в первые годы XX в. не только природа продуктов радиоактивного распада была предметом внимания Резерфорда. Важным направлением его исследований стало выяснение природы альфа-частиц. После открытия их Резерфордом этот легко поглощаемый веществом компонент излучения не привлекал особого внимания физиков, которые были заняты изучением быстрых бета-лучей, обладающих в сто раз большей проникающей способностью, нежели альфа-частицы. Тот факт, что Резерфорд предугадал важность альфа-частиц для объяснения радиоактивных процессов и многие годы посвятил их изучению, является одним из убедительных проявлений гениальности великого ученого и одним из главных факторов, определивших выдающийся успех его научной деятельности.

В 1900 г. Роберт Элей (Стретт) в Англии выдвинул гипотезу, не подтвержденную в то время никаким опытным доказательством: альфа-частицы несут положительный заряд и обладают сравнительно большой массой. Удивительного тут ничего не было, поскольку всего лишь три года назад в Кембридже Дж. Дж. Томсон показал, что катодные лучи являются потоком отрицательно заряженных частиц — электронов. Резерфорд тогда принимал участие в экспериментах, присутствовал на дискуссиях. Кто, как не он, знал,

сколько трудностей пришлось преодолеть, чтобы прийти к такому, столь необычному по тем временам заключению.

Подводя итоги исследованиям радиоактивности, Резерфорд вернулся к проблеме альфа-лучей. Для установления их природы требовалось сильное электромагнитное поле, способное отклонить частицы от прямолинейного движения. Надо было измерить кривизну их траектории, величину отклонения и вычислить отношение заряда к массе.

Аппаратуру сконструировал инженер-электрик А. Грайер, он же проводил измерения. Большую помощь оказал профессор Оуэнс — первый монреальский сотрудник Резерфорда. Использовали самую большую динамошину Эдисона, надеясь, что ее мощности в 30 кВт будет достаточно для создания необходимого электромагнитного поля. И, действительно, ожидания оправдались. Наконец, альфа-лучи отклонились, причем в противоположную бета-лучам сторону.

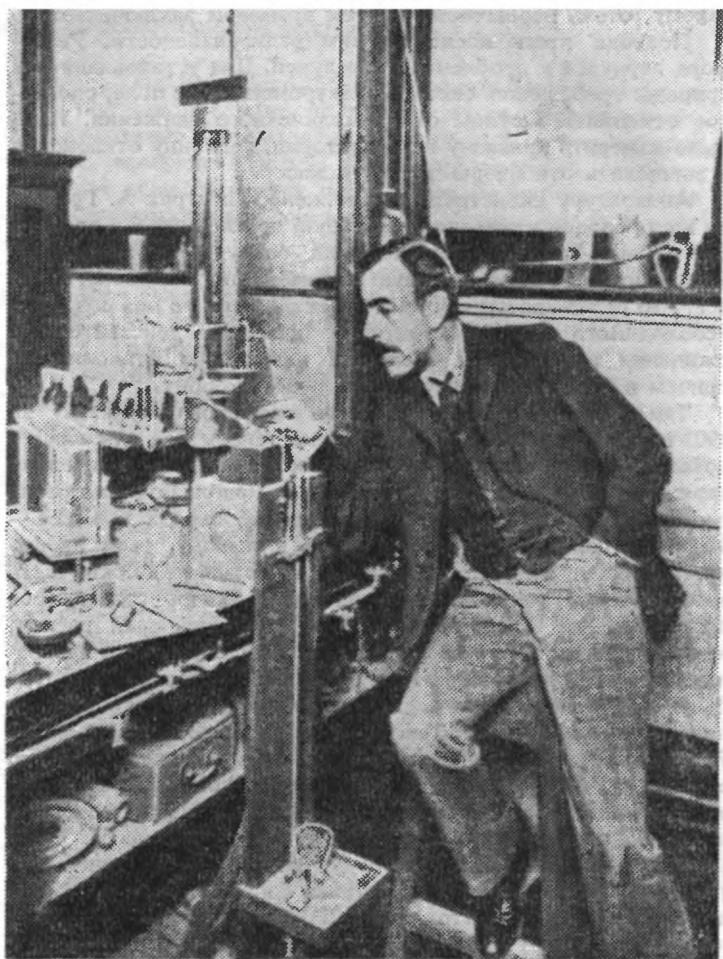
Так в одном из номеров «Философского журнала» за 1903 г. появилась статья Резерфорда, теперь уже однозначно доказывающая, что альфа-лучи состоят из положительно заряженных частиц, скорость которых приблизительно равна половине скорости света\*, а отношение заряда к массе — 6000. Несложные расчеты привели к выводу: если альфа-частица несет элементарный заряд, то ее масса должна быть вдвое больше массы атома водорода. Теперь становилось понятным, что представляет собой радиоактивный распад: например, атом тория излучает одну альфа-частицу и превращается в атом другого элемента с меньшей массой! Открытие было гениальным — как будто подтвердилась идея трансмутации химических элементов. Однако и после 1903 г., когда Резерфорд дал объяснение радиоактивному распаду, прошло еще много лет, прежде чем ученые накопили достаточно экспериментального материала, преодолели инерцию мышления и поняли сущность этого таинственного процесса.

Пройдет много времени, будут поставлены тысячи опытов, вспыхнут и погаснут острые споры, десятки старых взглядов уступят место новым... «Верующих» и «неверующих» объединит одно — огромный интерес к радиоактивности. Но дискуссий будет достаточно, их участниками станут лорд Кельвин и Генри Армстронг, Дж. У. Стретт (Рэлей-старший) и Б. Болтвуд, У. Рамзай и многие другие. Разрешение всех этих противоречий приведет, наконец, к единому мнению, которое возведет Эрнста Резерфорда в ранг величайших представителей новой физики.

В эти годы поисков, блужданий в неизвестности, нащупываний правильных путей контакт между учеными был крайне необходим. Резерфорд часто пересекал Атлантику, чтобы

---

\* Последующие уточнения уменьшили скорость альфа-частицы примерно до одной десятой скорости света.



У. Рамзай в лаборатории

встретиться со своими коллегами в Европе. Не менее часто европейские ученые появлялись в Канаде, в Монреале — центре исследований по радиоактивности.

В Европе Резерфорд встретился с Марией и Пьером Кюри. Ему показали зеленоватую флуоресценцию, которая порождается радиоактивным излучением. Это произошло в доме Поля Ланжевена, с которым Резерфорд был знаком еще со времен Кембриджа. Первооткрыватели радия и полония — супруги Кюри и создатель теории радиоактивного распада

Резерфорд долго беседовали, делились результатами и идеями.

В 1903 г. Резерфорд высказал предположение, что альфа-частицы являются ионами гелия. Рамзай и Содди доказали спектральным путем, что в сосуде, в котором находился препарат бромида радия, количество гелия непрерывно возрастает, т. е. одним из продуктов распада радия является гелий. Но мог ли Резерфорд быть абсолютно уверенным, что при всех радиоактивных распадах — и урана, и тория, и урана-икс — излучаются альфа-частицы? Имел ли он право принять, что во всех этих случаях альфа-частицы идентичны ионам гелия? Разумеется, нет. Каждое утверждение требовалось обосновать фактами. Следовательно, предстояло подробно изучить свойства альфа-лучей. Однако в начале 1903 г. судьба разлучила Резерфорда с Содди. Снова возникла нужда в опытным химике. Вскоре такой химик нашелся. Им стал Отто Ган.

## 9.

Осенью 1905 г. Резерфорд возвратился из Новой Зеландии, где проводил летние каникулы вместе с женой и дочерью. Возвращались и сотрудники, лаборатории оживились.

Однажды ранним утром в кабинет Резерфорда вошел двадцатилетний немец по фамилии Ган и вручил ему свои документы. Резерфорд принялся их рассматривать: дипломы Марбургского и Мюнхенского университетов с отличными отметками, докторская диссертация по органической химии, оцененная «сумма кум лауде»\*... Резерфорд удовлетворенно улыбнулся. Именно такой сотрудник ему и нужен.

Ган объяснил свое желание работать у Резерфорда тем, что его привлекает исследование радиоактивного распада элементов. Эту проблему он подробно изучал по публикациям Резерфорда и Содди. Но кроме того, Ган выполнял и самостоятельные работы в лаборатории Рамзая.

Там проводились эксперименты с торием. Оказалось, что при последовательном превращении тория в торий-икс, эманацию и т. д. есть еще промежуточная ступень: радиоторий, который в свою очередь превращается в торий-икс. Радиоторий был найден в 1905 г. О. Ганом в цейлонском минерале торинаните (несколько сот килограммов минерала были переработаны с целью извлечения радия). Торинанит состоит преимущественно из оксида тория, но содержит также оксид урана, а следовательно, и радий. При дробной кристаллизации хлоридов бария и радия, полученного из этой руды, обиау-

---

\* «С высшей похвалой» (лат.).

жили интересный факт: если радий концентрировался в наименее растворимых фракциях, то в наиболее растворимых фракциях концентрировалось другое радиоактивное вещество. Это вещество имело значительно более сильные радиоактивные свойства, чем торий. В частности, оно обильно выделяло радиоактивный газ, который Ган назвал тороном или эманацией тория. Новый элемент, выделяющий торон, получил название радиотория. Радиоторий—изотоп тория с атомным номером 90. Его период полураспада составляет около двух лет, он испускает альфа-лучи. Оказалось, что радиоторий сначала превращается в радиоэлемент с малой продолжительностью жизни—торий-икс, изотоп радия. Но это установили уже Резерфорд и Содди...

Ган вручил Резерфорду рекомендательное письмо от Рамзая. Резерфорд подумал: возможно, молодой немец станет достойной заменой Содди. Это следовало проверить, и Резерфорд поставил Гану первую задачу—выделить из ториевых препаратов радиоторий, основательно его изучить, прежде всего обратить внимание на альфа-лучи, которые он испускает при дальнейшем распаде.

Существенное значение для совершенствования теории радиоактивности имеет изучение альфа-лучей, испускаемых разными источниками. Нужно будет выделять все элементы, которые образуются при радиоактивном распаде, и изучать свойства альфа-лучей, которые испускает каждый из них. Разумеется, первостепенное значение имеет определение отношения заряда получаемых частиц к их массе, так объяснял Резерфорд Гану цель его работы.

Ган оказался настоящим мастером своего дела, он выполнял все химические анализы блестяще. Однако понадобилось целых два года напряженных исследований, чтобы с уверенностью сказать: все радиоактивные препараты испускают альфа-лучи одного и того же вида. Они различаются по энергии, но масса и заряд  $\alpha$ -частиц одинаковы. Все они, возможно, являются ионами гелия.

Появилась первая возможность создать полное «древо» распада урана и тория. Чтобы картина была завершенной, необходимо было окончательно выяснить природу  $\alpha$ -частиц. Но это Резерфорд сделает позже, когда возвратится в Англию. Там, в Манчестере, он возвестит миру и о другом своем выдающемся открытии—атомном ядре...

Весной 1907 г. Резерфорд покинул Монреаль. Он прощался с друзьями, сотрудниками, с университетом. Он был спокоен, так как здесь оставались его «мальчики». Они продолжают исследования. Резерфорд в последний раз пожал руку Макдональда. Ему было неловко, он чувствовал себя виноватым перед этим чудачком, щедрым для науки. Старик-меченат тоже чувствовал себя неловко. Они смотрели друг на друга и молчали. Резерфорд совал руку то в один, то в другой



карман и в смущении бессознательно вытащил трубку, но тут же понял свою оплошность. Держать трубку перед Макдональдом — это же непростительное нахальство! Тем более при прощании. Но табачный магнат легонько коснулся его локтя и тихо сказал:

— Курите, курите... Вам все разрешается.

Сожаления Макдональда об отъезде Резерфорда в Англию были искренни, он понимал, что Монреальский университет, да и вся Канада теряют одного из самых крупных ученых...

Резерфорд прибыл в Манчестер вместе с Мэри и Эйлин в конце мая 1907 г. Манчестер встретил их неприветливо: мрачные улицы, серое, окуренное фабричными трубами облачное небо. И все-таки они быстро полюбили этот город. Сотрудники вышедшего на пенсию профессора Шустера отнеслись к Резерфорду тепло и радушно. Все в Манчестерском университете ясно сознавали, что к ним пришел самый галантливый физик мира. Может быть, втайне каждый надеялся, что под руководством Резерфорда сделает великое открытие, со временем найдет и свое имя среди имен знаменитых предшественников, работавших в университете. Что поделаешь, каждый исследователь мечтает о великом открытии.

У Резерфорда были свои надежды: возглавить хороший научный коллектив, поэтому он тщательно готовил планы будущих исследований. Его первой задачей было приобретение необходимых количеств радиоактивных веществ. Оказалось, что в университете имеется всего около 20 мг бромида радия. Этого было совершенно недостаточно для реализации планов. Он обратился за помощью к Венской Академии наук.

Просьба Резерфорда вскоре была удовлетворена, и в начале 1908 г. он безвозмездно получил 400 мг бромида радия. Теперь Манчестерский университет располагал значительным количеством вещества — источника альфа-лучей, и исследования начались полным ходом.

Одной из проблем, которая продолжала волновать Резерфорда, был заряд альфа-частиц. Ученый не сомневался, что они являются ионами гелия, но это надо было еще доказать. Задача досталась двадцатипятилетнему Гансу Гейгеру, который в течение года работал ассистентом профессора Шустера. Уравновешенность характера и аккуратность молодого исследователя нравились шефу, и однажды тот пригласил Гейгера к себе в кабинет. Основная идея Резерфорда была такова. Необходимо устройство, с помощью которого можно было бы считать альфа-частицы в течение длительного времени. Тогда удалось бы определить и заряд этих частиц, поскольку легко установить, какое количество электричества переносится заряженными частицами.

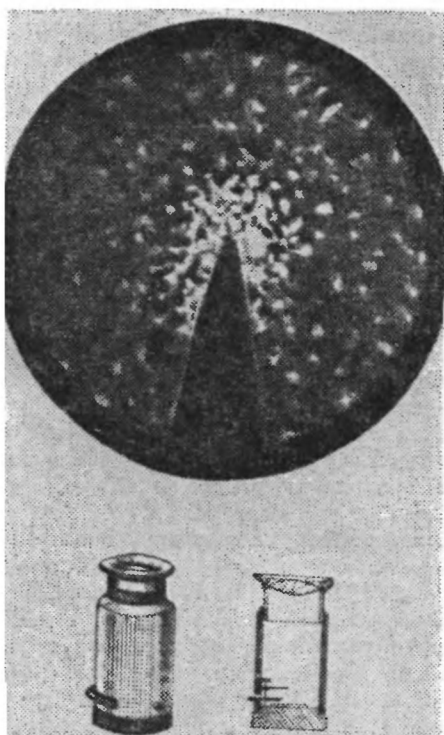


Г. Гейгер

Для создания подобного счетного устройства можно использовать то обстоятельство, что альфа-частицы, проходя через газ, сильно ионизируют его.

Гейгер оправдал надежды Резерфорда: задача была решена. Принцип действия счетчика был прост. Сконструированное Гейгером устройство представляло собой бронзовый цилиндр, закрытый с торца тонкой пластинкой слюды. По оси цилиндра располагалась проволока. Между проволокой и внутренней поверхностью цилиндра создавалось напряжение до 1000 вольт. Попадая через слюдяную пластину в цилиндр, альфа-частица ионизировала газ, который становился проводящим, и между проволокой и стенкой цилиндра проскакивала искра. Специальное устройство регистрировало эту искру. Оставалось только считать.

Но измерения оказались не столь просты, как может показаться на первый взгляд. Гейгер подсчитывал альфа-частицы, испускаемые бромидом радия, и измерял количество электричества. Потом надо было только разделить полученные числа одно на другое, чтобы найти величину заряда одной частицы. Многих усилий, многих часов однообразных и многократных измерений стоил результат, который выражался только одной фразой — заряд альфа-частицы вдвое больше заряда электрона. Это позволяло однозначно утверждать, что альфа-частицы являются положительно заряженными ионами гелия. Нашло объяснение и образование гелия в радиоактивных препаратах урана и радия. Статья Резерфорда и Гейгера вышла в начале 1908 г.

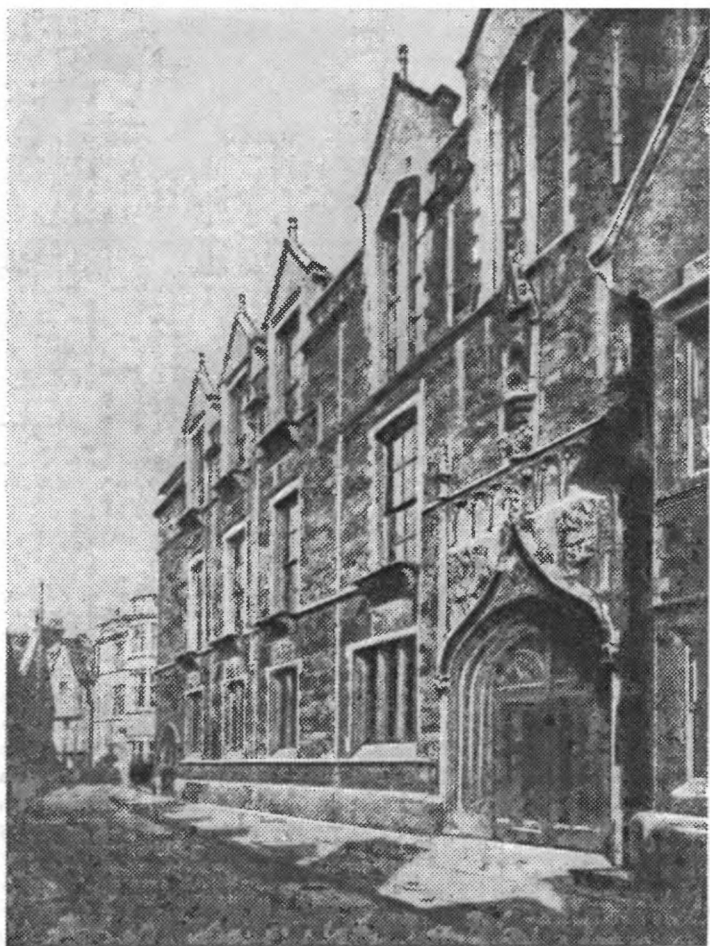


Спинтарископ У. Крукса

В это же время пришло письмо от Гана, который сообщал своему бывшему шефу, что Э. Регенер успешно использовал сцинтилляцию при изучении радиоактивных процессов. Резерфорд сразу нашел статью немецкого физика и пригласил Гейгера. Регенер предлагал устройство, с помощью которого можно считать альфа-частицы. Но главное было не в этом. Регенер уже нашел полное число альфа-частиц, испускаемых полонием в течение одной секунды.

Резерфорд предложил Гейгеру использовать сцинтилляцию для подсчета альфа-частиц. Это довольно просто было сделать в спинтарископе, который изобрел Крукс еще в 1903 г. Таким образом, теперь они могли считать частицы двумя методами. И если значения совпадут, Гейгер станет автором метода, который позволит зарегистрировать даже одну-единственную альфа-частицу: он сконструирует счетчик (впоследствии этот счетчик был назван его именем). Но им следовало решительно поторопиться с исследованиями на эту тему, так как появились конкуренты.

Едва уловимую вспышку, вызываемую каждой частицей на темном экране, можно было заметить только в полной



Кавендишская лаборатория

темноте. Пришлось работать ночью. В непроглядной лабораторной тьме зеленоватые вспышки мелких звездочек по темному экрану были неплохо видны. У Резерфорда часто не хватало терпения ждать результатов, и он оставался в лаборатории вместе с Гейгером. Иногда Резерфорд склонялся над окуляром и начинал сам считать сцинтилляции. Но через одну-две минуты ночная тишина лаборатории нарушалась его громким голосом:

— Это не для меня. Тяжкая работа...

А Гейгер мог часами считать едва уловимые вспышки и записывать результаты с неослабевающим терпением. Не зная устали, он с большой точностью ставил на пути альфа-частиц от радиевого источника то экран спинтарископа, то слюдяное окошко своего счетчика.

Результаты оказались превосходными. Число частиц, измеренное двумя методами, совпадало. Кроме прочего это еще означало, что каждая частица непременно вызывает сцинтилляцию при ударе об экран. Она ударяется об экран, вызывает вспышку и... исчезает? Куда же девается альфа-частица? Резерфорд уверенно предполагал, что каждая альфа-частица становится нейтральным атомом гелия. Но как это доказать? Пять лет назад Содди и Рамзай установили, что количество гелия в радиоактивных препаратах увеличивается. Однако такой вывод еще не доказывал, что гелий возникает из альфа-частиц. Требовалось неоспоримое прямое доказательство, и Резерфорд знал, как получить его, но для этого были нужны специальные приборы. В его же лабораториях не было не только таких приборов, но и сотрудников, которые их могли изготовить.

Однажды Резерфорд делал традиционный утренний обход, чтобы лично осведомиться, как идут исследования. В лаборатории Гейгера работал молодой магистр наук Т. Ройдс\*, который в общих чертах был знаком с идеей Резерфорда. Шефу нужен был сосуд с настолько тонкими стенками, чтобы через них могли беспрепятственно проходить альфа-частицы. Этот сосуд предполагалось заполнить эманацией и поместить в стеклянную трубу, из которой выкачан воздух. Ройдс работал с насосом, который мог создавать необходимый вакуум. Когда Резерфорд вошел в лабораторию, где работал Ройдс, тот только что записал показание манометра. Резерфорд, вынув изо рта трубку, наклонился над шкалой манометра. Волнуясь, Ройдс сказал ему:

— Вчера наш Отто Баумбах во всеуслышанье заявил, что сможет сделать стеклянную трубку, толщина стенок которой будет такой, какая нам необходима.

Резерфорд посоветовал, не задерживаясь, начать подготовку эксперимента, чтобы спектральным путем доказать природу альфа-частиц.

Ройдс ясно представил, как в окуляре спектроскопа засветятся яркие линии спектра гелия. Он работал с воодушевлением, выполняя каждую операцию с завидной ловкостью и умением. Такими же качествами обладал и стеклодув Баумбах. Все было сделано с предельной тщательностью. Наполнили стеклянный шар эманацией. Его стенки были

---

\* Ройдс тоже был родом из Новой Зеландии и приехал на специализацию в Англию по той же стипендии, которая ранее привела в Кембридж Резерфорда.

настолько тонки, что Ройдс боялся даже дышать на них. Насос создавал нужный вакуум, катушка давала необходимое высокое напряжение, но поле спектро스코па оставалось темным.

Прошло несколько часов. Эманация уже превратилась в радиоактивную пыль, прилипшую к стенкам стеклянной ампулы и продолжавшую испускать альфа-лучи, которым давно пора было «остыть» в стеклянной трубе и превратиться в гелий. В окуляре должны были появиться характерные полосы, но экран оставался темным. Сотрудники волновались. Они прекрасно понимали, насколько важным является доказательство того, что альфа-частицы—это ионы гелия. Каждый находил повод, чтобы войти в лабораторию и повертеться около спектроскопа. Здесь, у стола с оптическими приборами, работал самый молодой сотрудник лаборатории Эрнст Марсден. Ему еще не было и двадцати лет.

— Извините, Марсден, не могли бы вы уступить мне на полчаса кварцевую призму?

— Да, но не дольше, так как в этом случае вы должны получить разрешение у шефа.

Пока Марсден вытаскивал коробочку с призмой, пришедший поспешно смотрел в окуляр спектроскопа с надеждой увидеть хотя бы одну полосу спектра гелия. Но поле оставалось темным.

— Спасибо. Через несколько минут принесу ее обратно.

Минут через пятнадцать приходил уже другой сотрудник и возвращал призму. Он тоже выбирал удобный момент, чтобы заглянуть в окуляр спектроскопа.

Ожидание накаляло обстановку. Все знали, что необходимо время: должно накопиться достаточное количество газа, чтобы его спектр стал заметен. И все-таки обстановка была нервозной.

Уже второй день аппаратура находилась на столе в собранном виде. Казалось, ничего не происходит, все в полном бездействии. В действительности же в ювелирно сработанной Баумбахом ампуле атомы радия продолжали распадаться и излучать альфа-частицы, которые проникали через тонкие стенки и становились атомами гелия.

И вот к концу второго дня появился первый результат. Несколько часов Ройдс не смотрел в окуляр. На душе у него было тяжело. Он непрерывно курил, глядя в одну точку, его мысли витали где-то далеко. Затем встал и неспеша подошел к спектроскопу. Вдруг работавший рядом Марсден вздрогнул и едва не уронил стеклянную линзу.

— Вижу!—кричал Ройдс.—Вижу! Желтая полоса гелия!

Ройдс бросился по коридору к кабинету Резерфорда...

Природа альфа-частиц была разгадана, но их исследование продолжалось.

Задача, которую получил Марсен, была весьма скромной— он должен был помогать Гейгеру в проведении опытов. Исследование, правда, было интересным, но требовало огромного терпения и тщательности. Когда Резерфорд изучал альфа-лучи в Монреале, он использовал тоненькие пластинки слюды, которые устанавливал на пути лучей и таким образом определял степень поглощения частиц. Природная слюда мусковит оказалась очень подходящей для работы, так как она обладала совершенной спайностью в одной из кристаллографических плоскостей и могла расщепляться на чрезвычайно тонкие пластины. Альфа-частицы проходили через слой слюдяных пластинок, какая-то часть их поглощалась, а остальные попадали на фотопластинку, оставляя след. Тогда, в Монреале, Резерфорд ожидал увидеть маленькую черную точку, в действительности же на фотопластинке всегда вокруг точки получался темный ореол.

Рассеивание? О том, что при прохождении через слюдяную пластинку альфа-лучи рассеиваются, Резерфорд думал и раньше. На первый взгляд этот факт не представлял ничего особенного, и мало кто из исследователей обратил бы на него внимание— всегда можно сослаться на погрешности опыта. Забыли об этом и его монреальские сотрудники. Но Резерфорд помнил, часто размышлял на эту тему, искал подходящее объяснение, хотя пока ничего придумать не мог. Теперь в Манчестере он предложил Гейгеру и Марсену подробно изучить рассеивание альфа-лучей при прохождении через тонкие пластинки. Природная слюда имеет сложный состав, ведь это минерал. И несмотря на то, что она очень удобна для изготовления тонких пластинок, Резерфорд решил отказаться от нее. Наиболее интересными ему казались металлические пластинки, так как они состоят из атомов одного вида. Можно будет легко установить, каким образом влияют на рассеивание толщина слоя вещества и атомный вес химического элемента.

Для наблюдения рассеивания решено было использовать спинтарископ, поскольку сцинтилляция— самый быстрый и удобный способ регистрации частиц. Гейгер и Марсен немедленно взялись за подготовку аппаратуры, которой они пользовались для подсчета альфа-частиц. Радиоактивный препарат радия находился в маленькой стеклянной ампуле, со стеклянной трубкой. Ампула помещалась в металлической коробочке. Радиоактивное вещество испускает лучи, которые расходятся от источника в пространство по всем направлениям подобно световым лучам, но Гейгеру и Марсену нужен был только узкий пучок альфа-частиц. Для получения такого

пучка и служила длинная стеклянная трубка. По ней до конца пролетали только те альфа-частицы, направление движения которых строго совпадало с осью трубки. Вылетающие по другим направлениям частицы поглощались стеклом, а те, которые проходили через него,—металлической коробочкой. Альфа-частицы, пролетевшие до конца трубки, попадали на фосфоресцирующий экран, и каждая из них вызывала короткую вспышку.

Первым начали испытывать алюминий Марсден закрепил тонкую алюминиевую пластинку перед стеклянной трубкой. Она была мишенью, по которой радиоактивная «пушка» стреляла снарядами—альфа-частицами. Гейгер наблюдал за экраном, на котором появлялись светящиеся точки, когда туда попадали альфа-частицы.

Работа шла спокойно и планомерно. Увеличивали число пластинок, записывали толщину слоя, подсчитывали частицы. Чем больше было пластинок, тем труднее альфа-частицы пробивались сквозь них, а это приводило к более значительному рассеиванию. Ореол вокруг центральной светящейся точки разрастался.

— Отклонение весьма слабое,—сказал Гейгер.—Если прикинуть, процент рассеянных частиц не превысит одного-двух.

Теперь Марсден наклонился над окуляром спинтарископа. Сначала он ничего не видел, но после того, как его глаза привыкли к темноте, заметил зеленоватое светящееся пятнышко, около которого вспыхивали и мгновенно гасли зеленые звездочки: в очень узком поле образовывался ореол рассеивания. Несведущему человеку эта картина наверняка показалась бы совершенно неинтересной, но ученому она представлялась необыкновенным зрелищем. Марсден своими глазами видел подтверждение гипотезы: альфа-частицы рассеиваются атомами металла. Если толщину слоя увеличить, ореол нарастает. Альфа-частица проходит более мощный слой атомов и все сильнее отклоняется. Марсден еще не знал, что очень скоро он вместе с Гейгером установит строгую математическую закономерность отклонения альфа-частиц в зависимости от атомной массы рассеивающего элемента.

А сейчас Марсден только любовался зеленоватым пятнышком и ореолом вокруг него, составленным бесчисленными вспыхивающими звездочками. Вдруг он вздрогнул от удивления. Показалось или это было на самом деле? Одна звездочка вспыхнула вне ореола—далеко от центрального светящегося пятнышка. Возможно ли, чтобы альфа-частица отклонилась так сильно? Или это частица, случайно попавшая извне? Но ведь рядом не было другого радиоактивного источника. Марсден стал напряженно вглядываться в те области темного поля экрана, которые были удалены от центра. Вот снова на темном экране вспыхнула сцинтилляция альфа-частицы, кото-



рая отклонилась настолько, что вышла далеко за поле ореола. Первое, что приходило в голову,—несовершенство прибора. Надо что-то придумать, чтобы исключить любые случайности.

На следующий день, когда Резерфорд делал обычный утренний обход лабораторий, Гейгер и Марсден рассказали о замеченном явлении, которое, по их мнению, было связано с неровностями внутренней поверхности стеклянной трубки. Некоторые альфа-частицы ударяются о микроскопическую выпуклость в стенке трубки и отлетают в сторону. Они предложили даже способ, который позволил бы избежать влияния стенок: вставить в трубку металлические диафрагмы, значительно сужавшие поток частиц. Резерфорд внимательно выслушал и одобрил план дальнейшей работы. Однако, несмотря на все усовершенствования, картина на экране не изменилась. В пучке альфа-частиц, проходящих через металлическую пластинку, всегда находились такие, которые очень сильно отклонялись и вызывали сцинтилляцию далеко от центрального пятнышка.

Эксперименты Гейгера и Марсдена сильно озадачили Резерфорда. В чем же причина? Почему атом способен отклонить на значительный угол частицу, которая обладает большими массой и зарядом по сравнению с электроном, а также немалой скоростью? Ведь для этого требуется значительная энергия! Резерфорд напряженно искал разумное объяснение... Через несколько дней у него появилась идея, которую он сам расценил как почти невероятную. Решив все же ее проверить, он пригласил Марсдена в свой кабинет и, осведомившись о ходе исследований, сказал, что его интересуют те альфа-частицы, которые, попадая на металлическую пластинку, не проходят сквозь нее, а полностью или частично отражаются.

Марсден был доволен и горд. Ему, начинающему физику, сам Резерфорд доверял сложную задачу! Марсден принялся за работу с особым усердием, неописуемо волнуясь и безумно надеясь на великое открытие именно в этот раз. Не меньше волновался и Резерфорд. Он был почти убежден, что опыты Марсдена дадут отрицательный результат. Откуда же взяться частицам, которые отражались бы металлической пластинкой?

В своих воспоминаниях об этих событиях Марсден рассказывал, как Резерфорду пришло в голову поручить ему эксперимент по отражению альфа-частиц от поверхности металлов:

«Я не думаю, чтобы он заранее ожидал полученный мною результат. Скорее, это было одним из его «предчувствий». Он полагал, что, может быть, эффект окажется наблюдаемым и что, во всяком случае, соседняя область может быть исследована таким

способом. Резерфорд был всегда готов к любым неожиданностям и умел использовать все положительные результаты, но он знал также, что надо уметь остановиться в такого рода экскурсах».

Прошло несколько напряженных дней и ночей. Наконец, Марсден вошел в кабинет шефа и сказал «есть». Резерфорд от удивления выронил трубку. Он не поверил своему ученику. Позднее Резерфорд признавал, что, предложив Марсдену этот эксперимент, он сам не верил в возможность рассеяния на углы больше  $90^\circ$ :

«Это было самым невероятным событием за всю мою жизнь. Это было почти столь же невероятно, как если бы выстрелили 15-дюймовым снарядом в кусок тонкой бумаги, а снаряд возвратился к вам и нанес вам удар».

— Не может быть,—чуть слышно пробормотал Резерфорд, но его слова прозвучали для Марсдена, как гром.

— И все-таки некоторые частицы отражаются,—несмело возразил шефу Марсден.—Я даже попробовал подсчитать их. На каждые восемь тысяч частиц, попавших в мишень, отражается только одна.

— Прошу вас, Марсден, повторите все эксперименты еще раз, но теперь вместе с Гейгером. Пусть это невероятно, но мы, так или иначе, должны разобраться в наблюдаемом явлении. Наши знания об атоме пока так несовершенны!

Гейгер включился в работу, и это значительно ускорило дальнейшие исследования. За сравнительно короткий срок они изучили наблюдаемое явление до мельчайших подробностей и написали статью. Резерфорд послал ее в редакцию авторитетного научного журнала, где она и была опубликована в 1909 г.

Начались новые исследования, но Резерфорд был не из тех, кто забывал необычные факты. Он не давал себе покоя ни дома, ни в лаборатории, ни даже во время поездок. Как построен атом? Почему альфа-частицы отклоняются? В атоме есть положительные и отрицательные заряды электричества. Но альфа-частицы летят с очень большой скоростью. Их масса в тысячи раз больше массы электрона. Так как альфа-частицы обладают очень большой энергией, то, чтобы они могли отклониться, в атоме должно быть огромное электростатическое поле. Резерфорд вычислил, каким должен быть вызывающий отклонение потенциал: получилась фантастическая цифра—приблизительно 100 000 В!

...— По всему видно, что в атоме сосредоточены очень большие силы,—размышлял вслух Резерфорд, нажимая на педаль. Его автомобиль стал взбираться на пригорок, с которого открывался вид на реку Меддок. Гейгер безмолвно сидел рядом и не решался начать разговор. Во время езды на автомобиле Резерфорд любил молчать: он напряженно думал и только иногда бросал фразы своему спутнику.

— Большинство альфа-частиц проходит через металлическую пластинку. Значит, для них атомы прозрачны, проникаемы... Тогда положительные или отрицательные электрические заряды образуют основную массу атома?

Гейгер не сдержался и перебил шефа.

— Если отрицательно заряженные электроны составляют массу атома, то, зная заряд электрона и отношение заряда к массе, мы должны принять, что в каждом атоме находится по несколько тысяч электронов.

— Даже намного больше — десятки тысяч. Представьте себе, например, атом свинца или золота... — Резерфорд нажал на тормоз, и колеса автомобиля захрустели по песку. Машина остановилась. Он вышел на дорогу и оперся локтем на дверцу автомобиля. — Эта задача для меня совершенно неразрешима!

Гейгер тоже вышел и, обойдя машину, медленно приблизился к Резерфорду.

— В известной степени проблема проясняется, если предположить, что в атоме есть какая-то очень маленькая сердцевина, в которой собран весь его электрический заряд.

— Какой заряд, положительный или отрицательный? — спросил Гейгер.

— И то, и другое одинаково вероятно. — Резерфорд присел на корточки и стал чертить на песке. — Если мы представим себе, что сердцевина положительна, то альфа-частица, которая ударяется в нее, естественно, оттолкнется. В зависимости от их взаимного расположения альфа-частица отскочит либо обратно, либо в сторону. Если же сердцевина отрицательна, альфа-частица с огромной силой притянется к ней и, следовательно, резко изменит свой курс. Это очень похоже на движение кометы. С огромной скоростью она летит к Солнцу по параболе, потому что наше светило притягивает ее. Когда же комета приблизится к нему, она резко искривляет траекторию и пролетает вокруг Солнца по другой ветви параболы. Вам ясен ход моих мыслей?...

Много раз чертил Резерфорд подобные схемы, вычислял, каким должен быть потенциал сердцевин, чтобы отклонить альфа-частицу с ее пути. Однако, критически рассматривая свои выводы, он немедленно отвергал их. Всегда находилось что-то, противоречащее законам физики. Может быть, здесь законы совершенно другие? Незнакомые еще никому.

Резерфорд не подозревал, что всего через несколько месяцев он сделает настолько значительное открытие, что на его основе произойдет революция и в науке, и в мышлении, и даже в жизни людей.

Около года чертил Резерфорд свои замысловатые схемы. Около двух лет делал он бесконечные и утомительные вычисления, выдвигал самые невероятные и смелые предположения, пока, наконец не пришел к выводу, против которого не смог найти почти никаких возражений: «...атом содержит

центральный заряд, распределенный в очень малом объеме ... вокруг которого расположены электроны...»

Идея была поистине революционной. Она отвергала представления Томсона, к которым ученые успели привыкнуть и которыми широко пользовались для объяснения экспериментальных результатов. Но Резерфорд был уверен, что прав. Отклонение альфа-частиц — это точный научный факт, требующий соответствующих выводов.

... Резерфорд нервно вышагивал по своему кабинету, наклонялся над рабочим столом, чтобы проверить вычисления... Наконец, он направился в лабораторию, где работал Гейгер.

— Ганс, я знаю, как выглядит атом!..

Пока Гейгер приходил в себя от неожиданного заявления шефа и искал подходящий ответ, Резерфорд уже вышел из лаборатории. Гейгер сидел в забытии несколько минут, потом продолжил свои измерения. Он знал, что не пройдет и часа, как профессор вернется для традиционного послеобеденного чая и сам все растолкует.

В этот мрачный декабрьский день 1910 г. в большой лаборатории университета Виктории в Манчестере послеобеденное чаепитие затянулось до полуночи. «Мальчикам» Резерфорда посчастливилось присутствовать на одном из самых великих событий в истории атомной эпопеи — рождении ядерной модели атома. Среди них были Гейгер и Марсден, Ройдс и Ч. Р. Дарвин — внук знаменитого Чарлза Дарвина, У. Маковер, японец С. Киношита. Никто не пропускал этих заседаний, на которых свободно дискутировали о новых открытиях, о самых невероятных предположениях и гипотезах. Этот вечер остался памятным для всех.

Начинались каникулы, но Резерфорд не мог бездействовать. В эти дни он работал дома, а когда наступил новый, 1911 год и все вернулись в лаборатории, он принес рукопись своей знаменитой статьи «Рассеивание альфа- и бета-частиц веществом и структура атома». Она вышла в майском номере «Философского журнала» и, таким образом, стала достоянием ученых всего мира. Однако, к великому сожалению Резерфорда, статья не вызвала какого-либо внимания. Не упомянули о ней и осенью на Сольвеевском конгрессе в Брюсселе. А ведь там были самые известные ученые-физики мира: Мария Кюри, Поль Ланжевен, Альберт Эйнштейн, Макс Планк. Обсуждался вопрос о квантах, о том, что атом излучает энергию порциями — квантами. Наверняка и слово «атом» произносили тысячи раз, но ни разу не упомянули планетарной модели. Почему? Неужели не прочитали его статью? Нет, ни один из ученых такого ранга не мог пропустить подобную публикацию. Первый и самый важный долг каждого — непрерывно следить за достижениями коллег, регулярно читать научные статьи. Здесь дело в другом. И Резерфорд

продолжал развивать свою теорию. В 1912 г., работая над рукописью книги «Радиоактивные вещества и их излучения», он вводит термин «атомное ядро» и продолжает настаивать на планетарной модели строения атома.

Резерфорд, конечно, догадывался, почему все молчали. В его теории имелся дефект, который остался без объяснения и смущал ученых. По законам классической физики при движении вокруг ядра электрон должен был постепенно терять свою энергию. В таком случае все электроны в конечном итоге упадут на ядро. Но атом является устойчивой системой, поэтому движение электронов в нем наверняка осуществляется по другим законам, которых еще никто не знает.

Интуиция подсказывала ему, что объяснение надо искать именно в квантовой теории Планка. Резерфорд был уверен, что решение найдется, но он не мог предполагать, что это произойдет так скоро. Дефект планетарной модели атома исправит датский физик Нильс Бор.

## 11.

Почти в то же время, когда ученые мира получили номер «Философского журнала» со статьей Резерфорда о строении атома, в Копенгагенском университете успешно защитил диссертацию по электронной теории металлов двадцатипятилетний Нильс Бор, сын известного профессора физиологии Кристиана Бора. Он сделал важные теоретические выводы, но самое главное состояло в том, что работа над этой проблемой увлекла молодого физика и направила его интересы в мир атома, в эту пока еще не изведенную область. У него была отличная и всесторонняя подготовка по физике и математике, но, несмотря на это, он решил в 1911 г. поехать в Кембридж, чтобы несколько месяцев поработать в лаборатории Дж. Дж. Томсона, первооткрывателя электрона. Мать Нильса и его брат Харальд одобрили эту идею. Не очень рада была, быть может, его невеста Маргарет, но и она согласилась.

Бор с трепетным волнением ожидал свидания с Томсоном. Как встретит его директор Кавендишской лаборатории? Он читал одну из статей Томсона, в которой обнаружил некоторые несоответствия, и хотел указать Томсону на его ошибки. Такой поступок был совершенно несвойственен чрезвычайно скромному и спокойному датчанину, но ведомый своим стремлением быть добросовестным Бор уже принял решение.

Томсон встретил его приветливо и дружелюбно. Бор совсем не ожидал, что прославленный во всем мире ученый будет держаться так непринужденно и просто. Этим Томсон расположил к себе стеснительного датчанина, и тот спокойно и последовательно познакомил известного ученого со своими исследованиями и научными интересами. Томсон внимательно



Н. Бор

выслушал, затем предложил Бору помимо его теоретических изысканий и прослушивания лекций провести эксперимент по изучению каналовых лучей. Бор чувствовал себя счастливым. Он дал один экземпляр своей докторской диссертации Томсону, чтобы тот прочитал ее и высказал свое компетентное мнение.

За напряженной работой Бор совершенно не заметил, как пролетело лето и осень 1911 г. Впервые он будет проводить праздники один. Но в Кавендишской лаборатории было принято устраивать общие торжества, когда всех иностранцев приглашали в семьи профессоров и научных сотрудников. Несмотря на это, без семьи и невесты Бор чувствовал себя одиноким. К тому же еще свежа была в памяти смерть отца.

В эти праздничные дни Бор пережил одну из самых памятных встреч своей жизни. Это произошло во время рождественского обеда в одном из залов Тринити-колледжа. Там собрались все сотрудники Кавендишской лаборатории. Торжественный тост произносил, разумеется, глава этой большой научной семьи — Томсон. Но центральной фигурой пиршества был Резерфорд. Как старый воспитанник этой лаборатории, он всегда принимал участие в таких праздниках.

Томсон напомнил всем о последнем успехе Резерфорда — открытии атомного ядра и создании планетарной модели атома. У старого Томсона не было никакой зависти. Напротив, он гордился, что Резерфорда считают его учеником. Он искренне радовался, что его идея о сложном строении атома получила столь глубокое развитие.

Резерфорд поднимал бокал в ответ на тосты, громко смеялся. Он рассказывал Томсону о последних исследованиях в лаборатории, об идеях Планка, которые обсуждались на Сольвеевском конгрессе, о «страшной» скорости своей автомашины. «Страшной» по сравнению со скоростью лошади, запряженной в телегу: его автомобиль «летел» со скоростью 16 миль в час. Это поражало всех.

Бор сидел далеко от Резерфорда. Высокий, с несоразмерно большой головой и широким лбом, он скорее был похож на начинающего студента, чем на доктора наук, который, может быть, больше всех присутствующих был взволнован новыми идеями Резерфорда. Бор жадно ловил каждое слово профессора из Манчестера и здесь, на этом торжестве, понял, что его место не в Кембридже, а в Манчестере. Однако он не осмелился представиться Резерфорду и попросить, чтобы тот принял его в свою лабораторию.

Через несколько дней Бор все-таки не выдержал и уехал в Манчестер. У него был адрес старого друга и коллеги отца — профессора Смита. Бор все рассказал ему и просил о содействии.

— Это совсем нетрудно, — сказал профессор Смит с улыбкой. — Эрни мой добрый знакомый. Я вам обещаю, Нильс, что уже сегодня все будет в порядке. После обеда мы будем пить чай с Резерфордом.

Высокий стеснительный датчанин произвел приятное впечатление на Резерфорда, и он согласился принять его сразу же, как только Бор закончит начатое у Томсона исследование. Судя по темпам работы Бора, это станет возможным в следующем году.

Бор максимально мобилизовал свои силы, правда, как он написал брату Харальду, «в последний момент оказалось, что из эксперимента ничего не выйдет». Уже в конце марта он был в Манчестере и по приглашению Резерфорда устроился жить у него. Бору предстояло прослушать цикл лекций об экспериментальных методах исследования радиоактивных процессов. Лекторами были самые способные сотрудники Резерфорда — Гейгер, Марсден и Маковер. Каждый вечер по окончании работ в лаборатории сотрудники собирались в большом зале для чаепития, где обсуждали волнующие всех вопросы. Разумеется, темой разговоров обычно служили радиоактивность и новая модель строения атома. Для Бора эти беседы были самыми плодотворными, так как именно они давали ему возможность войти в сущность проблемы радиоактивности. Уже за несколько недель он настолько вошел в суть проблем, что почувствовал себя равноправным участником дискуссий. А споры были разнообразными. Все еще не было выяснено, откуда вылетают альфа-частицы. Совсем недавно говорили — «из атома», но теперь исследования показали, что атом состоит из ядра и электронной оболочки...

— Если бы можно было каким-нибудь способом установить величину положительного заряда в атоме, картина стала бы более ясной,— начал Гейгер.

— Я думаю, что к этой проблеме надо подходить с точки зрения планетарной модели,— вмешался Бор.— Ведь согласно этой модели, масса атома сосредоточена в ядре. Там сосредоточен и положительный заряд. Следовательно, альфа-частица, которая, как и ядро атома, обладает определенной массой и зарядом, должна быть отброшена самим ядром.

Бор подробно изложил свои представления, основанные на планетарной модели строения атома.

— Жизненный опыт предупреждает нас, что мы должны быть более сдержанными,— задумчиво произнес Резерфорд. Он, создатель планетарной модели, первооткрыватель атомного ядра, не торопился с категоричными выводами, особенно по поводу новых представлений.— Не будем спешить. Подождем, пока откроют новые явления, накопится достаточно фактов.

— Простите, профессор, но существование атомного ядра—факт бесспорный,—спокойно настаивал Бор.— Логика подсказывает, что радиоактивные процессы протекают именно в ядре, оно распадается, выбрасывая альфа-частицу. Можно поразмышлять и дальше, приняв, что именно электроны—те самые кирпичики, которые определяют химические свойства атомов. Вы же знаете, что при химических взаимодействиях атомы соединяются, то есть они подходят ближе друг к другу. И какой частью вы им прикажете соприкасаться? Конечно, своими электронными оболочками... Вот те «крючки», которые объединяют атомы в молекулы...

Рассуждения Бора были логичны. Они нравились Резерфорду, но он был слишком занят обширным трудом о радиоактивных превращениях, который заканчивал. А весомых доказательств предположений Бора пока не было. Для ученого же предположения без доказательств мало значат. Беседы превращались в нескончаемые споры, но постепенно Бор все глубже и глубже убеждался в своей правоте. Часто обсуждения новой идеи датчанина продолжались и по пути домой, иногда споры до поздней ночи были слышны из гостиной. В глубине души Резерфорд чувствовал, что представления Бора спасают планетарную модель, но в них не хватало завершенности.

— Почему электроны не излучают энергию? Если электроны действительно кружат вокруг ядра, то, согласно электродинамике Максвелла—Лоренца, они должны непрерывно излучать электромагнитную энергию, то есть через некоторое время упасть на ядро. Но атом устойчив, поймите, это Бор,—устойчив!

— Уж если мы так далеко зашли в своих рассуждениях, почему бы не предположить, что в атоме электрон может



вращаться совершенно иначе, например без излучения энергии? — Вопрос Бора звучал в значительной степени утвердительно. — Представьте себе, что в атоме есть такие пути, по которым электроны движутся без изменения своей энергии?!

— Простите меня, Бор, но ваши фантастические предположения явно противоречат законам физики.

— Разрешите напомнить вам, сэр, что, изучая излучение, Планк тоже установил противоречия с законами физики, но, как только ввел квантовые представления, все стало на свои места...

Резерфорд размышлял: «А может быть, этот датчанин прав? Ведь наука уже знакома с такими революциями, когда ветеранам трудно было воспринять новое. И тогда ветеран — мощный тормоз прогрессу. Неужели я уже такой старый, что стал пугаться нового?..»

Бор не был фантастом, сочиняющим невероятные теории. Скорее, он был фантазером в науке, смело выдвигая дерзкие гипотезы, но и не забывая об их строгом доказательстве. Начав расчеты, он сразу потонул в сложной трясине математических вычислений, которые, казалось, никогда не завершатся. Формулы и уравнения одно за другим заполняли листы бумаги. Боясь перепутать листы, Бор стал приклеивать их друг к другу. Как только он исписывал один лист, тут же приклеивал к его нижнему концу второй, потом третий. Когда нескончаемая бумажная лента принимала внушительный вид, он начинал скручивать ее в рулон.

Пока прямого доказательства не было, но все шло к тому, что электроны вращаются в атоме, не излучая энергии. Значит, электронные орбиты стационарны и можно вычислить их радиус. С каждым днем рулоны расчетов увеличивались в размерах, но результаты все еще не удовлетворяли его. Надо было каким-то образом ввести в уравнения открытый в 1900 г. Планком квант действия, приняв, что излучение энергии атомом представляет собой квантовое явление.

Бор напряженно думал... Лето было в самом разгаре. Здесь, в Манчестере, сочная зелень севера не могла радовать глаз в полную силу, потому что пыль и сажа фабричных труб покрывали ее толстым слоем. Но Бор ничего этого не замечал.

... Свадьба Нильса Бора и Маргарет Нерлунд была назначена на первое августа. Пришлось расстаться с Манчестером, так и не завершив теоретических исследований и вычислений. В Копенгагене ему будет явно не доставать мудрых советов Резерфорда и его коллег. В конце июля 1912 г. Бор отплыл в Данию.

Маргарет была и красива, и умна. Она не имела ни физического, ни математического образования, но с такой легкостью вникала в самые сложные проблемы мужа, что всякий раз поражала его. Она хорошо усвоила физическую

терминологию и постепенно стала для Бора незаменимым техническим помощником. Но Маргарет была не только секретаршей, главное она была подлинным другом. Уже во время свадебного путешествия по Шотландии она переписывала своим красивым почерком письма, которые Бор направлял в Манчестер. Отлично владея английским языком, она часто выправляла фразы, а иногда даже принимала участие и в написании писем. Бор прихватил с собой все рулоны со сложными и громоздкими вычислениями. Даже в эту пору он находил время для работы. Картина строения атома — ядро + электроны — становилась все более точной, более реальной.

В октябре молодая супружеская пара возвратилась в Копенгаген, потому что Бор, как приват-доцент университета, должен был начать читать лекции. Здесь его ожидал приятный сюрприз. Оказалось, что ассистентом в физическую лабораторию назначен его друг Хансен, недавно окончивший Геттингенский университет. Хансен был специалистом по спектроскопии, а в Геттингене слушал лекции Планка. Поэтому им было о чем поговорить, особенно после выхода в свет статьи английского ученого Дж. У. Никольсона, которая заинтересовала обоих. Изучая спектральные линии солнечной короны, Никольсон воспользовался для описания спектроскопических явлений моделью атома Резерфорда и вместе с тем привлек теорию квантов, согласно которой обмен энергией между атомами происходит дискретными порциями, а угловой момент атома также изменяется прерывисто. Никольсон предположил, что атомы состоят из колец со многими излучающими электронами, окружающими положительное ядро, вроде колец Сатурна, а излучаемые частоты тождественны частотам обращения электронов в атоме. Таким образом, он попытался найти связь между строением атомов и светом, который они излучают.

Ученым давно было известно, что «раскаленные» атомы излучают свет. Но самое замечательное заключается в том, что каждый вид атомов излучает различный свет. Если в пламя горелки внести хлорид натрия, пламя становится желтым, а если внести хлорид калия, — фиолетовым. Бор также знал, что, пропуская излучаемый атомами свет через стеклянную призму, его можно разложить на составляющие и получить спектр, который состоит из нескольких характерных полос. Так, например, излучение атомов водорода несет в себе три составляющие — красную, сине-зеленую и фиолетовую. Именно об этом беседовал Бор с Хансеном, который рассказывал также и о новостях спектральной науки.

... В 1885 г. швейцарский физик Иоганн Бальмер заметил, что длины волн линий видимого спектра водорода закономерно убывают. Эту закономерность он выразил простой формулой, в которой один из знаменателей, возводимый в квадрат,

принимает целые значения 3, 4, 5 и т. д. Теоретически число линий бесконечно, но из формулы видно, что последующие линии располагаются все ближе и ближе. В конце концов они становятся неразличимыми, потому что почти сливаются друг с другом в направлении к фиолетовой части спектра. Воодушевленный успехом Бальмера, шведский спектроскопист Иоганн Ридберг нашел другую серию линий для атома водорода и водородоподобных ионов и вычислил константу в формуле Бальмера.

«Если у водорода только один электрон, каким образом можно объяснить тот факт, что он излучает несколько различных по длине волны световых лучей?» — думал Бор. Он вновь возвратился к теории Никольсона. Блестящее согласие между вычисленными и наблюдаемыми значениями отношений длин волн спектров является сильным аргументом в пользу этой теории. Однако Никольсон отождествляет частоту излучения с частотой колебаний механической системы. Но системы, в которых частота является функцией энергии, не могут испускать конечного количества однородного излучения, так как при излучении частота их будет меняться. Кроме того, системы, рассчитанные Никольсоном, будут неустойчивы при некоторых формах колебаний. И наконец, теория Никольсона не может объяснить сериальные законы Бальмера и Ридберга.

— Хансен, мне кажется, ответ есть! — сказал Бор. — С помощью выведенного мною условия устойчивости орбиты электрона в атоме можно рассчитать скорость движения электрона по орбите, ее радиус и полную энергию электрона на любой орбите. Причем все формулы содержат один и тот же множитель, так называемое квантовое число, которое принимает те же целочисленные значения 1, 2, 3, 4 и т. д. Каждому из этих чисел соответствует определенный радиус орбиты... — Бор немного помолчал и продолжал. — Ну конечно же, теперь все ясно. Атом может существовать, не излучая энергии, только в определенных стационарных состояниях, каждое из которых характеризуется своим значением энергии. Если электрон переходит с одной орбиты на другую, атом либо испускает, либо поглощает энергию в виде особых порций — квантов!..

— Так вот в чем секрет! — воскликнул Хансен. — Значит, спектр атома отражает его строение!

— Теперь все становится на свои места. Ясно, почему атом водорода испускает несколько видов лучей. Если пронумеруем орбиты, начиная с самой близкой к ядру, то можно сказать, что электрон перескакивает с четвертой на первую, с третьей на первую, с третьей на вторую орбиту и т. д. Каждый перескок сопровождается излучением света соответствующей длины волны. Очень надеюсь, что мне удастся найти и количественную зависимость...

Бор чувствовал необыкновенный прилив сил. Ведь он сумел приоткрыть еще одну дверь на пути к познанию атома. Вроде бы уже много известно об атоме, но вот наступает момент, когда новые исследования заставляют взглянуть на него совершенно с иных позиций, и оказывается, что мы снова слишком мало знаем. И так будет продолжаться бесконечно долго...

Для молодого ученого наступающий, 1913 год был одним из самых счастливых в его жизни. Он закончил сложные вычисления всего за два месяца. Теоретически рассчитанная константа в формуле Ридберга блестяще совпала с экспериментальным значением, что было самым достоверным критерием правильности теории. Да, это действительно была новая теория! Он начал с планетарных представлений Резерфорда, но теперь значительно развил исходную модель не только в смысле описания структуры атома. Это была теория, которая объясняла одно из самых важных свойств атома — способность излучать свет. Бор понимал, что еще не все закончено, но начало положено великолепное. Требовалось как можно скорее все привести в порядок, придать расчетам законченный вид и послать материалы Резерфорду. Не только для выяснения его мнения и оценки работы, но и для спешного публикации в «Философском журнале».

К концу февраля 1913 г. Маргарет закончила переписывание, и большой пакет с письмом Резерфорду и статьей начал свой путь в Манчестер. Наступили дни тревожного ожидания. Бор продолжал работать над другими проблемами, но часто, отвлекшись от вычислений и задумавшись, он мысленно переносился в кабинет «папаши». Как встретит тот все его расчеты? Будет недоволен или придет в восторг?

Резерфорд был беспредельно доволен новыми интересными идеями Бора, но ему не понравилось очень пространное и подробное изложение материала. Требовалось значительно сократить статью. Как опытный редактор журнала. Резерфорд решил сделать это сам, о чем и сообщил Бору.

— Нет, этого нельзя допустить! — твердо сказал Бор.

— Что с тобой, Нильс? — забеспокоилась Маргарет.

— Моя статья находится в опасности. Резерфорд хочет сократить ее и просит моего согласия. — Бор подал ей письмо.

— Он ведь делает это со всеми статьями. Я думаю, что даже язык твоей статьи станет грамотнее.

— Да, но в этой статье нет ничего, что можно было бы сократить. Каждое слово, каждое предложение в ней невероятно важны...

Бор на минуту замолчал, потом сказал:

— Мне придется немедленно поехать в Англию.

Молодой ученый поехал помериться силой с признанным во всем мире корифеем науки об атоме. Резерфорд не терпел никаких возражений, его слово всегда было законом. Но на

этот раз его резкие выпады встретили спокойные и глубоко аргументированные обоснования датчанина, который продолжал убеждать до тех пор, пока «папаша» сказал наконец:

— Хорошо, мой мальчик, пусть будет по-вашему.

Спор длился почти две недели, и, к удивлению самого Резерфорда, победителем вышел Бор. Почти без сокращений, только после корректурной правки, статья Бора «О строении атомов и молекул» была сдана в печать 5 апреля 1913 г. Через несколько недель ученые всего мира узнали о теории строения атома, которая раскрыла необъятные просторы для новых исследований.

Как-то так случилось, что Манчестер стал центром разработки проблем, связанных с атомом. В этом городе более ста лет назад Джон Дальтон заложил основы атомистического учения в химии. Позже Резерфорд открыл ядро атома и создал свою планетарную модель. Еще позднее в этом городе Нильс Бор начал работу над новой теорией, и опять же в Манчестере теория была окончательно подготовлена к публикации. Случилось так, что создатель квантовой модели атома поработал сначала с автором первой атомной модели, а затем приехал к автору планетарной модели, чтобы на ее основе создать теорию атома Резерфорда — Бора.

## 12.

Спор молодого датского физика и корифея атомной науки взволновал всех «мальчиков» Резерфорда. Они с необыкновенным интересом следили за развитием этой своеобразной научной дуэли. Громкоголосые реплики шефа были слышны и через закрытую дверь, но самая полная информация приходила во время отдыха. Тогда сотрудники Резерфорда окружали Бора в лаборатории и засыпали его вопросами. Таким образом, прежде чем ученые мира смогли познакомиться с новой теорией, «гвардия» Резерфорда уже знала ее и даже пользовалась ею при объяснении результатов и планировании новых исследований.

Однако приверженцев теории Бора поначалу было мало. Как каждое новшество, которое разрушает старые представления, она не была правильно воспринята всеми. Так было и будет всегда. Пройдет еще несколько лет, прежде чем скептики признают, что воззрения Бора верны и что только квантовые представления правильно описывают модель атома. Однако нашлись и такие ученые, кто с первого взгляда понял, что теория Бора является прогрессивной. Среди них был Генри Мозли. Бор знал его еще с прошлогодней стажировки в Манчестере, но в тот раз близкого знакомства не состоялось.

Мозли получил образование в Оксфорде, где его дед и отец были известными и уважаемыми профессорами. Воспитанный в традициях английской аристократии, в общении он



Г. Мозли

был замкнут и холоден. В действительности же Мозли был добрым и надежным другом. И только беззаветная любовь к науке, непреодолимое желание постоянно размышлять над интересующими его проблемами создавали видимость холодности. Казалось, Мозли чувствовал, что ему выделено слишком мало времени для научных исследований, да и для жизни вообще. Он не мог позволить себе подолгу разговаривать с коллегами, потому что внутренний голос словно твердил ему: «Теряешь драгоценное время. Работай!»

Теория Бора глубоко заинтересовала Мозли. Он выбрал удобный момент и увлек датчанина в уединенный уголок лаборатории для спокойной беседы.

— Ваша теория имеет непосредственное отношение к исследованиям, которые недавно провели мы с Дарвином,— начал Мозли.

— Да, я припоминаю прошлогодние обсуждения. Вы интересовались характером рентгеновских лучей.

— И не без основания. Чарльз Баркла придерживается мнения, что рентгеновские лучи представляют собой электромагнитные волны. В то же время Уильям Брэгг утверждает, что они являются частицами. Ясно одно: рентгеновские лучи явление сложное, как и обычный свет, но длина их волн намного меньше световых. Именно здесь и кроется связь с вашей теорией,— заключил Мозли.

— Вряд ли можно сомневаться в том, что возникновение

рентгеновских лучей связано с переходом электронов с более отдаленных орбит на одну из внутренних. Но если длина волн меньше, значит, частота колебаний должна быть больше, то есть энергия рентгеновского кванта намного выше светового.

— Да, вы правы, Бор. И по этому поводу у меня есть идея,— сказал Мозли.— Мне представляется, что катодные лучи, которыми облучают пластинку для получения рентгеновских лучей, выбивают из ее атомов электроны, находящиеся вблизи ядра. Тогда электроны с внешних орбит перескакивают на их место, и при этом испускаются рентгеновские лучи.

— Логично... Очень похоже на правду,— задумчиво сказал Бор.— Надо, конечно, все это просчитать.

— Более того. Не только просчитать, но и экспериментально проверить. Вы, естественно, знакомы со статьей Баркля. Он показал, что каждый химический элемент при облучении испускает несколько видов характеристических рентгеновских лучей строго определенной длины волны. Но самое интересное в том, что с увеличением атомного веса элемента жесткость характеристических лучей возрастает. Баркла утверждал, что характеристическое рентгеновское излучение — фундаментальное свойство атома. Это, безусловно, верно. Но, рассуждая далее, я пришел к выводу, что данное явление связано не с атомом вообще, а только с зарядом его ядра. Представим себе, что катодные лучи выбивают самый близкий к ядру электрон. Его энергия связи с ядром будет зависеть только от заряда последнего: чем больше заряд ядра, тем прочнее электрон с ним связан. Следовательно, чтобы оторвать такой электрон, мы должны затратить большую энергию. И наоборот: перескок электрона с внешней орбиты на ближнюю к ядру сопровождается испусканием энергии...

По мнению Бора, идея была оригинальной. Датский физик воодушевил Мозли, и тот с удвоенной энергией принялся за работу. Для исследований Мозли требовались рентгеновские трубки, в которых электроды изготовлены из различных веществ. Надо было впаять электроды в стеклянную колбу, после этого откачать воздух и создать нужный вакуум, а потом сфотографировать рентгеновский спектр электрода. Мозли мало спал, часто не возвращался из лаборатории домой. По утрам он начинал сложную операцию впаивания электродов. Иногда спай лопался или получался плохо, поэтому приходилось начинать все сначала. Потом он подключал вакуумный насос, и наконец рентгеновская трубка была готова. Но как же оставить ее на завтра, не получив спектра и не сфотографировав его? А часы летели... И Мозли не замечал, как приходила ночь, которую сменял день, как лаборатория пустела, а затем снова оживлялась по утрам... Мозли спешил, работая буквально на износ, словно предчув-

ствовал, что жизнь его будет коротка, что дорога, по которой он шел в науке, будет скоро и нелепо прервана.

Резерфорду нравилась необыкновенная страсть, с которой Мозли проводил исследования. Но так неистово даже он сам никогда не работал. Поэтому «папаша» часто вечерами заходил к своему ученику, чтобы подбодрить его, справиться о здоровье, а иногда попросту выгнать из лаборатории для обдумывания результатов.

Мозли завершил свои исследования к середине 1913 г. Открытый им закон позволил решить один из основных вопросов теории строения атома. Опытным путем Мозли установил порядковые номера химических элементов, тождественные числу положительных единиц электричества в атомном ядре, т. е. заряду ядра. До его работ ученые ссылались большей частью на гипотезы, Мозли же твердо установил, что число электронов в атоме равно номеру элемента в Периодической системе Д. И. Менделеева или заряду ядра атома этого элемента. Его теория во многом проясняла сущность явления изотопии, которое совсем недавно было открыто Фредериком Содди.

У Мозли было много новых планов, но ему не удалось их осуществить. Резерфорд и его «мальчики» спокойно работали и никак не предполагали, что через несколько месяцев лаборатории опустеют и исследования полностью замрут.

События же развивались молниеносно. Убийство австрийского эрц-герцога стало только поводом, чтобы Европа сразу превратилась в кипящий котел. Включилась в войну и Англия: английские политиканы решили, что настал подходящий момент для захвата пролива Дарданеллы и установления господства на Балканах. Летом 1914 г. несколько морских эскадр направились к Дарданеллам. Среди тысяч английских солдат был и связист Генри Мозли.

Во время одного из боев Мозли с двумя другими солдатами лежал в траншее и пытался установить связь с командным пунктом. В это время турецкие войска начали атаку.

— Алло, алло! Штаб? — Мозли инстинктивно поднялся. Связь была установлена!

Но в это мгновение просвистела турецкая пуля... Мозли пошатнулся и замертво упал на телефонный аппарат.

Смерть Мозли была огромной потерей для науки.

### 13.

Вернемся, однако, в спокойные предвоенные годы. В то время когда Чарлз Дарвин, внук знаменитого биолога, на одном из традиционных чаепитий познакомил сотрудников со своей гипотезой, никто не мог предположить, куда приведет тропинка, которую тот предлагал. А идея была весьма проста.



— Мы уже многое знаем о поведении альфа-частиц, проходящих через металлические пластинки и другие твердые вещества. Однако совсем не ясно, как  $\alpha$ -частицы будут себя вести в газах. Я сделал некоторые теоретические вычисления, и результаты получились весьма интересными.— Дарвин подошел к доске и взял кусок мела.— Например, мы пропускаем альфа-частицы через водород. Атомы водорода в четыре раза легче альфа-частиц. При прямом столкновении энергия альфа-частицы перейдет к атому водорода. В этом случае он должен продолжить движение с большей скоростью и нести большую энергию. Следовательно, такой атом водорода должен вызывать сцинтилляцию. При этом пробег ионов водорода будет примерно в четыре раза больше пробега альфа-частиц.

Дарвин писал формулы. Резерфорд внимательно следил за ним. И все видели, что идея Дарвина ему нравится. Наступила короткая пауза.

— И не только это,— добавил Резерфорд.— Зная потенциалы ядер, по всей вероятности, мы сможем вычислить радиус ядра.

— Я уже сделал такие расчеты,— поспешно сказал Дарвин.— Радиус ядра атома водорода должен быть порядка  $10^{-13}$  сантиметров...

— Это надо проверить,— прервал паузу Резерфорд.— Мне кажется, такая задача по силам только Марсдену.

Исследования Марсдена подтвердили теоретические расчеты Дарвина, в том числе и размеры атомного ядра. Но Марсден решил изучить, как отклоняются альфа-частицы другими газами. Атомы кислорода, азота во много раз тяжелее альфа-частиц. Их заряд тоже велик. Дарвин получил довольно сложную задачу для вычислений, а Марсден со своим помощником В. Лентсберри принялся за опыты. В ту пору Марсден уже получил докторскую степень и готовился к отъезду в Новую Зеландию, где должен был работать в должности профессора Веллингтонского колледжа.

Дарвин принес вычисления.

— Судя по моим расчетам, эффект должен наблюдаться, но он будет очень слабым.

— Мне хотелось бы сразу проверить это, но, к несчастью, дьюары с кислородом и азотом пусты. Их заменят в лучшем случае завтра.— В голосе Марсдена прозвучала нотка огорчения.

— А почему бы не проверить в воздухе?— подсказал Дарвин.— В воздухе главным образом должны наблюдаться столкновения альфа-частиц с молекулами азота.

— А ведь это идея!— Марсден сразу оживился.— Лентсберри, принесите хлорид радия. Затемните лабораторию и приготовьте аппаратуру. Мы будем работать с воздухом.

Чтобы глаза могли заметить слабые сцинтилляции, необходима предварительная адаптация к полному мраку в течение

хотя бы тридцати минут. Для этой цели в лаборатории находилась маленькая камера, в которую и входил тот, кто должен был считать вспышки.

Лентсберри все подготовил с большим старанием, потом затемнил лабораторию и сел у камеры. Надо было ждать полчаса. Но вот Марсден вышел из камеры, протянул руку, чтобы нащупать окуляр микроскопа, и посмотрел в него. Сначала он подумал, что глаза обманывают его. Моргнул несколько раз и взгляделся внимательнее. Нет, это не обман. На экране появились вспышки, отвечающие частицам с необычайно длинными пробегами. Ничего подобного теория не предполагала.

— Лентсберри, вы достаточно хорошо высушили воздух?

— Да, я пропустил его последовательно через три склянки с поглотителями.

— Придется повторить опыт еще раз. Я пойду в темную камеру, а вы снова заполните аппаратуру воздухом, но высушите его очень тщательно. На всякий случай возьмите свежие реактивы.

Однако картина на сцинтилляционном экране не изменилась. Отчетливо наблюдались следы частиц с очень большой длиной пробега.

— Такой пробег может быть только у ионов водорода. Но откуда они взялись, если воздух хорошо высушен? Нет даже следов водяных паров.

Атомы водорода с длинным пробегом не давали покоя будущему профессору и его коллегам. Много раз повторяли они опыты. Днем и ночью ломал голову Марсден. Он пробовал устранить все возможные причины, внешние воздействия, случайные факторы... но картина оставалась одна и та же. Этот вопрос не переставал мучить Марсдена даже по ночам. И вот однажды, когда он возвращался домой, у него возникла неожиданная идея. Марсден бросился к Резерфорду.

— Если в камере нет водорода, тогда не остается ничего иного, как принять, что он образуется в ядре радия вместе с альфа-частицами. Значит, это новый вид радиоактивности! Аш-радиоактивность!

— Не спешите,—охладил его пыл Резерфорд.—Надо хорошенько все обдумать. Нужны неоспоримые доказательства, а не догадки...

Но времени на обдумывание и на новые опыты не оказалось. Началась мировая война. Марсден в 1915 г. уехал в Новую Зеландию. Он стал профессором в Веллингтонском колледже. В своих письмах Резерфорду он жаловался, что в колледже нет ни миллиграмма радия. Цены на радиевые препараты баснословно возросли. Резерфорд пытался помочь, но безуспешно. Исследования Марсдена в области радиоактивности были под угрозой срыва. Тогда Резерфорд обратился к своему ученику с просьбой. Он писал:

Дорогой Эрн!

Я использовал все мои связи, чтобы уговорить членов Королевского общества отпустить средства на радиоактивные материалы, но напрасно. Военные расходы так велики, что теперь очень трудно улаживать финансовые вопросы.

Так как явление, которое Вы наблюдали при бомбардировке азота альфа-частицами, чрезвычайно интересно, мне очень хотелось бы, если Вы не возражаете, продолжить эти исследования без Вас.

Ваш Резерфорд

Марсден не имел ничего против. Теперь опыты проводил сам Резерфорд, а его помощником стал новый лаборант Уильям Кэй.

Кэй боготворил своего шефа, а Резерфорд был в восторге от такого помощника. Он во многом был похож на шефа — здоровый и сильный, спортсмен, неутомимый в работе, нетерпеливый и пылкий. И нет ничего удивительного, что работа продвигалась очень быстро.

В том, что следы частиц с длинным пробегом — это следы ионов водорода, сомнений не было. Вскоре было установлено, что количество этих следов увеличивается, когда камеру заполняют азотом.

Осень 1917 г. не принесла ничего, что подтверждало бы предположение Марсдена.

— Значит, причина явлений совсем в другом, — рассуждал вслух Резерфорд. — Нет, совершенно невозможно, чтобы мы до сих пор не заметили «аш-радиоактивности». Рождение ядра водорода надо искать в другом месте... Альфа-частица ударяется в атом азота, точнее, в ядро атома азота, и от него отщепляется ядро водорода. Но как объяснить, что в ядре азота содержится ядро водорода? Почему подобное явление не наблюдается в кислороде, гелии или углекислом газе?..

Как всегда, смелый полет мысли и интуиция привели к истине. В апреле 1919 г. Резерфорд опубликовал историческую статью «Столкновения  $\alpha$ -частиц с легкими атомами», в которой подвел итог своих исследований в Манчестере и с уверенностью заключил:

«Трудно избежать вывода, что при соударении альфа-частиц с азотом возникают не атомы азота, но, по всей вероятности, атомы водорода или атомы с массой 2. Если это так, мы должны заключить, что атом азота распался под действием больших сил, создающихся при непосредственном соударении с быстрой альфа-частицей, и что освобожденный атом водорода является составной частью ядра азота».

Тогда, в середине 1918 г., эти предположения требовали теоретического осмысления и серьезных экспериментов. Но Резерфорд остался почти без сотрудников — лаборатории все еще пустовали...

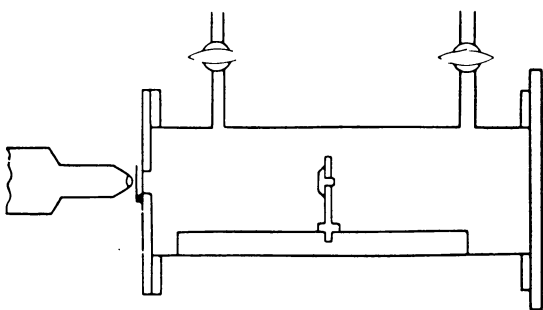


Схема устройства, с помощью которого Резерфорд провел первую трансмутацию элементов

Наконец, в ноябре 1918 г., Германия подписала акт о капитуляции. Военному безумию пришел конец. Постепенно оживились и научные исследования. Эрнст Резерфорд сменил место работы и стал преемником своего учителя на посту директора Кавендишской лаборатории Кембриджского университета. Тогда и появилась его статья о столкновениях альфа-частиц с легкими атомами.

Незаметно наступил 1920 г. В январе в кабинет Резерфорда вошел офицер. Это был Марсден. Встреча взволновала обоих, но как только волнение улеглось, они приступили к обсуждению интересующих их дел. Резерфорд полностью завершил исследование, начатое Марсденом. Он сделал еще одно выдающееся открытие века: атомное ядро может быть разрушено! Резерфорд был первым человеком на Земле, которому удалось наблюдать собственными глазами разрушение атома и превращение его в другие атомы. Это свершилось опять же в Кембридже.

— Из физика я превратился в алхимика,—сказал Резерфорд и засмеялся.—Это действительно алхимия, Эрни. Любопытно узнать, помните ли вы свои наблюдения? Не появлялись ли на фотографиях следы в виде вилки?

— Может быть, и появлялись, но я не обратил внимания.

— Двойные сцинтилляции исключать никак нельзя. Согласно теории вероятностей, на каждые 60 сцинтилляций возможны три одновременных столкновения, которые дают раздвоенный след. Но таких следов мы наблюдаем значительно больше — восемь, десять... Таким образом, альфа-частица раскалывает ядро азота на две части.—Резерфорд взял со стола журналы.—В прошлом году я опубликовал четыре статьи под общим заголовком «Столкновения альфа-частиц с легкими ядрами»...

Представления Резерфорда о том, что в природе возможна трансмутация элементов, давно уже подтвердились. Оправ-



Дж. Чедвик

далось также и его убеждение, оформившееся вслед за открытием им ядерного строения атома, что в лабораторных условиях можно осуществить искусственный распад ядра и получить новый элемент.

Марсден остался в Кембридже на несколько недель. Он включился в исследования, и, хотя времени в его распоряжении было мало, выполнил вместе с Резерфордом полную экспериментальную проверку нового явления.

Наступила весна. Кавендишская лаборатория постепенно заполнялась. Вернулся с фронта лаборант Джордж Кроу. Он должен был заменить Кэя. Пришел и манчестерский сотрудник Резерфорда Джеймс Чедвик, который впоследствии именно здесь откроет нейтрон. Приехали первые зарубежные докторанты, даже из далекой Японии. Начинался новый этап в деятельности Кавендишской лаборатории — исследование атомного ядра и расщепление атомов. Этот величественный план работы Резерфорд наметил в своей второй Бэйкерианской лекции «Ядерная структура атома». Опираясь на изумительную интуицию, он предсказал существование нейтрона и изотопа водорода — дейтерия.

## 14.

Прошло всего пять лет с того времени, когда Энрико Ферми был назначен профессором теоретической физики Римского университета. Однако новые физические идеи, которые он привез из Германии и Голландии, всколыхнули



М. Борн

итальянских ученых. В Гёттингене и Лейдене Ферми познакомился с основами квантовой механики непосредственно из уст их создателей—Макса Борна, Вернера Гейзенберга, Пауля Эренфеста. Он не только глубоко усвоил эти идеи, но и пытался теоретически развить сложные проблемы атома. Однако его лекции в Риме были мало понятны физикам старшего поколения, которые скептически относились к новым воззрениям. Не могли согласиться с тем, например, что электрон обладает волновыми свойствами. Эта частица, которая всего за три десятилетия после ее открытия по сути дела перевернула все естествознание, теперь снова преподносила загадки. Да и частица ли она вообще? Частица или волна? Что представляют собой волны де Бройля? В чем реальный смысл уравнения Шрёдингера? Не слишком ли много загадок? Все эти проблемы превращали лекции Ферми в настоящую физическую мистику.

Ясно было одно—Ферми надо верить, верить слепо, как католики верят папе римскому. И его прозвали «папой» итальянских физиков. Ему было немногим более тридцати лет, и вряд ли прозвище «папа» было для него подходящим. Но гением человек может быть признан в любом возрасте. Сотрудники не просто слепо верили Ферми, они понимали своего учителя, чувствовали, что теоретические исследования молодого профессора способствуют быстрому развитию науки об атоме.



В. Гейзенберг

...Теперь, однако, Ферми волновали несколько иные идеи. Как всегда, сегодня он встал рано, успел поработать над расчетами дома и сейчас шел в университет. Дневная программа была стандартной—около девяти он должен быть в своем кабинете, а затем—в лабораториях. И все-таки именно сегодня все было не таким обычным. Вчера после обеда он прочел статью Чедвика, в которой английский ученый сообщал об открытии нейтрона. По сути дела, первооткрывателями были другие, но те, другие, не заметили своего открытия. Ферми прочел статью и мысленно восстанавливал хронологию событий последних лет.

... Он хорошо знал работу немецких физиков В. Боте и Г. Беккера. В 1930 г. они сообщали, что при бомбардировке некоторых легких элементов альфа-частицами возникают лучи с очень большой проникающей способностью. Через год Ирен и Фредерик Жолио-Кюри повторили опыты своих немецких коллег и установили, что эти лучи проходят через очень толстые свинцовые перегородки, которые непроницаемы даже для гамма-лучей. Они показали, также, что эта необыкновенная радиация не несет заряда. Но когда на пути лучей поместили парафиновую перегородку, парафин стал источником быстро движущихся протонов. Прочитав статью супругов Жолио-Кюри и вспомнив о предсказании Резерфорда, Чедвик сразу понял, что они фактически имели дело с



Э. Ферми читает лекцию





В. Боте

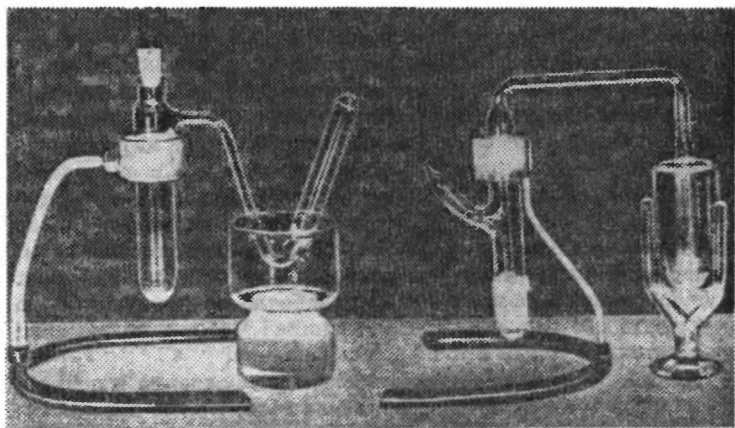
нейтроном. Экспериментальная проверка подтвердила это предположение. И вот теперь статья Чедвика...

Ферми хорошо знал теорию взаимодействия альфа-частиц с азотом, был знаком и с «туннельным эффектом» Г. Гамова. Все результаты свидетельствовали о том, что в ядре атома сосредоточена огромная энергия. Каждый знает, что одноименные заряды отталкиваются. Но в ядре протоны, а также нейтроны сцеплены так крепко, что для их разъединения нужна бомбардировка частицами с очень большой энергией. Альфа-частица обладает такой энергией, но вероятность расщепления ею ядра ничтожна. Поэтому в Кавендишской лаборатории пришлось сфотографировать тысячи треков — следов в регистрационных камерах, чтобы наблюдать всего лишь несколько десятков случаев разрушения атомного ядра. Теперь неограниченные возможности предоставлял нейтрон. Будучи нейтральным, он сможет свободно проникнуть в ядро и вызвать его распад... Так размышлял Чедвик, об этом же думал теперь «папа» итальянских физиков.

Ферми прекрасно понимал все эти рассуждения и подробно излагал их в лекциях. Возникали оживленные дискуссии, но они носили чисто теоретический характер. Найдутся ли у римских физиков силы для экспериментальной работы или теоретические исследования полностью удовлетворяют их? А может быть, они еще не «нащупали» свою проблему?..



**Ирен и Фредерик Жолио-Кюри в Институте радия в период открытия искусственной радиоактивности**



**Приборы И. и Ф. Жолио-Кюри, с помощью которых была открыта искусственная радиоактивность**

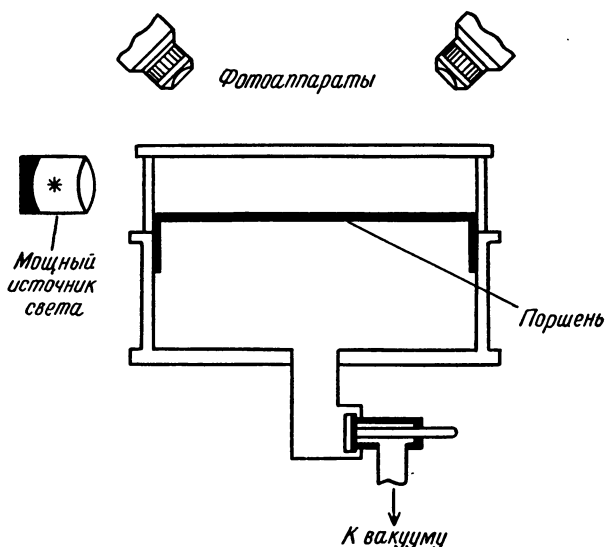
Сообщение об открытии нейтрона Ирен и Фредерик Жолио-Кюри встретили не без досады. Ведь их собственные исследования прямо вели к цели.

— Если бы у нас раньше нашлось хоть полчаса, чтобы прочесть вторую Бэйкерианскую лекцию Резерфорда, теперь мы считались бы первооткрывателями нейтрона,—с горечью сказала Ирен Кюри, открывая журнал «Доклады Королевского общества».—Ведь как точно предсказал Резерфорд свойства нейтрона!

«... Его внешнее поле будет практически нулевое... и в соответствии с этим он должен отличаться способностью свободно двигаться через вещество. Его присутствие трудно установить спектроскопом. Он должен с легкостью проникать в структурные глубины вещества и соединяться там с ядрами атомов или распадаться под действием их интенсивных полей...»

Исследования Ф. Жолио и И. Кюри завершились другим великим открытием—искусственной радиоактивности. 15 января 1934 г. их заметка была представлена Ж. Перреном на заседании Парижской Академии наук. Супруги Жолио-Кюри установили, что после бомбардировки альфа-частицами некоторые легкие элементы—магний, бор, алюминий—испускают позитроны. Ученые попытались установить механизм этого испускания, которое отличалось по своему характеру от всех известных в то время случаев ядерных превращений. Они поместили источник альфа-частиц (препарат полония) на расстоянии 1 мм от алюминиевой фольги и подвергали ее облучению в течение примерно 10 мин. Поместив затем эту фольгу над счетчиком Гейгера—Мюллера, они заметили, что фольга испускает излучение, интенсивность которого падает во времени по экспоненциальной зависимости с периодом полураспада 3 мин 15 с. В экспериментах с бором и магнием периоды полураспада составили 14 и 2,5 мин соответственно.

При проведении опытов с водородом, литием, углеродом, бериллием, азотом, кислородом, фтором, натрием, кальцием, никелем и серебром таких явлений не обнаруживалось. Но даже эти отрицательные результаты позволили супругам Жолио-Кюри сделать вывод о том, что излучение, вызванное бомбардировкой атомов алюминия, магния и бора, нельзя объяснить наличием какой-либо примеси в полониевом препарате. Анализ излучения бора и алюминия в камере Вильсона показал, что оно представляет собой поток позитронов. Стало ясно, что ученые имеют дело с новым явлением, существенно отличавшимся от всех известных случаев ядерных превращений. Известные до того времени ядерные реакции носили взрывной характер, тогда как «испускание положительных электронов некоторыми легкими элементами, подвергнутыми



### Камера Вильсона

облучению альфа-лучами полония, продолжается в течение некоторого более или менее продолжительного времени после удаления источника альфа-лучей. В случае бора, например, это время достигает получаса».

Супруги Жолио-Кюри пришли к выводу, что здесь речь идет о самой настоящей радиоактивности, проявляющейся в испускании позитрона.

Нужны были новые доказательства, и прежде всего требовалось выделить соответствующий радиоактивный изотоп. Опираясь на исследования Резерфорда и Кокрофта, Ирен и Фредерику Жолио-Кюри удалось установить, что происходит с атомами алюминия при бомбардировке их альфа-частицами полония. Сначала альфа-частицы захватываются ядром атома алюминия, положительный заряд которого возрастает на две единицы, вследствие чего оно превращается в ядро радиоактивного атома фосфора, названного учеными «радиофосфором». Этот процесс сопровождается испусканием одного нейтрона, вот почему масса полученного изотопа возрастает не на четыре, а на три единицы и становится равной 30. Устойчивый изотоп фосфора имеет массу 31. «Радиофосфор» с зарядом 15 и массой 30 распадается с периодом полураспада 3 мин 15 с, излучая один позитрон и превращаясь в устойчивый изотоп кремния.

Единственным и неоспоримым доказательством того, что алюминий превращается в фосфор и потом в кремний с зарядом 14 и массой 30, могло быть только выделение этих элементов и их идентификация с помощью характерных для них качественных химических реакций. Для любого химика, работающего с устойчивыми соединениями, это было простой задачей, но у Ирен и Фредерика положение было совершенно иным: полученные ими атомы фосфора существовали чуть больше трех минут. Химики располагают множеством методов обнаружения этого элемента, но все они требуют длительных определений. Поэтому мнение химиков было единодушным: идентифицировать фосфор за такое короткое время невозможно.

Однако супруги Жолио-Кюри не признавали слова «невозможно». И хотя эта «неразрешимая» задача требовала непосильного труда, напряжения, виртуозной ловкости и бесконечного терпения, она была решена. Несмотря на чрезвычайно малый выход продуктов ядерных превращений и совершенно ничтожную массу вещества, претерпевшего превращение, — лишь несколько миллионов атомов, удалось установить химические свойства полученного радиоактивного фосфора.

О своих исследованиях Ирен сразу же сообщила матери. Выделенный в лаборатории Марии Склодовской-Кюри полоний внес весомый вклад в новое выдающееся открытие.

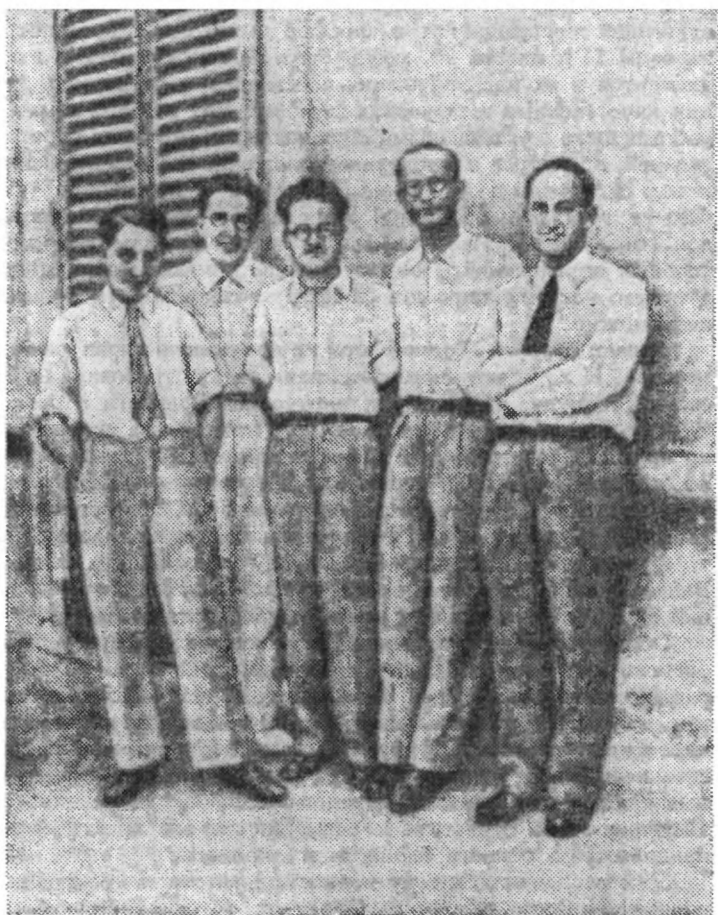
Обнаружение искусственной радиоактивности сразу было оценено как одно из крупнейших открытий века. До этого радиоактивность, которая была присуща некоторым элементам, не могла быть ни вызвана, ни уничтожена, ни как-нибудь изменена человеком. Супруги Жолио-Кюри впервые искусственно вызвали радиоактивность, получив новые радиоактивные изотопы. Ученые предвидели большое теоретическое значение этого открытия и возможности его практических приложений в области биологии и медицины.

Уже в следующем году первооткрыватели искусственной радиоактивности — Ирен и Фредерик Жолио-Кюри — были удостоены Нобелевской премии по химии.

## 16.

Об искусственной радиоактивности Энрико Ферми узнал сразу же, весной 1934 г., как только супруги Жолио-Кюри опубликовали свои результаты.

Настроение в Физическом институте было праздничным — через два дня начинались каникулы. Из сотрудников Ферми в Риме оставались только двое — Эдоардо Амальди и Эмилио Сегре. Они совсем не предполагали, что с этого дня наступит решительный перелом в деятельности кафедры теоретической физики Римского университета.



Группа Э. Ферми в 1934 г. Слева направо: Д'Агостино, Сегре, Амальди, Разетти и Ферми

Ферми появился в лаборатории в обычное время и сразу же подошел к доске. Движения его были спокойными, что не свойственно итальянцам, но во взгляде сквозило особенное волнение. Амальди и Сегре заметили его возбуждение и ждали чего-то необычного.

— Вы видели последний выпуск «Докладов Парижской Академии наук»? спросил Ферми.—Сделано крупное открытие. Супруги Жолио-Кюри обнаружили искусственную радиоактивность. При облучении алюминия альфа-лучами получается радиоактивный фосфор. Однако я считаю,—продолжил

ученый,— что наиболее подходят для работы нейтроны. Они не имеют заряда, поэтому могли бы свободно проникать в ядра атомов. Следовательно, используя нейтроны, можно получать самые разнообразные радиоактивные изотопы...

Таким образом, Ферми решил повторить опыты Жюлио-Кюри, но пошел совершенно иным путем, применив в качестве бомбардирующих частиц нейтроны. В статье «Радиоактивность, наведенная нейтронной бомбардировкой» он писал, что своими исследованиями пытался выяснить, не вызывает ли нейтронная бомбардировка наведенной радиоактивности— явления, аналогичного наблюдаемому супругами Жюлио,— при облучении альфа-частицами.

Такое решение было неожиданным и смелым. В то время почти ни один физик не считал нейтроны пригодными для расщепления атомов. Отто Фриш вспоминал впоследствии: «Я помню, что моя реакция и реакция многих других была скептической: эксперимент Ферми казался бессмысленным, потому что нейтронов было много меньше, чем альфа-частиц». Фредерик Жюлио, призывая коллег повторить его опыты с другими бомбардирующими частицами, даже не упомянул о возможности применения нейтронов.

Позже Ферми так объяснил причины недоверия к нейтронам со стороны других физиков и свою собственную счастливую догадку:

«Применение нейтронов как бомбардирующих частиц страдает недостатком: число нейтронов, которым можно практически располагать, неизмеримо меньше числа альфа-частиц, получаемых от радиоактивных источников, или числа протонов и дейтронов, ускоряемых в высоковольтных устройствах. Но этот недостаток частично компенсируется большей эффективностью нейтронов при проведении искусственных ядерных превращений. Нейтроны обладают также и другим преимуществом. Они в большой степени способны вызывать ядерные превращения. Число элементов, которые могут быть активированы нейтронами, значительно превосходит число элементов, которые можно активировать с помощью других видов частиц».

Новая методика, примененная в старинном Физическом институте на улице Панисперна в Риме, была весьма несложной. В то время как супруги Жюлио-Кюри и другие физики бомбардировали элементы альфа-частицами, вылетающими из радиоактивного препарата, Ферми использовал эти частицы сначала для получения нейтронов (хотя их вылетало очень немного). Затем этими нейтронами он производил облучение различных элементов.

«Нейтронные пушки» Ферми представляли собой маленькие трубочки длиной несколько сантиметров. Их заполняли «смесью» тонкодисперсного порошка бериллия и эманации радия. Вот как Ферми описывал один из таких источников нейтронов:

«Это была стеклянная трубочка размером всего 1,5 см..., в которой находились зерна бериллия; прежде чем запаять трубочку, надо было ввести в нее некоторое количество эманации радия. Альфа-частицы, испускаемые радоном, в большом числе сталкиваются с атомами бериллия и дают нейтроны...

Опыт выполняется следующим образом. В непосредственной близости от источника нейтронов помещают пластинку алюминия, или железа, или вообще того элемента, который желательно изучить, и оставляют на несколько минут, часов или дней (в зависимости от конкретного случая). Нейтроны, вылетающие из источника, сталкиваются с ядрами вещества. При этом происходит множество ядерных реакций самого различного типа...

Как все это выглядело на практике? Исследуемый образец находился заданное время под интенсивным воздействием нейтронного облучения, затем кто-либо из сотрудников Ферми буквально бегом переносил образец к счетчику Гейгера — Мюллера, расположенному в другой лаборатории, и регистрировал импульсы счетчика. Ведь многие новые искусственные радиоизотопы были короткоживущими.

Уже в первом сообщении, датированном 25 марта 1934 г., Ферми рассказал о первых результатах бомбардировки нейтронами алюминия и фтора. Получались изотопы натрия и азота. Они были  $\beta$ -активными, но испускали электроны, а не позитроны, как изотоп фосфора в экспериментах Жолио-Кюри. Метод нейтронной бомбардировки оказался очень эффективным. Эта высокая эффективность в осуществлении расщепления ядер атомов «...вполне компенсирует слабость существующих нейтронных источников по сравнению с источниками альфа-частиц и протонов», констатировал Ферми.

Постепенно сформировался план исследований, были распределены задания. Все сотрудники Ферми отличались настойчивостью и целеустремленностью, имели достаточно терпения. Наступили дни, полные напряжения и радостных волнений — дни штурма неизведанного.

В сущности, многое было известно. Нейтроны попадали в ядро обстреливаемого атома, превращали его в нестабильный изотоп, который спонтанно распадался и излучал. В этом излучении и таилось неизвестное: некоторые из искусственно полученных изотопов излучали бета-лучи, другие — гамма-лучи, третьи — альфа-частицы. С каждым днем число искусственно полученных радиоактивных изотопов возрастало. Каждую новую ядерную реакцию необходимо было осмыслить, чтобы разобраться в сложных превращениях атомов. Для каждой реакции надо было установить характер излучения, потому что, только зная его, можно представить схему радиоактивного распада и предсказать элемент, который получится в конечном результате. Затем приходила очередь химиков. Они должны были идентифицировать полученные атомы. На это тоже требовалось время.



С помощью своей «нейтронной пушки» Ферми подверг бомбардировке фтор, алюминий, кремний, фосфор, хлор, железо, кобальт, серебро и иод. Все эти элементы активировались, и во многих случаях Ферми мог указать химическую природу образовавшегося радиоактивного элемента.

Прошло несколько месяцев. Даже на время летних каникул лаборатория Физического института не закрывалась. Сделанное открытие было настолько интересным, что почти все сотрудники продолжали работать без отдыха. Более того, О. Д'Агостино, который еще не закончил стажировку в лаборатории Марии Кюри, отказался от поездки в Париж и работал вместе с Ферми. Раньше времени возвратился из Марокко и Ф. Разетти. Дипломанты и докторанты, которые прежде решали чисто теоретические задачи или исследовали проблемы, связанные со спектроскопией, теперь тоже переключились на ядерную тематику. С помощью своих учеников — Амальди, Д'Агостино и Разетти — Энрико Ферми облучил нейтронами 63 элемента. Для 37 из них было надежно установлено явление искусственной радиоактивности.

## 17.

Не остался в стороне от этих работ и молодой ассистент Бруно Понтекорво. Когда он поступил на кафедру, Ферми и Сегре дали ему тему по спектроскопии. Он закончил ее летом 1934 г. После каникул Ферми предложил Понтекорво включиться в исследования искусственной радиоактивности. Задача, которое он получил вместе с Амальди, заключалось в измерении величины относительной активности, которую нейтроны порождали в разных веществах.

— Нам необходимо научиться конструировать нейтронный источник таким образом, чтобы он всегда давал постоянный поток нейтронов, — рассуждал Амальди, осторожно подсоединяя трубку с бериллиевым порошком к склянке, в которой находился радиевый препарат.

Понтекорво размещал свинцовые плитки, строя предохранительное ограждение для защиты от радиоактивных излучений. Так как интенсивность нейтронного потока уменьшается пропорционально квадрату расстояния, то источник надо было закреплять точно в определенном месте. Опыт ставили следующим образом. В центр маленького цилиндрика из вещества, подлежащего активации, помещали на некоторое время источник нейтронов. Для защиты от облучения исследователи ставили перед цилиндром свинцовую ограду. После бомбардировки нейтронами исследуемое вещество помещали в счетчик и определяли интенсивность наведенной радиоактивности.

Однажды Понтекорво установил защитную свинцовую ограду также и с другой стороны цилиндра. К удивлению,



Э. Амальди

активность вещества после облучения оказалась значительно выше. Повторили опыт с новым образцом активируемого вещества, проверили все до мельчайших подробностей, измерили расстояния с самой большой точностью, но активность оставалась все-таки выше, чем показывали измерения, выполненные ранее.

В чем же причина? Почему нет воспроизводимости результатов? Они ломали головы, выдвигали невероятные предположения. И вдруг Понтекорво пришла интересная мысль. Он обратился к Амальди.

— Мы не полностью повторили прежние опыты. Отличие состоит в свинцовой изоляции — ведь мы дополнительно установили новые плитки.

— Но, позвольте, свинцовая изоляция находится в стороне. Она не принимает непосредственного участия в облучении. Какое же влияние она может оказать? Нет никакого смысла обсуждать такую проблему, — возразил Амальди.

— И все-таки надо повторить опыт именно с заменой свинцового ограждения.

— Я убежден в бессмысленности подобных экспериментов. Просто время потеряем... А впрочем, чтобы совесть была чиста, давайте повторим опыты.

Понтекорво расставил свинцовые плитки так же, как и в прежней серии опытов, закрепил новый серебряный цилиндр, потом начал облучение. Когда включили счетчик, его стрелка показала прежнюю активность.

— Ничего не понимаю! Это не научные эксперименты, а фокусы индийских факиров,—возмущился Амальди.—Разве можно было предположить, что свинцовая перегородка так повлияет на активность?

— Самое интересное состоит в том, что это влияние сказывается на расстоянии.

— Но еще загадочнее то, что оно положительное.

Ученые знали о свойстве свинца поглощать радиоактивные излучения. Поэтому они использовали его в качестве защитной перегородки. Если свинец и мог оказывать какое-нибудь влияние, то только отрицательное, т. е. активность должна быть меньшей. Но Понтекорво и Амальди наблюдали совершенно иное явление, противоречащее теории. Оно было таким неожиданным!

Сотрудники лаборатории собрались на обсуждение. Сначала предположили, что свинцовые стенки действуют вроде зеркала, которое отражает нейтроны и, таким образом, усиливает интенсивность нейтронного потока. Кто-то даже пошутил, что это явление надо назвать «эффектом свинцового замка». Были и другие предположения, но к единому мнению так и не пришли. Решили продолжить исследования, чтобы накопить больше фактов.

В напряженной работе прошло несколько дней. Понтекорво строил из свинцовых плит самые разнообразные по форме домики и туннели, вставлял в них серебряный цилиндр, который затем облучали, после чего измеряли активность. Оказалось, что чем ближе цилиндр к свинцовым плиткам, тем больше его радиоактивность после облучения. Выходило, что свинец активизирует нейтроны.

— Так, это проверим завтра,—сказал Ферми.—А сейчас приготовьте свинцовый клин. Пропустим нейтроны через него. Надо проследить изменение активности нейтронов в зависимости от толщины клина.

Вскоре клин был готов, но Амальди все не решался начать эксперимент. Его сдерживал скептицизм Разетти, который решительно не мог согласиться с бессмысленной, по его словам, потерей времени на подобные опыты.

Прошло еще несколько дней, приближался конец октября. Утро было солнечным и теплым, поэтому Ферми пришел в институт несколько раньше обычного и сразу направился в лабораторию к Амальди и Понтекорво.

— Подготовьте цилиндр и нейтронный источник, сеньоры,—весело сказал он сотрудникам. Потом обратился в Сегре:—Найдите-ка плитку парафина. По моим предположениям, парафин будет вести себя аналогично свинцу.

Кусок парафина, который принес Сегре, был совершенно гладким. Именно такой и был нужен. Ферми начал осторожно обрезать его с одной стороны. Тем временем Амальди и Понтекорво подготовили серебряный цилиндр и нейтронный



Э. Серге

источник. Они молча наблюдали за работой шефа и выжидали, когда, наконец, тот объяснит суть предстоящего эксперимента. Постепенно кусок парафина превратился в грубо отесанный клин, но Ферми нашел его приемлемым.

— Так... Теперь можно начинать. Сначала мы пропустим пучок нейтронов через парафин, а затем направим их на цилиндр. Проходя через парафин, нейтроны будут сталкиваться с атомами водорода, и их энергия будет понижаться. Таким образом, получатся замедленные нейтроны. Они должны обладать большей способностью образовывать радиоактивные изотопы. Огромная проникающая способность нейтронов давно должна была подсказать нам это. Они ведь не только проникают в ядро атома, но из-за большой энергии пронизывают его насквозь. А замедленные нейтроны войдут в ядро и останутся там. Тем выше вероятность образования новой активности.

Пока Ферми объяснял, закрепили парафиновый клин и начали опыт. Через некоторое время Ферми взял серебряный цилиндр и подошел к счетчику. Амальди заглянул через его плечо, чтобы видеть стрелку. А стрелка счетчика резко отклонилась, почти до предела шкалы. Колебания на экране осциллографа были настолько интенсивными, что ничего нельзя было понять. Исследователи замерли, пораженные: активность возросла почти в три раза!

Наступило необыкновенное оживление. Все вдруг заговорило, зашумело, перебивая друг друга. До сих пор физики считали, что чем больше энергия нейтронов, тем легче они проникают в ядро атома и вызывают его превращение в другой изотоп. Теперь вдруг все представления переворачивались с ног на голову. Нейтроны надо замедлять!

— А сейчас подошла очередь воды,— сказал Ферми и взял ампулу, в которой находился радио-бериллиевый источник нейтронов.— Амальди, возьмите несколько серебряных цилиндров. Облучим их под водой. Вполне вероятно, что вода, как и парафин, замедляет нейтроны.

Ферми взял цилиндр и пошел к выходу. Сотрудники последовали за ним. Шествие торжественно спустилось по каменной лестнице, пересекло улицу и оказалось в парке, который окружал старинное здание. Здесь был великолепный фонтан. Октябрьское солнце заставляло пестрые осенние краски блистать еще более пышно, но в данный момент никто не замечал окружающей красоты. Необыкновенное шествие остановилось у фонтана. Амальди погрузил в воду серебряный цилиндр, а Ферми—ампулу с источником нейтронов. И хотя было вполне понятно, что ничего интересного увидеть нельзя, все смотрели на воду, словно надеялись заметить вылетающие нейтроны и их столкновения с атомами водорода. Затем Амальди схватил серебряный цилиндр и со всех ног бросился в лабораторию. Надо было измерить радиоактивность. Через несколько минут из приоткрытого окна донесся крик:

— Сто двадцать раз! Сто двадцать раз!..

...У этих событий был один случайный свидетель— проходившая мимо женщина. Она удивленно смотрела на взрослых солидных мужчин, которые склонились над фонтаном и что-то опускали в воду. Что это—почтенные сеньоры пускают кораблики, забавляясь, как дети? Или у них более серьезная работа? Она высокомерно взглянула еще раз, что-то пробормотала и неспеша удалилась. Могла ли допустить важная сеньора, что именно в это мгновение прекрасного октябрьского дня было сделано одно из крупнейших открытий в атомной физике—замедление нейтронов, которое теперь часто называют «эффектом Ферми».

Эффект оказался действительно поразительным. Несколько следующих опытов, в которых изменяли расстояния между серебряным цилиндром и нейтронным источником, т. е. толщину слоя воды, подтвердили их ожидания. Открытие было сделано! Это произошло 22 октября 1934 г.

Вскоре Ферми уже нашел простое объяснение этого явления. Совместно с Амальди, Понтекорво, Разетти и Сегре он опубликовал статью «Влияние водородсодержащих веществ на радиоактивность, наведенную нейтронами». В ней можно было прочитать:

«Нейтроны быстро теряют энергию при повторных столкновениях с ядрами водорода... Можно ожидать, что после нескольких соударений нейтроны будут двигаться подобно молекулам диффундирующего газа, достигая в конечном счете энергий, соответствующих тепловому движению».

Таким образом, содержащийся в некоторых веществах водород замедляет нейтроны значительно сильнее, чем атомы других веществ, например свинца. Поскольку массы нейтрона и протона почти одинаковы, при каждом соударении нейтрона с протоном кинетическая энергия перераспределяется между ними почти поровну. Уже после 20 соударений с атомами водорода нейтрон теряет энергию до уровня, соответствующего тепловому возбуждению. Так возникают медленные, или тепловые, нейтроны.

## 18.

Открытие явления замедления нейтронов стало сенсацией не только для сотрудников Ферми. Всего через несколько недель о нем заговорили во всех физических лабораториях мира. И не только заговорили, а сразу принялись за повторение опытов Ферми, проводили новые эксперименты. Медленными нейтронами облучали различные вещества и в Париже, в лаборатории Ирен и Фредерика Жолио-Кюри, и в Кембридже, где работали «мальчики» Резерфорда, и в Берлине, где набирала силы знаменитая тройка — союз трех атомщиков под руководством ученика Резерфорда Отто Гана. Им еще предстояло сделать одно из крупнейших открытий века. Но самой напряженной все же оставалась работа в лаборатории Ферми. Здесь были подвергнуты бомбардировке нейтронами самые различные вещества — элементы и их соединения, которые только можно было найти в Риме. За короткое время Ферми, Понтекорво, Амальди, Д'Агостино, Разетти и Сегре получили более 60 искусственных радиоактивных изотопов.

Постепенно итальянские ученые вникали в подробности распада радиоактивных изотопов. При попадании нейтронов в ядро облучаемый атом превращался в новый неустойчивый изотоп. Было установлено существование нескольких типов ядерных реакций. Поэтому, обсуждая очередную реакцию, сотрудники Ферми интересовались прежде всего, какого она типа. В их обиходе появились новые термины: нейтрон-альфа, нейтрон-протон, нейтрон-гамма... Образующиеся в ходе этих ядерных реакций искусственные радионуклиды испускали электроны или позитроны.

Спокойная, планомерная и целеустремленная работа в лаборатории продолжалась несколько недель. Уже облучили и самые тяжелые элементы, пришла очередь урана и тория. Что ждало ученых при бомбардировке нейтронами самого

тяжелого элемента Земли, замыкающего Периодическую систему?

Радиоактивность урана уже десятилетия была объектом исследований многих ученых. Давно было известно, что уран, испуская альфа-частицы, превращается в торий. Как изменится радиоактивность урана, если его бомбардировать замедленными нейтронами? Этот вопрос был весьма интересным. Поэтому в лаборатории Энрико Ферми с нетерпением ожидали результатов опытов. Но в данном случае задача оказалась не простой. Уже первые опыты показали: оба элемента — уран и торий, — предварительно очищенные от обычных активных примесей, могут сильно активироваться при бомбардировке нейтронами. Среди активных продуктов бомбардировки урана исследователи обнаружили три новых изотопа с периодами полураспада 10 с, 40 с и 13 мин, а затем еще два с периодами полураспада от 40 мин до одного дня. При этом оставалось неясным, «представляют ли эти периоды последовательные или альтернативные процессы превращений», — так сформулировал проблему Ферми.

Вместе с сотрудниками Ферми предпринял попытку химической идентификации бета-активного продукта с периодом полураспада 13 мин. Работа значительно усложнялась тем, что сам уран радиоактивен, и с течением времени в урановом препарате накапливались продукты его естественного распада, которые тоже испускали электроны. Поэтому каждый урановый препарат подвергали предварительно тщательной очистке. Эта тяжелая работа выпала на долю Д'Агостино. Он растворял урановую соль в воде, потом осаждал уран в форме нерастворимого соединения. При этом радиоактивные вещества, образовавшиеся при распаде урана, оставались в растворе. Затем Д'Агостино промывал осадок, высушивал его и передавал своим коллегам. Они облучали осадок, измеряли активность образовавшихся атомов и... после этого урановое соединение становилось совершенно непригодным для работы. Его надо было снова очищать от радиоактивных примесей. И Д'Агостино начинал все сначала.

Но не менее сложной была работа и остальных сотрудников. Используя чувствительные и остроумные методы исследования, разработанные еще Марией Кюри, они убедились (и заслуга в этом прежде всего Д'Агостино), что новые изотопы не похожи ни на один из элементов, находящихся в периодической таблице между радием и ураном. Это обстоятельство дало Ферми основание предположить, что изотопы с периодами полураспада 13 и 90 мин должны быть изотопами первых трансурановых элементов. Было предложено элемент номер 93 назвать аузонием, а номер 94 — гесперием.

С современной точки зрения в экспериментах Ферми действительно имел место синтез изотопов с зарядами ядер 93 и 94. Но их химическая идентификация проводилась непра-

вильно, поскольку предполагалась аналогия свойств «аузония» и «гесперия» с рением и осмием соответственно.

С большим интересом следил за опытами Энрико Ферми Э. Резерфорд. Еще 23 апреля 1934 г. он писал итальянскому ученому:

«Ваши результаты очень интересны, и нет никакого сомнения, что в дальнейшем нам удастся получить больше сведений о действительном механизме этих превращений».

Летом того же года Сегре и Амальди побывали в Кембридже, передали Резерфорду обзорную статью «Искусственная радиоактивность, вызванная нейтронной бомбардировкой», авторами которой были Э. Ферми, Э. Амальди, О. Д'Агостино, Ф. Разетти и Э. Сегре. Статья содержала полный отчет об опытах, проведенных в физической лаборатории Римского университета. Резерфорд, как президент Лондонского королевского общества, передал статью для публикации в «Трудах» общества.

Статья появилась в том же, 1934 г. В ней говорилось, что в числе продуктов бомбардировки урана был идентифицирован элемент с периодом полураспада 90 мин:

«90-минутный и 13-минутный активные продукты обладают, по-видимому, совершенно аналогичными химическими свойствами, так как в реакции любого типа они получаются примерно в одинаковой пропорции. Поэтому обе эти активности, вероятно, обусловлены продуктами с атомным номером выше 92, возможно, изотопами одного и того же элемента».

В 1934 г. вышли еще две статьи группы Ферми на эту же тему.

Три статьи Энрико Ферми с сотрудниками в английских и итальянских научных журналах вызвали настоящий фурор. Они взволновали не только ученых всего мира, но и тех, кто никогда не имел ничего общего с наукой. Громкие заголовки в газетах, высокопарные разговоры и статьи о неслыханных успехах итальянской науки, о бесконечных возможностях, которые предоставила для развития физики атома партия Муссолини. Естественно, что фашистская партия не имела никакого отношения к работе итальянских ученых, но их успех был прекрасным поводом для новых восхвалений «большого предводителя» — дуче.

Ферми встретил эту шумиху вокруг открытия с тревогой и глубоким огорчением. Ни он, ни его сотрудники не разделяли идей фашистов, но ведь, читая то, о чем писали в газетах, каждый мог поверить, что их открытие является делом итальянской фашистской партии. Ферми не одобрял этого. Он внимательно следил за тем, что происходило в Германии, и боялся, что подобное случится и в Италии. А то, что совершалось по директивам Гитлера, не мог воспринять нормальный человеческий разум. Нацисты изгнали из Герма-





О. Ган

нии великого Альберта Эйнштейна, затем пришла очередь Лео Сциларда, Джеймса Франка, Виктора Вайскопфа... Это был цвет немецкой науки, знакомые и друзья Ферми. Он вспоминал незабываемые дни, проведенные в Гёттингенском университете, где учились и работали Макс Борн, Поль Дирак, Роберт Оппенгеймер. Для фашистов их научные достижения не имели значения. Никого не интересовало, что еще могли эти ученые дать науке и человечеству. Единственным критерием, определяющим судьбу даже гениев, являлось для фашистов их еврейское происхождение. Места для ученых-евреев не нашлось не только в стенах Гёттингенского университета, но и на всей территории третьего рейха. Семь профессоров еврейского происхождения из университета в Гёттингене вынуждены были покинуть аудитории и искать спасения вне пределов Германии. «Георгия Аугуста» (так называют Гёттингенский университет) перестал существовать для науки, но его светила продолжили работу, хотя и в изгнании. Островом спасения для физиков и математиков стал Копенгаген — Институт теоретической физики, руководимый Нильсом Бором.

...Ферми незаметно подошел к дому. Его тревожные и гневные мысли были прерваны звонким смехом детей — Неллы и Джулио, весело игравших с матерью. Неужели еврейское происхождение его жены Лауры может оказаться роковым для их будущего?..

И все же 1934 год для него навсегда останется в памяти. Помимо замечательных экспериментальных результатов в 1934 г. Э. Ферми предложил теорию бета-распада. Уже в 1933 г. в декабрьском номере итальянского журнала «Научные исследования» были опубликованы его предварительные соображения о бета-распаде. В начале 1934 г. в немецком «Физическом журнале» он опубликовал классическую статью «К теории бета-лучей», в резюме которой писал:

«Предлагается количественная теория бета-распада, основанная на существовании нейтрино; при этом испускание электронов и нейтрино рассматривается по аналогии с эмиссией светового кванта возбужденным атомом согласно теории излучения. Выведены формулы для времени жизни ядра и для формы непрерывного спектра бета-лучей; полученные формулы сравниваются с экспериментом».

В этой теории Э. Ферми дал новую жизнь гипотезе нейтрино и протонно-нейтронной модели ядра, приняв также гипотезу изотопического спина, предложенную Гейзенбергом для такой модели. Ферми исходил из предположения, что протон и нейтрон — два основных состояния одной и той же частицы — нуклона. Подобно тому как при переходе электрона с одного уровня на другой возникает фотон, так и частицы в ядре могут переходить из одного состояния в другое. При этом испускается электрон или позитрон, а также антинейтрино или нейтрино.

## 19.

Тайная тревога витала и в радиохимической лаборатории Берлинской Академии наук. Уже третье десятилетие здесь работали Отто Ган и Лизе Мейтнер. Сочетание Ган — Мейтнер считалось среди ученых-атомщиков одним из самых удачных и плодотворных. Отто Ган, не превзойденный по своей изобретательности химик, еще в начале своей научной деятельности усвоил тонкости работы с радиоактивными веществами в лаборатории Резерфорда и теперь был самым авторитетным исследователем радиоактивных изотопов во всем мире. Лизе Мейтнер, воспитанница Венского университета, была талантливым теоретиком и специалистом в области атомной физики.

Их совместная деятельность была чрезвычайно плодотворной. Они медленно, но верно все глубже проникали в секреты атома и находили там все новые и новые тайны. Но полувещное происхождение Мейтнер постоянно тревожило Гана. Он не одобрял политику национал-социалистов. Глубоко в душе возмущался их антисемитским исступлением и боялся за свою сотрудницу. Правда, она была австрийской подданной, но Ган трезво оценивал события и понимал, что обстановка скоро может измениться. Этими тревожными



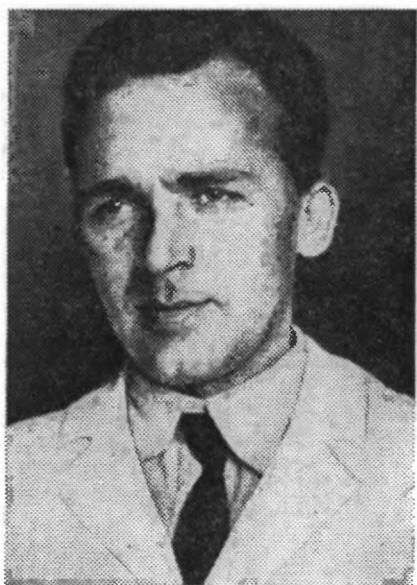
Л. Мейтнер

мыслями он ни с кем не делился, но понемногу все обдумывал и строил планы на непредвиденный случай.

В данный момент это были только его опасения—в лаборатории все шло по-старому. Молодой сотрудник Фриц Штрассман только что закончил облучение уранового препарата. Радиово-бериллиевый источник нейтронов, который имелся в их распоряжении, был сравнительно слаб, поэтому приходилось работать с большими количествами активируемых веществ. Штрассман перенес вещество в большую коническую колбу, добавил соляной кислоты и после растворения разбавил дистиллированной водой. Теперь требовалось пропустить сероводород, чтобы осадить образовавшиеся радиоактивные вещества. Он вышел в соседнюю лабораторию, где находился аппарат для получения сероводорода. Вернувшись, застал в лаборатории Гана и Мейтнер, которые горячо спорили.

— Извините, Ган, но вы, химики, иногда просто преувеличиваете свои возможности,—возбужденно говорила Мейтнер, машинально поправляя зачесанные назад и завязанные на затылке волосы.—Однажды Ида Ноддак уже высказала неосторожное предположение, а сейчас нечто подобное сделала Ирен Кюри.

— Вы же знаете, Лизе, мнение ученых по этому поводу. Радиоактивный распад сопровождается только испусканием альфа- или бета-частиц. Предположение Иды Ноддак, что



Ф. Штрассман

ядро урана может расщепляться на несколько частей, которые представляют собой атомы легких элементов, не подтверждается. Такого же мнения придерживаются Ферми, Бор да и мы с вами. Вы помните письмо супруга Иды?

— Да. Вальтер Ноддак просил вас, чтобы вы упомянули в своей лекции о радиоактивном распаде и о той возможности, которую предсказала Ида.

— Честно говоря, он поставил меня в неловкое положение. Но в конце концов надо было сказать и ему, что это невозможно.

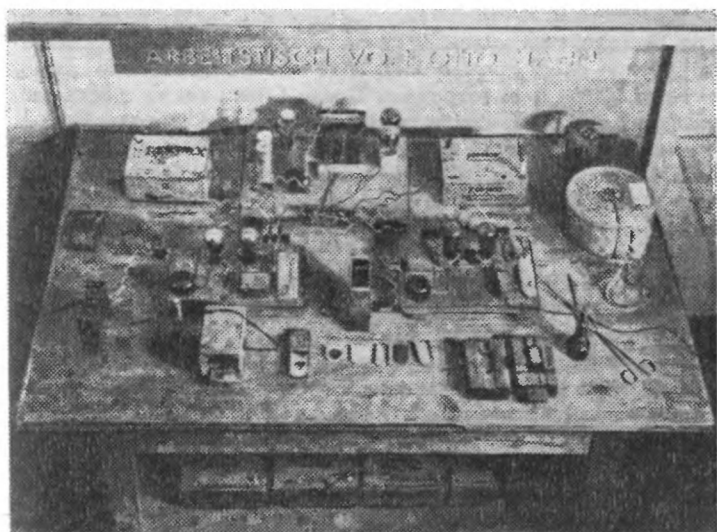
Штрассман внимательно слушал разговор и не мог понять, о чем идет речь.

— Что, Ирен Кюри сделала новое сообщение? — удивился он.

— Да, — ответила Мейтнер и подала журнал Штрассману. — Они снова утверждают, что радиоактивный элемент, который образуется при облучении тория, не похож на трансурановые, а близок по свойствам к лантану.

— Обязательно повторим эти опыты. Вопрос действительно весьма сложен и нуждается в подробном выяснении, — сказал Ган.

Исследования, которые велись в Париже и Берлине, превратили обе научные группы в соперников. В Берлине Ган, Мейтнер и Штрассман изучили несколько радиоактивных изотопов, которые образовывались при бомбардировке урана



Аппаратура, примененная О. Ганом при открытии деления уранового ядра в 1938 г.

или тория нейтронами. Они так усовершенствовали методику экспериментов, что всего за несколько минут могли выделить данный радиоактивный изотоп. Их виртуозность была потрясающей. Часто даже устраивали состязания. Мейтнер держала в руке секундомер, а Ган и Штрассман брали облученный препарат, растворяли, осаждали, фильтровали, отделяли осадок и переносили его к счетчику. Мейтнер отсчитывала время:

— Одна минута и сорок пять секунд для Гана. Штрассман опоздал на пять секунд.

Меньше чем за две минуты они делали то, что обычно требовало от химика двух-трех часов. Лизе Мейтнер верила их результатам безгранично. Все, что создавалось в лаборатории Гана, было не только для Мейтнер, но и для всех физиков-атомщиков мира бесспорной истиной. Поэтому ученые пользовались для трансурановых элементов терминологией Гана, позаимствованной из работ Д. И. Менделеева: эка-рений для элемента 93, эка-осмий для элемента 94, эка-иридий для элемента 95 и т. д. Исследования в трех наиболее крупных в области атомной физики лабораториях мира — в Берлине, Риме и Париже — не оставили сомнений в том, что при облучении урана нейтронами в продуктах распада содержатся эка-рений и эка-осмий. Следующая задача состояла в том, чтобы расшифровать пути их превраще-

ний, определить периоды полураспада и т. д. И никто, кроме Иды Ноддак, не сомневался, что это трансурановые элементы.

Ирен Кюри и ее сотрудник Павле Савич также высказали сомнение. В 1938 г. среди продуктов распада, образующихся при бомбардировке урана нейтронами, они открыли радиоактивный изотоп с периодом полураспада 3,5 ч. Им не хватило уверенности сказать: «Это лантан». Они лишь осторожно написали: «В целом свойства... являются свойствами лантана...» А это был действительно изотоп лантана. И. Кюри и Савич стояли на самом пороге открытия деления урана, но никто им не поверил. Никто! Ни Ферми, ни Бор, ни Резерфорд, ни Мейтнер. Все они считали такой распад невозможным. Энергия, которая связывала протоны и нейтроны в ядре атома в единое целое, была настолько большой, что немыслимо было представить способность одного лишь нейтрона вызвать такой распад.

Заблуждение усилилось после отрицательных результатов, которые дали опыты Гана и Штрассмана. Повторив эксперименты Кюри и Савича, они не смогли открыть лантана. Лизе Мейтнер ликовала.

— Возможно, при повторении опытов мы упустили что-нибудь,—сдерживал ее Ган.—Но все-таки я уверен в наших результатах и сомневаюсь в данных Ирен Кюри.

Ган тоже не верил, и это стоило ему очень дорого. Он и его ученики шли в неизвестность с завязанными глазами и по неверному пути.

А мнение Ирен Кюри все еще было гласом вопиющего в пустыне.

## 20.

Никто не сомневался в правильности схем, составленных с таким большим трудом. Ган, Мейтнер и Штрассман были полностью уверены, что при облучении урана нейтронами его ядро становится неустойчивым и превращается в эка-рений, испуская бета-лучи. Период полураспада продукта этого превращения был установлен—10 с. Эка-рений в свою очередь превращается в эка-осмий с периодом полураспада 2,2 мин. Из эка-осмия получается эка-иридий с периодом полураспада 59 мин и т. д.

Какими были в действительности эти процессы? Ученые разберутся в них лишь через несколько лет. Теперь же их мысли переключились на политику. Вчера объявили о присоединении Австрии к Германии. Военные марши и воинственные речи ораторов не предвещали ничего хорошего. Тень страха постепенно проникла и в лабораторию Гана.

— С сегодняшнего дня Австрия перестает существовать как самостоятельное государство,—с горечью сказала Мейтнер.

— Это означает, что ваше подданство теперь немецкое, а в Германии людям еврейского происхождения не разрешается заниматься наукой. По закону они должны выгнать Вас, но я боюсь худшего... Ган не досказал, но все было ясно и без того.

— Вы волнуетесь за мою жизнь?

— Да, Лизе. Вы должны немедленно покинуть Германию. Попробую выхлопотать для вас паспорт.

Ган никогда не предполагал, что это будет связано со столькими трудностями. Власти отказали в паспорте. Согласно закону евреи не имели права покидать Германию. Они не могли распоряжаться ни своим имуществом, ни личными денежными вкладами в банках. Они жили в постоянном страхе, угнетающем ожидании, что вот-вот к ним ворвутся и уведут в неизвестном направлении. Ган попросил тайного советника Карла Боша замолвить слово перед президентом Кайзеровского института и перед министром просвещения, но все было напрасно. Ни научные достижения Мейтнер, ни ее всемирная известность как физика не помогли.

Единственным выходом оставалось бегство. Ган уведомил Нильса Бора письмом и попросил его о помощи. Он написал также профессору Костеру в Голландию. Прошло несколько тревожных недель и, наконец, пришел ответ. Профессор де Гааз писал, что вместе с профессорами Костером и Фокером им удалось получить согласие голландского правительства принять Лизе Мейтнер без паспорта. Нельзя было терять ни минуты. Мейтнер собрала самые необходимые вещи и отбыла в Голландию, чтобы «провести там летние каникулы». Только трое знали, что она никогда больше не вернется в Германию.

Беспокойство и тревоги с отъездом Мейтнер поглотили почти все лето. Ган не заметил, как наступила осень. Та осень, когда они со Штрассманом сделают самое главное открытие. Возобновились эксперименты и теоретические поиски. Отсутствие Мейтнер ощущалось довольно остро: не было уже разумного советника и строгого судьи, который давал критическую оценку каждого опыта, каждого нового явления. Не было превосходного теоретика, который с легкостью проводил самые сложные вычисления, проверял и оценивал каждую деталь.

Ган положил карандаш и стал рассматривать только что вычерченный график. Ход кривой весьма сложен, расшифровка будет длительной... В этот момент к нему вошел Штрассман. На его лице сияла нескрываемая радость.

— Ирен Кюри и Павле Савич снова пишут, что в продуктах распада тория обнаружено вещество, которое по свойствам очень похоже на лантан. Статья весьма интересна. Вам надо прочитать ее немедленно.

— Я уже говорил вам, Фриц, что больше не буду читать

их статьи,—ответил Ган и прошел в лабораторию. Штрассман последовал за ним.

— Но они действительно правы. Вот, например, их химические исследования показали, что этот элемент соосаждается с оксалатом лантана.

Ган неожиданно остановился.

— Разве они не смогли получить результат с помощью индикаторного метода?\*

На этот раз голос Ирен Кюри был услышан. Заинтригованный казавшимися невероятными результатами французских ученых, Ган решил немедленно проверить их на урановых и ториевых препаратах. При облучении соединений урана нейтронами Ган и Штрассман установили, что в продуктах содержится ничтожно малое количество радия. Это можно было доказать, используя испытанный и многократно проверенный на практике метод соосаждения. Урановый препарат растворяли в воде и к раствору добавляли хлорид бария, затем серную кислоту, которая связывала ионы бария в нерастворимый осадок сульфата бария. Радий, образовавшийся при распаде урана, осаждался в виде нерастворимого сульфата вместе с сульфатом бария. Этот осадок можно было легко отделить от раствора, содержащего уран, и после промывания измерить его активность.

Сколько раз они обрабатывали урановые, ториевые и актиниевые реактивы, выделяя из них радиоактивное вещество соосаждением с сульфатом бария. Никто ни разу не усомнился, что это радий. А ведь как просто было проверить! Ган и Штрассман применили к облученному нейтронами препарату урана метод фракционного обогащения. Согласно их прежним исследованиям, в этом препарате образовывалось бета-активное вещество, которое они называли радием-IV. В этот раз его пришлось тщательно переосаждать дополнительно добавленным хлоридом бария, который должен был выполнять роль носителя. К их неопишуемому удивлению, обогащения осадка не наблюдалось. Радиоактивность оставалась одинаковой во всех фракциях.

— Может быть, условия опыта не подходят? Тогда добавим к раствору изотоп радия—торий-икс,—предложил Ган.

---

\* Индикаторный метод заключается в следующем. К исследуемому веществу добавляют радиоактивный изотоп, активность которого и период полураспада известны. Проследивая за движением этого изотопа во время химической обработки пробы, делают выводы об исследуемом веществе. Например, чтобы доказать, что образовавшийся радиоактивный изотоп является барием, Отто Ган использовал изотоп радия—торий-икс, выполнявший роль индикатора. Получив осадок сульфата бария, содержащий радиоактивный барий и индикатор, он подверг их перекристаллизации. В результате индикатор остался в растворе, а радиоактивный барий выпал в осадок.



— Нет, причина не в этом. До сих пор разделение было безотказным,— рассуждал вслух Штрассман. Он взвесил еще десять граммов нитрата уранила и положил их в камеру для облучения нейтронами.

Когда истекло время облучения, ученые начали обработку пробы. Ган добавил к раствору торий-икс и бромид бария в качестве носителя, а Штрассман приступил к фракционному осаждению. Уже две первые фракции показали, что кристаллы бромида бария содержат изотоп радия—торий-икс. Другой радиоактивный изотоп—радий-IV—был распределен во всех фракциях.

— Картина ясна,—облегченно вздохнул Ган, хотя в его голосе чувствовалось сожаление о потерянном бестолку времени.—Это никакой не радий-IV. Это радиоактивный барий.

— Разве из урана можно получить барий? Ведь это означает, что его атом должен разделиться пополам.—возразил Штрассман.—Как физик, я должен сказать, что это невозможно.

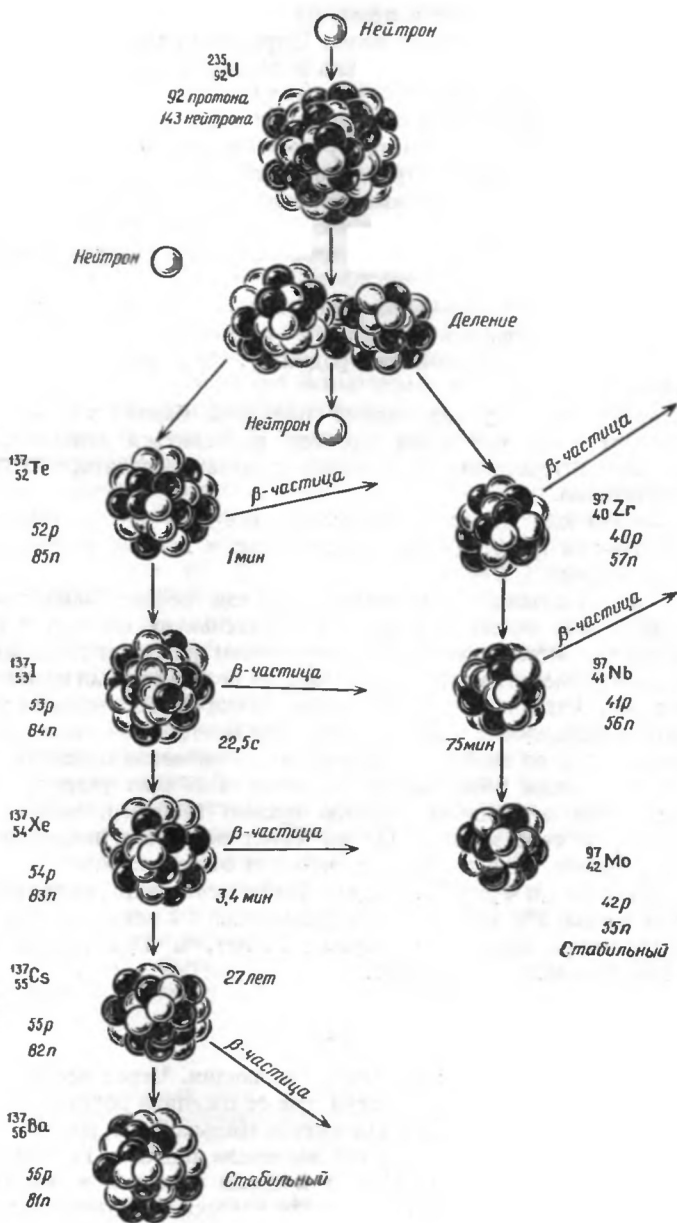
— Но как химик, я скажу, что все-таки радиоактивный барий—это факт. Точно так же, как и лантан, открытый Ирен Кюри.

Ган чувствовал, как недоставало ему сейчас Мейтнер—только она могла бы дать окончательную оценку. Они повторили исследования еще несколько раз. Использовали разные радиоактивные индикаторы, но результат был одним и тем же. Радиоактивное вещество, которое образовывалось при бомбардировке урана медленными нейтронами, оказалось идентичным по свойствам барию, и его не могли отделить от бария никаким химическим способом. Ган был уверен, что это барий, и написал длинное письмо Мейтнер, попросив высказать свое мнение. Он не хотел попасть в положение Ирен Кюри, хотя и понимал, что она была права.

Отто Ган и Фриц Штрассман фактически открыли деление ядра урана. Их статья была датирована 22 декабря 1938 г. Штрассману было в то время 37 лет, а Ган готовился отметить шестидесятилетие.

## 21.

Лизе Мейтнер не осталась в Голландии. Через несколько дней она выехала в Копенгаген, где ее ожидали родственники и старые друзья. Здесь, в Институте Нильса Бора, работал ее племянник Отто Фриш. Сразу же после прихода Гитлера к власти Фриш покинул Гамбург и искал спасения в Англии. Его блестящие познания в области физики и математики не укрылись от пронизательного взгляда Бора. Так Фриш оказался в Копенгагене. Встреча Лизе Мейтнер с Нильсом Бором, Отто Фришем, Вольфгангом Паули и другими выда-



Одна из наиболее вероятных схем деления урана-235

ющимися учеными была незабываемой. В спокойной творческой атмосфере Института теоретической физики она быстро забыла тревоги и опасения прошедших дней. Теперь для нее главной снова стала проблема атомного ядра.

Развернутая Бором широкая деятельность по спасению выдающихся ученых от угрозы фашизма привела к необыкновенному увеличению численности сотрудников института. Но разве могла маленькая Дания дать убежище всем, кто должен был покинуть Германию, Австрию, Венгрию, Италию? Бор пытался найти работу всем, поэтому из Копенгагена непрерывно уезжали ученые во все концы мира, чтобы продолжать снова творческую деятельность. По ходатайству Бора должна была уехать и Лизе Мейтнер. Ее приняли на работу в Нобелевский институт в Стокгольме. В сентябре 1938 г. она уже находилась в Швеции. Первые дни в изгнании были очень тяжелыми. Все казалось чужим и далеким. Разве могла она легко забыть тридцать лет, проведенные в Берлин-Далеме? Она попыталась рассеять свои мрачные мысли работой, ставила все более сложные проблемы, которые требовали неимоверного напряжения мысли.

Однажды она узнала, что в Швецию переселились также ее знакомые. Они пригласили Мейтнер на рождество. Должен был приехать и ее племянник Отто — еще в Копенгагене они решили провести рождественские праздники вместе. В последнем письме Лизе писала, что придет в Гётеборг и будет ждать его там, чтобы вместе поехать в Кунгельв к друзьям. В маленьком поселке в окрестностях Гётеборга — Кунгельве зима была самым красивым временем года. Толстый слой снега покрывал крутые крыши домов. Дымящие трубы и маленькие окошечки с блестящими стеклами выглядели как иллюстрация к зимней сказке. Короткий зимний день и бесконечная холодная ночь, когда словно и воздух замерзал, создавали то удивительное спокойствие, какое можно найти только на севере. Но Мейтнер и Фришу не пришлось насладиться этим спокойствием, дивной красотой севера. За два дня до своего отъезда Лизе Мейтнер получила письмо Отто Гана, в котором тот писал об исследованиях радиоактивного бария. Прочитав письмо, она инстинктивно сжала кулаки. Ей хотелось смять его и выбросить. Внутри все кипело: «Чепуха! Какая чепуха!»

Когда прошло первое волнение, она задумалась: «Если Ган утверждает, что уран превращается в барий, может, это действительно так. Он не может ошибиться. Вероятно, и Ирен Кюри была права...» В работе других Мейтнер могла сомневаться, но в результатах Гана — нет. Значит, нейтроны вызывают какой-то новый вид превращения уранового ядра. Она взяла карандаш и стала быстро писать. Математические символы, которыми она заполняла лист, для обычного человека выглядели бы непонятно. Ядро атома урана распалось

примерно на две части. В письме Ган употребил слово «раскололось». Теперь это не так важно, важен сам факт. Можно ли понять на основе известных законов физики возможность такого расщепления? Первые же вычисления, которые она сделала, дали положительный ответ. Мейтнер почувствовала неуверенность—что, если она ошибается?

Лизе сунула расчеты в карман, надела теплое пальто и поспешила на вокзал. Поезд на Гётеборг отправлялся из Стокгольма почти в то же время, что и паром из Копенгагена. Пока она пересекала покрытые снегом долины озерного края, Отто плыл через пролив Эресунн в Мальмё и дальше направлялся по железной дороге вдоль побережья Швеции на север. Отто несколько задержался, и Мейтнер, прогуливаясь, вышла к морю. Нельзя сказать, что ветер с залива был слишком сильный, но все же прохожих почти не было. Лизе будто не чувствовала ледяного дыхания и сосредоточенно смотрела на воду. Она думала о необыкновенном расщеплении атома урана. И когда ее разыскал племянник, она даже забыла спросить, как он доехал. Вместо приветствия Мейтнер стала говорить:

— Посмотри, Отто, я получила письмо от Гана. Он установил то же самое, что и Ирен Кюри. Атом урана при облучении медленными нейтронами раскалывается на две части, видимо, пополам.

— Это невозможно,—прервал ее Фриш.—Это противоречит законам атомной физики!

— Ничего подобного. По моим предварительным расчетам, это вполне возможно.

— Нет, прошу тебя, не говори мне об этом! Я не хочу портить свой отдых бессмысленными спорами.

Лизе Мейтнер не находила покоя. Она все больше и больше убеждалась в достоверности открытия Гана. Теперь надо было только найти теоретическое объяснение, согласовать все с представлениями о строении атома и самое важное—убедить других ученых в правоте Гана. А это и будет самым трудным. Даже племянник не хочет ее слушать. Всю дорогу в Кунгелъв она продолжала убеждать Фриша. Тот пытался перевести разговор в другое русло, но Лизе стояла на своем. Для нее теперь не существовало ничего другого—ни красоты зимнего пейзажа, ни чудесных запорошенных снегом домиков, ни праздничного настроения...

На другой день Отто решил сходить в лес на лыжах. Мейтнер не могла оставаться дома и пошла с ним. Она хотела убедить племянника, заставить его поверить в новое открытие. Кроме того, она нуждалась в его советах, в его участии. Они шли по лесу. Он двигался солидно и размеренно, опираясь на лыжные палки, а она еле поспевала за ним.

— Невозможно, невозможно, невозможно!—раздраженно прервал Отто надоевшие ему разговоры и остановился.—

Атомное ядро не твердое. Оно не орех, который, если ударишь, расколется на две части.

— А разве я утверждаю это?— продолжала Мейтнер.— Я полностью согласна с последними доводами Бора. Ядро атома действительно можно уподобить капле. Но послушай и меня. Если в эту «каплю» войдет медленный нейтрон и застрянет в ней, ведь возможна такая деформация, что капля станет тонкой посередине и разорвется пополам... Образуются две маленькие капельки. Это очень похоже на размножение простейших организмов. Клетка сдавливается посередине, и из нее образуются две молодые дочерние клеточки.— Мейтнер на секунду задумалась.— А если серьезно, то надо вычислить поверхностное натяжение атомного ядра, чтобы оценить действующие в этом случае силы. Ну же; Отто, пойми, прошу тебя...

На этот раз Фриш не возразил. Несколько минут они шли молча, потом он снял рукавицы и сказал:

— Пожалуйста, дай мне твои расчеты.

Он бегло просмотрел смятые листы, потом вынул карандаш, присел на корточки и стал быстро делать расчеты.

— А ведь это замечательно и невероятно. Ты действительно права!— Фриш сунул лист в карман.— Мы возвращаемся. Надо немедленно все проверить.

Так их каникулы и завершились, не начавшись. Празднества обещали быть исключительно веселыми, но сейчас их это не интересовало. Они заперлись в комнате, где и началось одно из самых замечательных теоретических исследований. Их ждали огромные трудности. Бесконечные вычисления, сложные и трудоемкие выводы, проверка полученных результатов, сравнение с выведенными формулами и закономерностями... Они не заметили, как прошли семь дней и как наступил 1939 год. Новый год принес новую теорию. Мейтнер и Фриш впервые дали теоретическое объяснение результатов, полученных Ганом и Штрассманом. Если их выводы подтвердятся и все окажется правильным, человечество пойдет по новому пути, будет располагать новым источником энергии. Они вполне сознавали, что сделали эпохальное открытие, поэтому спешили подготовить статьи. Но прежде Фриш должен был все рассказать Бору.

Вернувшись в Копенгаген, Фриш отправился прямо к шефу, где застал многих сотрудников. Бор готовился к отбытию в Америку для работы в Принстоне. Еще нужно было много сделать, напомнить, дать последние наставления ученикам. До отплытия корабля оставалось мало времени. В этот напряженный момент и пришел Фриш к Бору с расчетами в руках. Он стал быстро разъяснять выводы и соображения, являвшиеся плодом его совместной работы с Мейтнер. С первых же его слов Бор бросил приготовления и стал внимательно слушать.

— Согласно нашим соображениям, урановое ядро должно расколоться на две части — на атомы бария и криптона. При этом между вновь образовавшимися ядрами должны появиться силы отталкивания, энергия которых достигает двухсот миллионов электрон-вольт. Это колоссальная энергия, которую невозможно не только получить в других процессах, но даже трудно представить себе.

Бор взял листы из рук Фриша и быстро пробежал глазами расчеты. Все выглядело правдоподобно.

Он хлопнул себя по лбу и воскликнул:

— Как же мы до сих пор не заметили этого?

— Нильс, у нас еще масса дел, а ты отвлекаешься.—

Маргарет взяла его за руку и повела к двери.

— Вы послали статью? — успел спросить Бор.

— Еще нет, но она почти готова.

— Поспешите со статьёй. Обещаю, пока я не увижу ее в журнале, никто не будет знать о вашем открытии. Это настоящая сенсация!

Фриш медленно пошел в лабораторию. Он продолжал размышлять об открытии. Надо искать экспериментальные доказательства. Ган доказал наличие бария — одной половины расколотого ядра урана. Теперь надо искать и другую половину — криптон. Но это работа для классных химиков, то есть для Гана и Штрассмана. Что же касается энергии, которая выделяется при делении, то она также может служить превосходным доказательством. Этим займется он сам. Фриш сразу приступил к работе. Необходимая аппаратура была совсем простой. Удивительно, как никто до сих пор не догадался провести такие опыты. Деление уранового ядра могло быть открыто еще четыре года назад. Фриш подобрал подходящий термин — «деление» — с помощью Георга Хевеши, который называл явление размножения бактерий именно этим словом.

Чтобы измерить энергию, выделяющуюся при делении уранового ядра, Фриш использовал две металлические пластинки. На одну насыпал оксид урана, а другую соединил с усилителем осциллографа. Когда он придвинул ампулу с нейтронным источником ближе к урановому слою, дрожащая зеленая линия на экране осциллографа резко изогнулась, словно хотела выскочить за дозволенные пределы. Каждый всплеск означал раскол атома урана на две части. Образующиеся при этом частицы ударяли о металлическую пластинку и сообщали ей свою энергию, которая по предварительным вычислениям составляла 200 млн электрон-вольт. Деление уранового ядра под действием нейтронов было доказано экспериментально.

Статья Лизе Мейтнер и Отто Фриша, озаглавленная «Деление урана с помощью нейтронов: новый тип ядерной реакции», была отправлена в печать 16 января 1939 г. и

появилась в журнале «Природа» («Nature») через месяц. Здесь же вскоре была напечатана еще одна их статья — «Продукты деления уранового ядра» и затем работа Фриша о результатах экспериментов, проведенных в Дании.

## 22.

В тот же день, когда Фриш послал рукопись в английский журнал, пароход «Дроттингхольм» после десятидневного плавания из Гётеборга входил в порт Нью-Йорка. Несмотря на ледяной ветер, Нильс Бор вышел на палубу, чтобы полюбоваться открывшимся видом на многомиллионный город. По мере того как корабль приближался к берегу, громады бетона, железа и стекла становились все величественнее. Большой океанский лайнер стал вдруг похож на маленькую скорлупку, которая, казалось, вот-вот исчезнет в хаосе великанов. Но Бор, отвлеченно глядя на небоскребы, продолжал думать об открытии Мейтнер и Фриша. Он обещал держать открытие в секрете, но забыл предупредить об этом невольного участника его беседы с Фришем — своего сотрудника Леона Розенфельда. Во время плавания они часами обсуждали это открытие. Более того, Бор провел теоретическую проверку, которая не только подтвердила идею деления уранового ядра, но породила ряд новых проблем. Розенфельд тоже увлекся новой идеей.

Среди встречавших Нильса Бора были Лаура и Энрико Ферми и Джон Уилер. Всего лишь три месяца назад Ферми собирался из Рима в Стокгольм для получения Нобелевской премии по физике. Его сопровождали жена и дети, радовавшиеся поездке. Лишь он один был неспокоен. Удастся ли его план?.. Но все прошло благополучно. Только в Стокгольме сказал он жене, что они больше не увидят Рима, что надо искать спасения от надвигающейся чумы фашизма. Другим было о чем рассказать друг другу, но встреча длилась недолго: Америка уже захлестнула их своим сумасшедшим темпом. Розенфельд с Уилером поехали сразу в Принстон, а Бор остался в Нью-Йорке. Через два дня они должны были встретиться в Принстоне, откуда потом отбыть в Вашингтон, чтобы принять участие в конгрессе физиков.

События, которые произошли в течение нескольких дней в крупнейших научных центрах Соединенных Штатов Америки, вполне могут послужить сценарием для захватывающего приключенческого фильма.

... Ничего не подозревая о том, что открытие Мейтнер и Фриша надо держать в секрете, ближайший сотрудник Бора Розенфельд приезжает в Принстон и сразу же попадает на вечернюю встречу физиков в клубе Принстонского университета. Его буквально засыпают вопросами. Всех интересует, что нового в Европе. Розенфельд простодушно и открыто

рассказывает об опытах Гана и Штрассмана и о теоретических выводах Мейтнер и Фриша. На этой встрече присутствует Уиллис Лэмб, сотрудник Ферми. Той же ночью Лэмб едет в Нью-Йорк и утром следующего дня врывается в кабинет Ферми. Задыхаясь от волнения, он сообщает необыкновенную новость. Уже через несколько минут Ферми спешно приглашает профессора Джорджа Пергама и доцента Джона Даннинга. Они обстоятельно обсуждают проект предстоящих экспериментов, и Даннинг немедленно берется за их осуществление. Сначала нужно воспроизвести процесс деления уранового ядра, затем измерить выделяющуюся энергию. Энрико Ферми понимает, какое великое открытие он упустил еще пять лет назад, когда впервые бомбардировал уран медленными нейтронами.

И вот сейчас снова открываются неограниченные перспективы. Ферми едет в Вашингтон для участия в конгрессе физиков, а в это время в подземелье Колумбийского университета Джон Даннинг с двумя помощниками осуществляют деление уранового ядра. Ничего не зная о том, что Отто Фриш уже провел в Копенгагене почти такой же опыт и практически на той же аппаратуре, 25 января 1939 г., через 10 дней после окончания опытов Фриша, Даннинг спешно готовит сообщение для журнала «Природа».

В Принстоне события тоже развиваются напряженно. Когда Розенфельд сообщает Бору, что он рассказал о делении уранового ядра, Бор сердится и беспокоится о том, что кто-нибудь опередит Мейтнер и Фриша и они окажутся в положении присвоивших чужое научное открытие.

Он посылает срочную депешу в Копенгаген, в которой настоятельно требует от Фриша, чтобы тот немедленно опубликовал результаты и провел опытную проверку. Идут дни, а ответа все нет. В Копенгаген летит вторая телеграмма, затем серия писем сотрудникам, Маргарет... А в Копенгагене все недоумевают, почему Бор так настойчив — ведь об открытии пока никто не знает.

Тревога Бора усиливается еще больше, когда он встречается с Ферми на конгрессе в Вашингтоне и узнает, что эксперименты по делению ядра урана уже в полном разгаре. Но пока результаты Ферми не опубликованы — новое явление не предано гласности. Однако на следующий день на конгресс приносят свежий номер немецкого журнала «Естествознание» («Naturwissenschaften») со статьей Гана и Штрассмана. В тот же день приходит письмо от сына Ганса, в котором наконец сообщается утешительная весть — Фриш послал статью в печать. Теперь Бор спокоен, он может открыто рассказать всем о делении урана.

... Его выступление 26 января 1939 г. слушали с необыкновенным интересом. Еще до того, как он закончил свое сообщение, несколько человек вышли из зала. Один из них



почти бегом отправился к зданию института Карнеги, где был смонтирован мощный ускоритель. Надо было немедленно сменить мишени и исследовать деление уранового ядра. Другие поспешили позвонить в свои лаборатории и дать указания о подготовке экспериментов...

На следующий день Бор и Розенфельд были приглашены в институт Карнеги, чтобы присутствовать при проведении опытов. Впервые Бор наблюдал судорожное дрожание зеленой линии на экране осциллографа. Впервые на его глазах происходило деление атомов урана и выделялась та колоссальная энергия, которую он, Нильс Бор, вместе с десятками других ученых вскоре обуздает.

Таким образом, меньше чем за месяц в четырех лабораториях мира осуществили деление уранового ядра и показали, что при этом выделяется огромная энергия. Это были лаборатории в Копенгагене, Нью-Йорке, Вашингтоне и Париже.

Мало кто знал, что была и пятая лаборатория—в Политехническом институте в Ленинграде, где тоже разрабатывалась теория деления ядра урана.

## 23.

Почти одновременно с исследованиями Гана и Штрассмана, теоретическими выводами Мейтнер и Фриша в лаборатории Коллеж де Франс в Париже супруги Ирен и Фредерик Жолио-Кюри с сотрудниками Павле Савичем, Хансом Халбаном и Львом Коварски пришли к тому же открытию.

В январе 1939 г., когда Отто Фриш экспериментальным путем проверял предположение Мейтнер о делении уранового ядра, а в Америке началась настоящая гонка исследований по бомбардировке урана нейтронами, супруги Жолио-Кюри, Халбан и Коварски наблюдали распад ядер урана и тория. Они назвали этот распад «взрывом», потому что, как показывали измерения и вычисления, такое большое количество энергии не могло получаться ни при каких известных до сих пор реакциях на Земле. Ф. Жолио-Кюри так и записал—«взрыв»—в заголовке статьи, представленной в журнал «Доклады Парижской Академии наук» всего на две недели позже статьи Мейтнер и Фриша.

Жолио-Кюри мечтал о светлом будущем человечества, когда люди овладеют энергией атома:

— Представьте себе, к какому расцвету придет цивилизация, если нам удастся найти ключ к управлению этой реакцией! Один атом углерода выделяет при горении около двух-трех электрон-вольт, а один атом урана при «взрыве»—двести миллионов! Сколько атомов в одном килограмме урана? Фантастическое число! Сколько тонн угля понадобится, чтобы получить ту же энергию?—Он принялся за

вычисления.—Посмотрите, Коварски. Триста тысяч тонн! Одна лишь электростанция мощностью в 300 мегаватт расходует около трехсот миллионов тонн угля в год.

— Да, результат впечатляет,—отозвался Коварски.—Вместо этих миллионов тонн угля—одна тонна урана.

— Вам известно, что годовое производство электроэнергии во Франции всего в десять раз больше? Значит, если можно осуществить реакцию деления под контролем, будет достаточно только десяти тонн урана, чтобы снабжать электрической энергией всю Францию в течение одного года! Десять тонн урана, которые можно погрузить в один грузовик. Правда, это только мечты. Электричество из угля получается довольно просто: уголь надо сжечь, для этого нужен кислород. Уголь горит, выделяет тепло, непрерывно подается воздух...

— А чтобы распадался уран, нужны нейтроны,—продолжил Коварски.—Но как их получить в нужном количестве?

Наступило продолжительное молчание. Каждый обдумывал на первый взгляд такой простой, но кажущийся неразрешимым вопрос. Вдруг Жолио-Кюри оживился.

— Представьте себе, что распад урана может протекать по цепному механизму. Нейтрон ударяет в ядро урана, и оно распадается. А если при этом выделяются нейтроны? Предположим, что их два. Каждый будет вызывать деление еще двух атомов урана. При этом выделятся четыре нейтрона. Скорость реакции будет нарастать лавинообразно.

— Но тогда наступит взрыв,—возразил Халбан.

— Не все так просто.—Жолио продолжал рассуждать.—Чтобы это произошло, требуется одновременное выполнение нескольких условий. Во-первых, при распаде одного атома урана должно выделяться более одного нейтрона. Во-вторых, каждый нейтрон должен быть способным вызвать распад другого атома. В-третьих, необходимо поддерживать реакцию непрерывно. И, наконец, в-четвертых, мы должны научиться управлять реакцией по нашему желанию, ускорять или замедлять ее.

Жолио-Кюри и его сотрудники поняли, что первая и самая важная задача состоит в установлении количества нейтронов, выделяющихся при делении одного уранового ядра.

Через несколько месяцев они установят, что это количество больше двух, и тогда «цепная реакция» превратится из фантастической мечты в реально достижимую цель.

## 24

Почти те же идеи обсуждались учеными по другую сторону океана. Лео Сцилард уже после первой серии экспериментов в Колумбийском университете установил, что



Выдающиеся физики-атомщики на встрече нобелевских лауреатов в Линдау (ФРГ). Слева направо: О. Ган, В. Гейзенберг, Л. Мейтнер, М. Борн

деление уранового ядра может протекать по цепному механизму. Аналогичное предположение сделал и Нильс Бор, который остался в Принстоне, чтобы обдумать вместе с Уилером некоторые самые неотложные вопросы, связанные с теоретическим обоснованием деления. Прежде всего требовалось создать модель этого процесса.

Но если Жолио-Кюри верил в доброе начало и мечтал об атомной электростанции, Лео Сцилард увидел ужасающую опасность, которая таилась в этом открытии. Он на себе испытал человеконенавистническую жестокость, бездушие и садизм фашистских правителей на его родине, в Венгрии. Преследуемый из-за своего еврейского происхождения, он был вынужден бежать далеко за океан, чтобы спасти свою жизнь и продолжить работу для науки и блага людей. Но Сцилард знал, что подобные исследования ведутся и в Германии. Там находится Отто Ган — первооткрыватель деле-

ния урана. Там работают Макс Лауэ, Вернер Гейзенберг, Карл Вейцсеккер, Ганс Гейгер, Вальтер Боте и многие другие талантливые ученые, которые, может быть, уже открыли способ контроля цепной реакции. А что если Гитлер узнает об этом открытии?.. Сцилард даже не хотел думать о последствиях, это был бы конец света. Гитлеровцы и так истребляют миллионы людей. Если же в их руки попадет секрет деления урана, они, не задумываясь, сотрут с лица земли целые континенты.

Страшная картина гибели человечества заставила Сциларда задуматься о проблемах ответственности ученого за судьбы людей, об использовании результатов научных исследований, секретности и вообще о необходимости подобных экспериментов — тех проблемах, которые вскоре будут волновать десятки ученых во всем мире. Продолжать исследования или остановиться, пока не поздно? Но можно ли остановиться? А что если всем ученым мира договориться держать в секрете свои открытия и не публиковать их? Эта идея показалась Сциларду реальной. Почему бы не засекретить все атомные исследования? Тогда Гитлер не мог бы использовать открытие в своих целях. После таких размышлений Сцилард написал обращение к ученым-атомщикам мира и разослал его по почте.

Следует заметить, что история науки до этого времени не встречалась с подобными инцидентами. Ученые мира работали единой семьей и считали первостепенным долгом извещать о своих достижениях всех коллег без исключения. Для этого и существовали многочисленные научные журналы. Любое открытие, каждый научный факт, опубликованный в том или ином журнале, становились достоянием всех ученых мира. И каждый с нетерпением ждал свежих номеров журналов, чтобы узнать последние научные новости и таким образом скорректировать свою работу с работами других исследователей. Каждый ученый знал, над чем работали коллеги в других странах и лабораториях, какие проблемы их волновали. Более того, многие ученые знали друг друга лично, и часто результаты исследований, прежде чем найти отражение на страницах журнала, излагались в письмах близким и друзьям.

Теперь Лео Сцилард предлагал ввести полную секретность. Это было настолько необычно и неожиданно, что почти никто не согласился с ним, никто не хотел отказаться от друзей. Да и кто мог гарантировать, что среди сотен ученых-атомщиков не найдется хотя бы один, кто нарушит соглашение? Тогда все усилия по сохранению секретности пойдут прахом.

И все же Сцилард принялся убеждать ученых согласиться с ним. Его деятельность в этом направлении еще более расширилась, когда экспериментальным путем был доказан цепной механизм деления уранового ядра.

— Взрыв неминуем. Я совершенно уверен, что военная машина обязательно воспользуется и создаст атомную бомбу,—разгоряченно говорил Сцилард.

— Это еще вопрос далекого будущего,—успокаивал его Бор.—Вы ознакомились с моими последними теоретическими выводами? Я категорически утверждаю, я убежден в том, что цепную реакцию можно осуществить только с ураном-235. Пока же отделение этого изотопа, содержание которого в природном уране лишь семь десятых процента, от изотопа уран-238 невозможно.

— Простите, Бор, но в сущности это возможно,—вмешался Даннинг.—Однако с помощью масс-спектрографа едва ли можно получить ощутимые количества, хотя бы миллиграммы. А для одной атомной бомбы наверняка понадобятся килограммы.

— Но так как разделение изотопов невозможно химическим путем,—дополнил Бор,—то я не вижу возможности для практического осуществления реакции.

— Мне кажется, вы не правы,—возразил Ферми.—Ваши выводы об уране-235 не доказаны экспериментально, и я считаю их пока только предположением. По-моему, уран-238 тоже мог бы распадаться по цепному механизму. А его можно получать в огромных количествах—десятки и сотни тонн.

— Выводы об уране-235 вне сомнения,—сказал Бор.—Они обязательно будут подтверждены экспериментальным путем, если нам удастся получить с помощью масс-спектрографа хотя бы несколько миллиграммов урана-235.

В этих рассуждениях было и много истины и много заблуждений. Да, Бор был прав, что цепную реакцию можно осуществить лишь с ураном-235, и очень скоро Ферми убедится в своем заблуждении. Прав был и Сцилард в том, что будет создана атомная бомба. Только через несколько лет Бор и Ферми поймут, в чем они ошибались. Более того, они примут непосредственное участие в создании бомбы. Бор и Ферми заблуждались и относительно возможности разделения изотопов урана.

Не случайно Даннинг не ответил утвердительно, когда Бор убеждал Сциларда, что разделение невозможно. Как ученый-химик, Даннинг хорошо знал о разнообразии свойств химических соединений и о «чудесах» химических реакций. Однако физики-атомщики, работавшие в США, имели весьма смутное представление о возможностях химии. Вот почему идея разделения урановых изотопов родилась в Англии. Заслуга в этом принадлежит Отто Фришу и Рудольфу Пайерлсу. Когда в Европе почуствовали угрозу второй мировой войны, оба ученых находились в Англии. Бор немедленно послал телеграмму Фришу с просьбой остаться там, потому что его возвращение в Данию было опасно. Фриш и Пайерлс хорошо сознавали, что возможность разделения урановых изотопов

надо искать в свойствах его соединений. Массы атомов урана-235 и урана-238 различаются всего на три единицы, но этим нельзя пренебрегать. Еще около века назад выдающийся английский химик Томас Грэм открыл закон диффузии газов: если смесь двух различных газов пропустить через пористую перегородку, то прошедшая газовая смесь обогащается легким газом, а оставшаяся — тяжелым. Если этот процесс повторять много раз, можно полностью разделить любые смеси газов. Ученые помнили об этом, но забыли то, что было известно химикам: некоторые соединения урана, например гексафторид, легко испаряются при относительно низких температурах. Лишь через несколько лет в Ок-Ридже начнет действовать завод, который будет производить уран-235 на основе газовой диффузии летучего гексафторида урана.

## 25.

Вполне возможно, что сказка о злом джинне, которого странник неосторожно выпустил из запечатанной бутылки, создана не случайно. Каждый человек в своей жизни может совершить необдуманый поступок, который приведет его к тяжелым, а иногда и трагическим последствиям.

Осенью 1939 г. немецкие фашисты начали Вторую мировую войну. Одна за другой страны Европы оказались охваченными ее пламенем. Первой была Польша, потом пришла очередь Дании, Голландии и Норвегии, которые капитулировали почти без сопротивления, в ближайшем будущем это ждало Бельгию, Люксембург, Францию, Грецию и Югославию. Великобритания содрогалась от губительных бомбежек. За два года пламя войны охватило всю Землю. Битва шла на бесконечных просторах Советского Союза, в горячих песках африканских пустынь, на берегах Тихого океана и Японского моря.

Война мгновенно изменила ход событий. Ученые поняли, что Сцилард был прав и исследования по ядерной физике необходимо было держать в полной тайне. Тем более что Гитлер трубил во всеуслышание, что Германия готовит новое страшное оружие, с помощью которого захватит весь мир. И это было вполне возможно. Германия имела не только крупных специалистов в области атомной физики, она уже овладела самыми богатыми урановыми рудниками в Европе, находящимися на территории оккупированной Чехословакии. Ученые полностью осознавали, что ждет человечество, если энергия, которая кроется в урановом ядре, попадет в руки Гитлера. Это понял не только Сцилард. Это теперь поняли все.

Еще до начала второй мировой войны окрыленный верой в доброе начало Фредерик Жолио-Кюри добился встречи с военным министром Франции Раулем Дотри и подробно

информировал его о тех перспективах, которые сулят атомные исследования. Одна атомная электростанция могла снабжать страну электроэнергией, освободив огромные количества угля для других целей. Маленькие атомные реакторы, смонтированные на подводных лодках, сделали бы их совершенно бесшумными, устранили нужду в сжатом воздухе и заменили огромные аккумуляторы.

Министр взялся лично курировать работу группы Жолио-Кюри. С его помощью во Францию доставили тяжелую воду, которая производилась на единственном в мире заводе в Норвегии. Жолио-Кюри имел в своем распоряжении около девяти тонн оксида урана, доставленного бельгийской фирмой, которая разрабатывала самые богатые урановые месторождения в Конго. Работа по созданию атомного реактора шла полным ходом, но вторжение немецких войск во Францию все перечеркнуло. Пришлось эвакуировать лабораторию далеко на юг. Только через месяц на вилле в Клермон-Ферране, спрятанной у подножия Альп, работа по строительству атомного реактора возобновилась, но оккупация Парижа опять заставила взять новый курс.

Фредерик Жолио-Кюри, теперь уже руководитель военной лаборатории, принял спешные и решительные меры. Халбан и Коварски должны были немедленно ехать в Англию, чтобы перевезти тяжелую воду за Ла-Манш. Работы по созданию атомного реактора будут приостановлены, но Халбан и Коварски продолжат их в Англии вместе с английскими физиками. Проекты атомного реактора будут созданы там уже в рамках британской программы по атомным исследованиям.

В Англии по атомной программе работали не только ученики и сотрудники Резерфорда, во главе которых теперь стоял Чедвик. К ним присоединились многие ученые с континента. Грохот войны нарушил спокойствие в английских атомных лабораториях. Тогда английские атомщики решили познакомиться со своими проблемами правительственные круги. Лорд Чаруэлл, профессор физики в Оксфорде и ближайший советник Черчилля по научным вопросам, ознакомил премьер-министра с возможностями и научным потенциалом страны, а самое важное — с проблемой создания атомной бомбы. Черчилль узнал также о подробных исследованиях в гитлеровской Германии. Однако атомная программа в Англии не получила должной правительственной поддержки. Тем не менее английские ученые разработали конструкцию атомного реактора, технологию и проекты заводов по разделению урановых изотопов методом термодиффузии, вычислили критическую массу урана — то наименьшее его количество, при котором, однажды начавшись, цепная реакция могла продолжаться непрерывно. С усилением военных действий осуществление английского атомного проекта встречало все боль-

шие затруднения. Поэтому в последние годы войны многие из английских атомщиков продолжили свои исследования в США. За океан уехали Джон Кокрофт, Маркус Олифант и другие.

Не менее драматичным и напряженным был диалог между американскими учеными и руководством США. Сциларду, Ферми и Эйнштейну удалось информировать президента Рузвельта об успехах атомных исследований, о возможностях создания атомной бомбы, об опасности, которая угрожает миру, если их опередит Германия, о неисчерпаемых возможностях использования атомной энергии. Поначалу не только американские генералы и научные советники президента, но и сам президент оценивали все это, как фантастическое воображение смертельно напуганных ученых. Они не поверили даже Эйнштейну, авторитет которого в мире был очень высок. В конце концов Рузвельт распорядился взять атомные исследования под контроль военного министерства.

События в Германии развивались своим путем. Еще в начале войны, после оккупации Чехословакии, Пауль Гартек информировал фашистское правительство о возможностях создания атомной бомбы. Исследования в Берлине и Лейпциге велись полным ходом. Был разработан метод разделения изотопов урана центрифугированием, а когда правительство отпустило средства, быстрыми темпами началось промышленное производство урана. Фашистская Германия быстро захватила почти половину Европы и наложила руку на половину добытого в мире урана — 1200 т уранового концентрата было конфисковано после оккупации Бельгии. Ученые могли приступить к конструированию атомного реактора. За это взялись Вернер Гейзенберг и Карл Вейцеккер. Их деятельность практически не отличалась от того, что делали их заокеанские коллеги. Всего лишь несколько лет назад многие из них были друзьями, исследования все еще проводились параллельно в нескольких странах. Почти одновременно вычислили критическую массу урана-235 в Англии, Германии и США. Тем временем первоначальные успехи немецкой армии на Восточном фронте сменились поражениями. Небывалый разгром под Москвой, гибель армии под Сталинградом...

Ноябрь 1942 года. Прошло полгода с тех пор, как Геринг запретил отпускать средства для исследований, которые не могут дать результатов в течение шести месяцев. Правительство уже не интересовалось работой немецких атомщиков. Производство урана в Германии замерло. Опыты Гейзенберга и Вейцеккера по осуществлению цепной реакции так и не завершились.

## 26.

В начальный период атомных исследований еще не было осознанного ужаса перед разрушительной силой атомной



энергии. В первые годы войны ученые все еще разрабатывали проблемы овладения цепной реакцией, отделения изотопа урана, способного делиться под действием нейтронов. В ходе исследований теоретикам удалось доказать возможность проведения цепной реакции непосредственно на природном уране. Нейтроны, образующиеся в большом количестве при делении урана-235, атакуют изотоп уран-238 и вызывают ядерную реакцию, которая приводит к образованию изотопа — урана-239. Испуская  $\beta$ -частицу, он превращается в нептуний-239, а этот последний — в плутоний-239. Уже в 1941 г. стало ясно, что альфа-активный плутоний-239 обладает той же способностью, что и уран-235: он делится под действием медленных нейтронов. Так как по химическим свойствам плутоний отличается от урана, их разделение не представляло сложной задачи.

Так был найден еще один источник атомной энергии. Проблема производства атомного топлива уже не выглядела столь фантастической. Военное министерство США стало живо интересоваться работой атомщиков и отпустило значительные средства. Теперь группа ученых Колумбийского университета под руководством Энрико Ферми получила возможность проводить опыты в крупных масштабах. Задача, которая стояла перед Ферми и его сотрудниками, заключалась в том, чтобы провести эксперимент по управлению цепной ядерной реакцией. Расчеты были сделаны, требовалось проверить их на практике. Для этой цели надо было построить опытный ядерный реактор. Но многие вопросы, связанные с его конструкцией, приходилось решать экспериментальным путем. Первыми помощниками Ферми в этих исследованиях были У. Зинн и К. Андерсон.

...Андерсон сидел у стола, на котором находились графитовые блоки. Он осторожно высверливал отверстие в центре блока; туда надо было установить родиевый детектор нейтронов. Зинн расставлял блоки из графита и оксида урана по схеме, предварительно вычерченной Ферми. Сам Ферми внимательно наблюдал за работой и продолжал вычисления. Работа с графитом была очень неприятной. Графитовая пыль въедалась в кожу. Зинн и Андерсон были черны, как угольщики. Когда наконец отверстие было готово, Андерсон вкладывал в него родиевую пластинку и передавал графитовый блок Зинну. Тот должен был установить блок на определенное место в сложной схеме задуманной конструкции. При прохождении через графитовые блоки нейтроны замедляются и, попадая в соседний блок с оксидом урана, вызывают деление урановых ядер. При этом выделяются новые нейтроны, которые тоже замедляются на графите. Для определения общего количества выделяющихся нейтронов и использовался индикатор — родиевые пластинки. При облучении нейтронами в них образовывался радиоактивный изотоп

родия с периодом полураспада 44 с. Этот индикатор обладал тем преимуществом, что через десять минут его радиоактивность снижалась до нуля, и он был пригоден для следующего измерения. Однако работать приходилось очень быстро.

Ферми нажал кнопку секундомера. В лаборатории стало тихо. Слышно было только тиканье часов. Ферми и Зинн вышли в соседнюю комнату, где находился счетчик Гейгера. Его нельзя было поставить в лаборатории, потому что его работе мешал бы постоянный нейтронный поток. Через минуту Андерсон вытащил родиевую пластинку и бросился в соседнюю комнату. Зинн закрыл свинцовую камеру, куда была помещена пластинка. Ферми следил за стрелкой секундомера и держал указательный палец на кнопке счетчика. Прошло двадцать секунд. Ферми нажал кнопку и поднял взгляд на шкалу. Стрелка отпрыгнула, стала плавно возвращаться назад, а лампочка засверкала. Зинн записал показания, а тем временем Ферми уже проводил вычисления на счетной линейке:

— Коэффициент — шестьдесят семь сотых. Надо увеличивать размеры.

Эта простая фраза означала необходимость проведения новых расчетов, которые займут несколько дней. Надо было снова рассчитывать толщину графитовых слоев и слоя оксида урана, энергию нейтронов, степень их замедления, процент рассеивания и потерь. Через несколько дней все повторялось. Коэффициент должен был превысить единицу! Только тогда реакция пойдет самостоятельно. Исследования показывали, что для этого нужны десятки тонн оксида урана и графита. Проведение дальнейших экспериментов имело смысл только при наличии огромных средств и при поддержке со стороны государства.

Теперь уже военное министерство вплотную заинтересовалось атомными исследованиями. Было принято решение продолжить их в Металлургической лаборатории Мичиганского университета в Чикаго. Отпустили нужные средства, организовали доставку соответствующих количеств оксида урана, металлического урана и графита. Ферми и его сотрудники переехали в Чикаго.

Здание, в котором предстояло построить первый атомный реактор, еще не было завершено. Ферми обсудил возможности для использования другого помещения и вместе с директором лаборатории Артуром Комптоном осмотрел подвальные помещения и нижние этажи некоторых корпусов университета.

— Наиболее удобны помещения под трибунами стадиона, — настаивал Ферми.

— Здесь мы многим рискуем, — возражал Комптон. — Район, расположенный за стадионом, густо населен. При возможном взрыве или даже при рядовой аварии, которая



А. Комптон

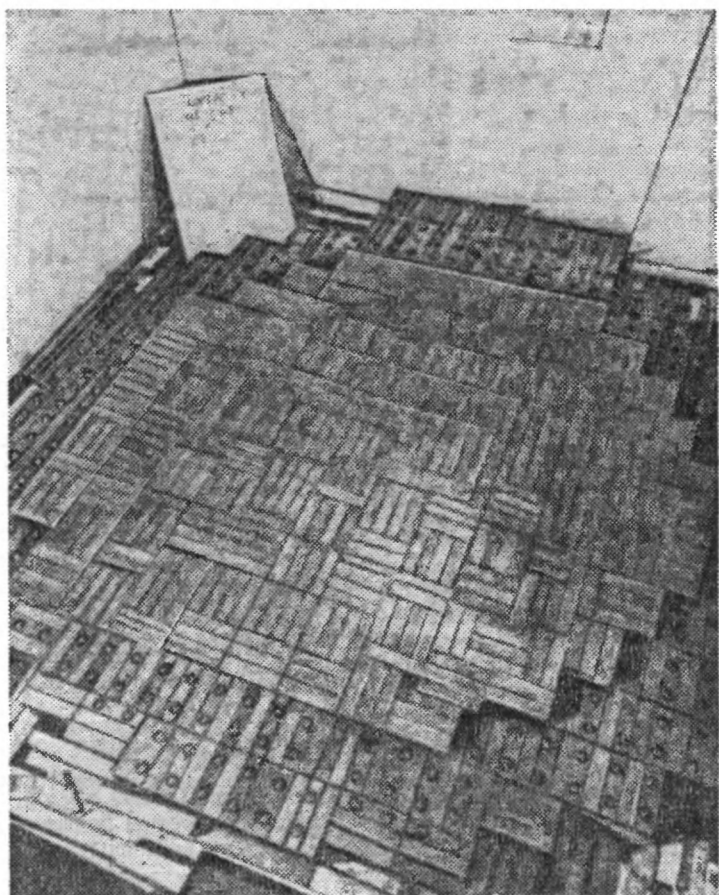
может привести к опасному радиоактивному заражению местности, возникнет страшная паника.

— Это исключено,— уверенно заключил Ферми.— Все вычисления сделаны с большим коэффициентом безопасности. Это место выбрано мною как максимально удобное. Здесь легко проводить погрузочно-разгрузочные работы.

— Я должен уведомить генерала Гровса. В конце концов, он все решает.

С весны 1942 г., когда создали Металлургическую лабораторию в Чикаго, атомные исследования полностью перешли под контроль военного министерства. Была введена полная секретность, и за работой ученых следили специально назначенные сотрудники секретной службы. В августе того же года, когда сооружение атомного реактора вошло в свою решающую фазу, был утвержден знаменитый Манхеттенский проект атомной бомбы. Для его осуществления требовалось в кратчайший срок построить заводы для производства атомного горючего и существенно интенсифицировать исследования. Руководитель Манхеттенского проекта генерал Лесли Гровс одобрил место, выбранное Ферми.

Монтаж реактора начался в середине ноября 1942 г. Работы проводили в две смены, одной руководил Андерсон, другой— Зинн. Разумеется, общее руководство осуществлял Ферми. В каждую смену работало несколько бригад. Они обрабатывали графитовые блоки, с помощью мощных прессов изготавливали формы из оксида урана, сооружали деревянную раму, ограждающую всю конструкцию. Предваритель-



Один из слоев первого атомного реактора в Чикаго

ных чертежей сооружения не было по той простой причине, что никто не знал, как их сделать. В ходе работы непрерывно производили измерения и обсуждали, как поступать дальше. Проблем было много: как располагать блоки оксида урана и графита, где устанавливать регулирующие кадмиевые стержни, а где — металлический уран, количество которого было сравнительно невелико. За две смены напряженной работы едва удавалось завершить установку четырех слоев.

Когда покрытые черной пылью сотрудники отправлялись мыться, Зинн запирает «хранилище» кадмиевых стержней и шел в кабинет Ферми, чтобы обсудить план действий на

следующий день. Ключи от помещения, где хранились кадмиевые стержни, были только у Зинна и Андерсона. Так как вводить стержни в реактор и выводить предполагалось вручную, необходимо было сделать их максимально легкими. Придумали остроумную конструкцию: деревянную планку обили кадмиевой жёстью. Кадмий обладает свойством поглощать нейтроны. Когда кадмиевые стержни вводили в реактор, деления урана не происходило, когда же выводили, нейтроны, замедлявшиеся при прохождении через графитовые стержни, попадали в урановые блоки и вызывали деление урановых ядер.

За две недели соорудили более 50 слоев. Последний, пятьдесят седьмой слой поставила вечерняя смена, руководимая Андерсоном. Оставив необходимый технический персонал, он начал проводить контрольные измерения.

— Выводите кадмиевые стержни,—сказал Андерсон и подошел к пульту управления.

Засветились контрольные лампочки. Стрелка счетчика отклонилась вправо и остановилась почти у деления, отмеченного красной чертой. Андерсон записал показания приборов. Они свидетельствовали, что масса урана достигла критической величины. Чтобы началась цепная реакция, надо было вывести последний кадмиевый стержень, который сотрудники между собой называли «мигом». Он был подвешен вертикально на тросе, поэтому вводился и выводился в урановый реактор механически.

Андерсон колебался. Вот он нажмет сейчас кнопку, кадмиевый стержень постепенно поднимется, и он, Андерсон, станет первым, кто осуществит управляемую цепную ядерную реакцию. Но что потом? А вдруг он не сможет остановить ее? И что если во всем этом нагромождении графита и урана произойдет атомный взрыв?!

Ферми, предвидя возможность такого соблазна, заставил Андерсона пообещать, что как только тот проведет измерения, то сейчас же закроет на ключ кадмиевые стержни и будет ждать до утра, чтобы провести пуск под контролем Ферми.

На следующий день (это было 2 декабря 1942 г.) Андерсон доложил Ферми результаты измерений. Наступил кульминационный момент: готовился пуск первого атомного реактора. Помещение, где располагались измерительные и контрольные приборы, оказалось тесным, но никто из присутствующих не жаловался на неудобства. Люди толпились перед пультом управления, заглядывая через головы друг друга, чтобы увидеть показания приборов. Андерсон и Зинн распорядились, чтобы выводили кадмиевые стержни. Оставался только один—центральный «миг». Реактор должен заработать, как только будет удален этот последний стержень. Но его надо было выводить медленно и весьма осторожно. Через каждые

10 см делали перерывы, поэтому выведение последнего кадмиевого стержня продолжалось несколько часов. В помещении было совершенно тихо. Ферми постоянно проверял показания приборов и тут же производил расчеты. Во время очередного перерыва в движении стержня измеряли силу нейтронного потока. Ферми рассчитывал следующий этап и давал знак поднять стержень выше. Таким образом, постепенно, под непрерывным контролем деление урановых ядер усиливалось. Наконец, наступил решающий момент: кадмиевый стержень был поднят полностью. Масса урана стала критической. Стрелки измерительных приборов остановились у красных меток, трещали счетчики. Цепная реакция протекала равномерно. Атомный огонь был зажжен!

Ферми встал, облегченно вздохнув, и его лицо впервые за все это время озарилось широкой улыбкой, так свойственной этому человеку. В тот же миг тишина, которая стояла в помещении несколько томительно долгих часов, была нарушена радостными возгласами.

Среди присутствовавших был руководитель химического концерна «Дюпон» К. Гринуолт. Правление концерна рассматривало предложение руководства Манхеттенского проекта о строительстве завода для производства плутония. Он попрощался и поспешил сообщить в концерн: «Можно соглашаться. Прибыль гарантирована...»

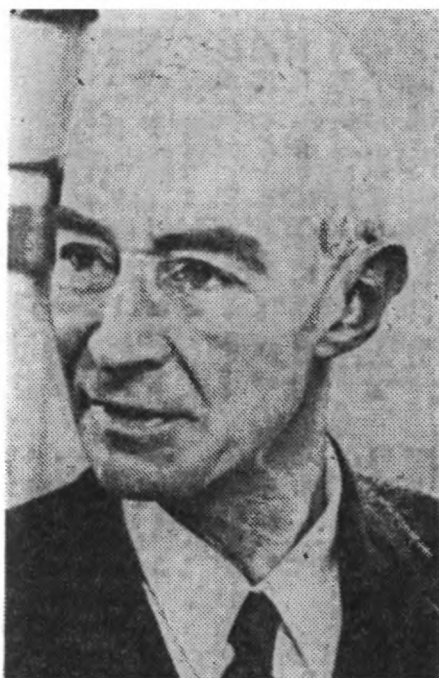
Реактор работал 28 минут без каких бы то ни было сбоев. Ферми был полностью убежден, что вычисления правильны, цепная реакция контролируема и управляема. Теперь в их распоряжении был атомный котел. Мысленно он уже строил планы будущих экспериментов, но сейчас надо было отпраздновать заслуженный успех.

— Вводите кадмиевые стержни,— распорядился Ферми.— Реактор поработал на славу, надо отдохнуть ему да и нам.

## 27.

В одну из ясных ноябрьских ночей, когда работы по сооружению реактора в Чикаго были в самом разгаре, из столицы штата Нью-Мексико — Санта-Фе — выехал военный джип. Он направился на северо-запад, туда, где простирались громады Скалистых гор. Путь лежал к высокогорному плато Лос-Аламос, которое когда-то было дном вулкана.

Джип тяжело пыхтел на бесчисленных виражах пыльной дороги, по которой вряд ли за последний год проходила машина. В джипе ехали генерал Гровс, оба его адъютанта и Роберт Оппенгеймер — руководитель будущей лаборатории. Оппенгеймер нравился Гровсу своим энтузиазмом, широтой интересов и незаурядными организаторскими способностями. Еще при первой встрече в Металлургической лаборатории Гровс пришел к выводу, что возглавить научную часть

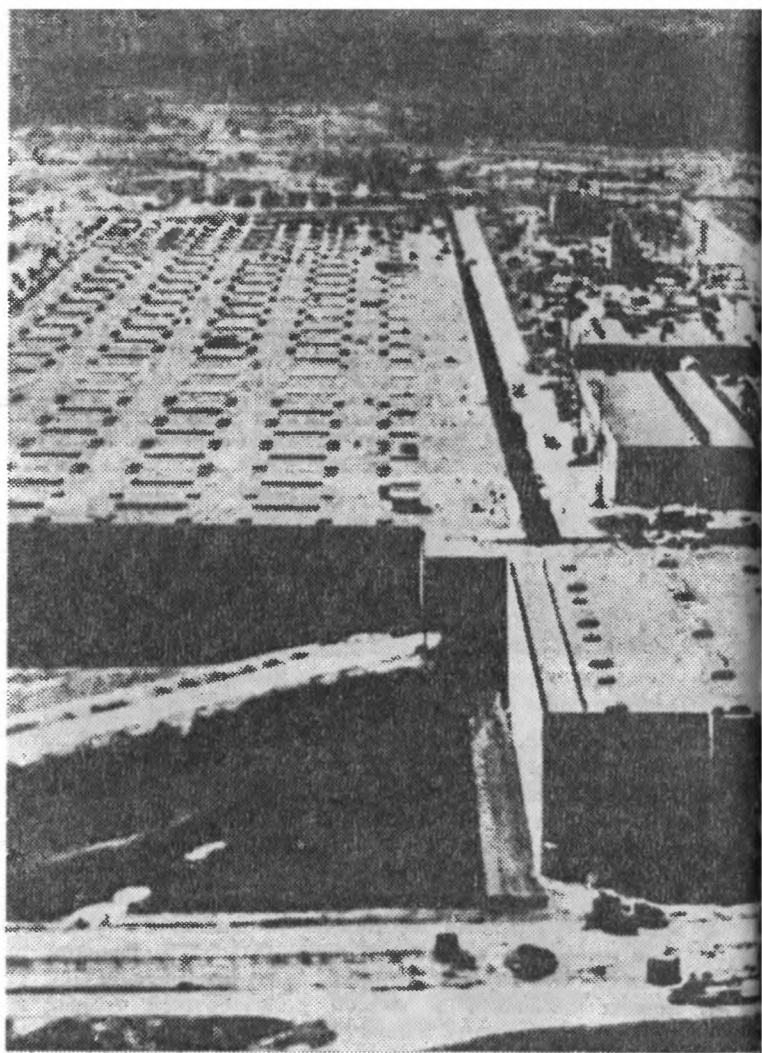


Р. Оппенгеймер

исследований должен именно этот ученый. Оппенгеймер сумел убедить Гровса в том, что успешно проводить атомные исследования можно только в одном общем центре, хотя были предложения вести работы в разных лабораториях, и сам генерал и другие специалисты склонялись к этому мнению. По предложению Оппенгеймера было выбрано отдаленное место, спрятанное у подножия высоких гор.

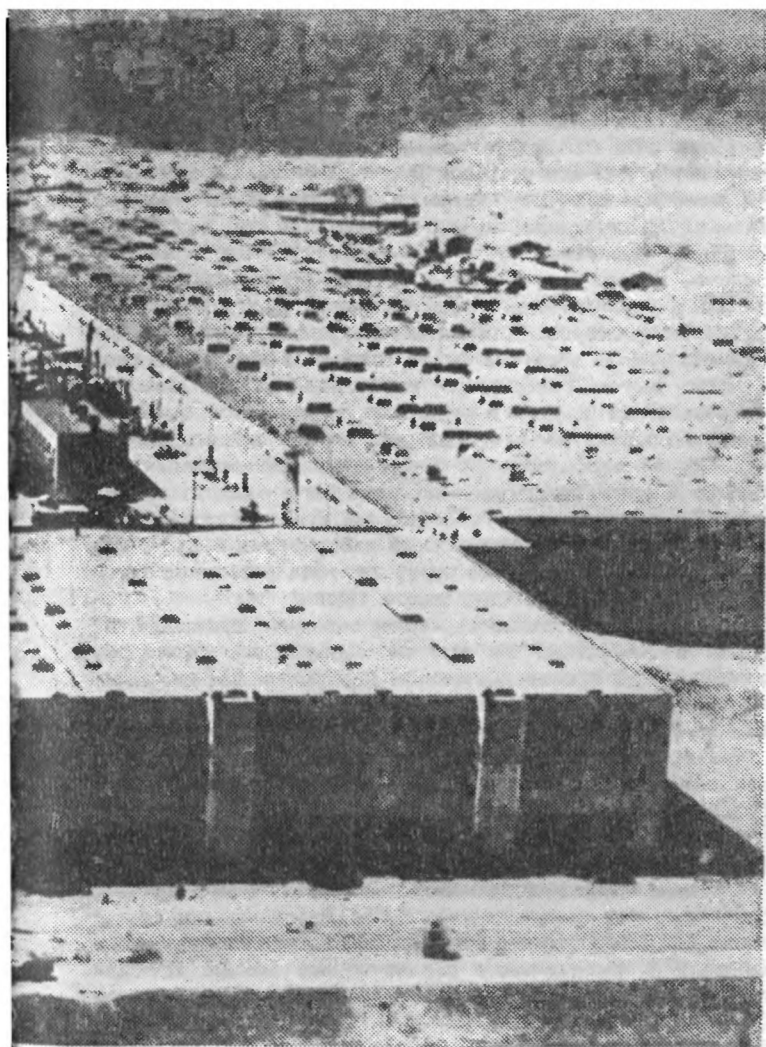
Гровс чувствовал, что выбор вполне удачный, и удовлетворенно осматривал местность. Медленно наступало утро. Еще несколько виражей, и джип выполз на равнину, затем понесся по дороге, которая едва просматривалась среди мелких камешков и низкой полусохшей травы. Гровс приказал остановить машину и спрыгнул на пыльную землю. Его примеру последовали остальные. Открывшийся перед ними пейзаж был изумителен.

Лос-Аламос находится на высоте 2000 м над уровнем моря, и перед глазами необычных посетителей встала величественная картина. Высокие горные хребты самых причудливых форм возвышались на западе в еще темном небе. Уже совсем скоро солнце озарит их склоны. На противоположной стороне, там, где должно было показаться солнце, возвышал-



Завод в Ок-Ридже (штат Теннесси, США)





ся хребет Сангре-де-Кристо, белые вершины которого словно вонзались в небо. Вдали виднелась долина реки Рио-Гранде.

— Место подходящее,— сказал Гровс.— Идеальный естественный полигон для опытных взрывов.

Оппенгеймер увидел единственное здание, огороженное высокой стеной.

— А это что за домик в пустыне?

— Пока это пансионат для детей фермеров,— ответил Гровс.— Но я уже все устроил. Пансионат закрывается. Мы будем использовать это здание в качестве штаба. Через несколько недель сюда можно будет попасть только по специальным пропускам.

Задачи, которые предстояло решить обоим руководителям, были невиданными по своему размаху, фантастическими по размерам расходов. Для их осуществления нужно было объединить усилия десятков тысяч человек. Всего за два года в пустыне вырос совершенно необычный город. Его не существовало на карте, в нем все подчинялось военным законам, большинство его жителей носили вымышленные имена. Объем строительства и исследований оказался настолько велик, что превзошел все начальные предположения генерала Гровса и других руководителей. В частности, генерал рассчитывал, что в Лос-Аламосской лаборатории будут работать человек триста. Но уже через два года население этого необычного городка достигло шести тысяч!

Столь же стремительно строился завод по производству плутония в Ханфорде. Работы по сооружению реакторов проводились под непосредственным контролем Ферми, который здесь был известен под псевдонимом Генри Фармер. Огромные бетонные корпуса заняли десятки тысяч квадратных метров. Даже по масштабам США завод был громадным и действовал на человека впечатляюще. Ежедневно сюда приезжали грузовики с сырьем—урановой рудой и графитом. Никто не знал, что здесь производится, что делают с таким количеством странного сырья. Постепенно поползли слухи, что на заводе изготовляют какое-то таинственное вещество, которое излучает смертоносные лучи. Рассказывали самые невероятные истории, но с большой оглядкой. Рабочие жили и работали в смертельном страхе и все же не бросали работы—слишком много платили, очень много даже для той поры.

Технология разделения изотопов урана, разработанная Френсисом Симоном, воплощалась в жизнь в Ок-Ридже. Здесь также царила атмосфера страха. Корпуса газодиффузионного завода напоминали безмолвных великанов, но когда человек смотрел на них, он отчетливо чувствовал, что весь этот гигантский лабиринт из бетона приводится в движение какими-то силами, понимание которых было недоступно обычному смертному.

Генерал Гровс управлял всеми работами. Задача Оппенгеймера имела совершенно иной характер. Он должен был собрать необходимый научный персонал и организовать исследования. Оппенгеймер был знаком почти со всеми физиками, работавшими в области атомных исследований. Его обширная эрудиция позволяла найти тему для разговора с каждым. Он умел быстро оценить своего собеседника, понять его интересы и через час-другой уже увлекал идеями Лос-Аламоса. Одного он привлекал размахом предстоящих исследований, другого — неопишуемой красотой природы Нью-Мексико, третьего — дичью, которая водилась в лесах, и великолепной форелью...

Уже в первые месяцы 1943 г. на высоком плато стали подниматься корпуса лабораторий, туда завозили установки, аппаратуру, реактивы, мебель. Научные работники жили в специальных виллах в окрестностях Санта-Фе. Каждое утро несколько автобусов привозили их в Лос-Аламос. Если кто-нибудь опаздывал на автобус, он должен был ждать следующего дня, так как добраться было не на чем.

Летом и особенно осенью 1943 г. в Лос-Аламосе собрались крупнейшие атомщики. Здесь были Ганс Бете, Эдвард Теллер, Рудольф Пайерлс, Отто Фриш, Энрико Ферми и многие другие. Каждый из них работал в определенном отделе, и лишь немногие знали, что делается в соседних отделах. Особенно трудно в этом отношении было инженерному персоналу. Сотни инженеров и специалистов, работающих, например, в вычислительном центре, днем и ночью обрабатывали бесчисленные серии результатов, решали сложные математические проблемы, но никто из них не знал, для какой цели это делается.

Кроме генерала Гровса, Оппенгеймера, Ферми, Сциларда, а позже и Бора, никто не имел полного представления о всех исследованиях, проводившихся в десятках лабораторий Лос-Аламоса. Это было настолько необычно для ученых, что к такому способу работы вряд ли можно было привыкнуть.

Ферми, хотя и не возглавлял ни один из отделов, имел доступ всюду, его практические советы нужны были каждому. Он часто появлялся на заводах в Ханфорде, много разъезжал по стране и окончательно переселился в Лос-Аламос вместе с семьей только в конце 1944 г. А в начале этого года сюда приехал Нильс Бор вместе с сыном Оге.

Сотрудники лабораторий радостно встретили выдающегося ученого.

— Профессор Бор! Добро пожаловать!

В ответ на приветствие старых друзей Бор лукаво улыбнулся.

— Тише, друзья, вы ошибаетесь. Меня зовут Николас Бейкер. А это мой сын — Джеймс Бейкер.

В Лос-Аламос Бор приехал вместе с генералом Гровсом. За время пути, пока джип шнырял по извилистой дороге, теперь уже широкой и асфальтированной, Гровс рассказал об организации работ, о том, что уже сделано и что еще предстоит сделать. Как и для Ферми, для Бора не планировалось определенного отдела. Он должен будет оставаться в Лос-Аламосе как консультант по научным вопросам. Ему предоставлялось право входить во все отделы, контролировать их работу, принимать участие в обсуждениях и давать советы при решении любых проблем...

Фриш и Пайерлс сопровождали Бора при его знакомстве с научными отделами.

— Мы покажем вам только наше отделение, профессор. В другие не имеем доступа.

— Гровс уже рассказал мне. Вы занимаетесь расчетом критической массы урана для бомбы.

— Оказалось, что вычисления надо проверять экспериментальным путем,—начал было рассказывать Пайерлс.— Первые расчеты, которые я сделал, когда еще был в Англии, хорошо совпали с результатами Опи. Он сделал такие же вычисления и почти в то же время, но только в Чикаго...

— Стоп!—прервал его Бор.—Кто такой Опи?

— Оппенгеймер,—ответил Пайерлс.—А нашего Отто зовут здесь Фишэн.

Бор посмотрел на них и замолчал. Несколько секунд он размышлял над именами, пытаясь найти логику в их выборе. Вдруг он расхохотался.

— Отто Фишэн! Но это же великолепно. Просто превосходно... Отто Фриш—один из первооткрывателей деления атомного ядра. А «деление», по-английски—«фишэн». Значит, отнимаешь от Фриша букву «р» и получаешь Фишэн. Ох и остроумны эти ребята!..

## 28.

Они вошли в здание, где располагался теоретический отдел. Прошли мимо залов, в которых находился вычислительный центр, и оказались в просторной лаборатории, оборудование которой поражало своей необычностью. Современные вычислительные машины с разноцветной мозаикой кнопок, стрелок, лампочек и шкал, контейнеры с ураном и плутонием, огороженные защитной ширмой. Окон в зале не было. Вместо этого на одной из стен располагались пульта измерительных приборов.

За ширмой работал Луис Слотин, двигая с помощью простого приспособления два металлических слитка, закрепленные один против другого на стальных стержнях. С первого взгляда Бор понял, что это уран.

— Это настоящее самоубийство!—возмущенно сказал Бор.—Радиация погубит вас!

— На меня радиация не действует,—спокойно ответил Слотин и продолжил измерения.

Слотин был не единственным смельчаком в Лос-Аламосе. Нашлось много таких, кто ежедневно рисковал своей жизнью.

Веселый и общительный Слотин, как и большинство сотрудников лабораторий Лос-Аламоса, был физиком. Его пребывание в строгой атмосфере английского колледжа ни на йоту не уменьшило в нем жажды приключений и склонности к опасным авантюрам. Вот и сейчас эта жажда заставляла его играть со смертью. И хотя часто это было действительно необходимо, расплачиваться пришлось слишком дорого. Случилось это почти через год после трагедии в Хиросиме. Слотин снова сидел в этой же лаборатории и исследовал действие механизмов передвижения урановых полушарий в новой конструкции атомной бомбы. Как обычно, он ловко манипулировал отверткой и регулировал расстояние между двумя урановыми полушариями. Чем меньше было это расстояние, тем мощнее становился поток нейтронов. Приближался тот момент, когда реакция переходила в режим самоподдержания. Слотин пытался установить скорость сближения полушарий и расстояние между ними в тот момент, когда масса урана становится критической. Он работал с необыкновенным увлечением. Медленно сближал урановые полушария, измерял активность нейтронного потока, затем раздвигал их и начинал все сначала. Однажды, когда Слотин проводил очередной опыт, отвертка зацепилась за металлическую рамку и выскользнула из его рук. Урановые полушария стали медленно сближаться по направляющим, их масса стала критической... Еще доля секунды, и атомный взрыв был бы неминуем... Ослепляющий свет залил зал. Слотин молниеносно протянул руки и резким движением отбросил полушария друг от друга. Реакция была прервана.

То, что пережили его коллеги в эти трагические доли секунды, невозможно описать. Невиданной силы свет ослепил их, и они инстинктивно бросились на пол, решив, что это атомный взрыв. Но взрыва не последовало. Прележав на полу несколько секунд, сотрудники вскочили и в панике бросились прочь из лаборатории.

Слотин помчался за ними.

— Ральф! Ал! Вернитесь!—кричал Слотин.—Мне очень жаль, но все мы облучены... Вернитесь в зал. Надо начертить схему местонахождения каждого, чтобы вычислить дозу облучения. Ведь это нужно для лечения. У вас будет все в порядке, не волнуйтесь. Это у меня нет шансов...

С удивительным спокойствием Слотин начертил на доске схему и отметил место каждого в момент катастрофы. Потом

все вышли. Их уже ожидали санитарные машины. Слотину не пришлось долго раскаиваться в своем безрассудном мужестве: через девять дней он скончался в больнице в страшных муках.

Слухи о смертоносных лучах особенно быстро распространились среди населения в Ханфорде и Ок-Ридже. В Лос-Аламосе работал высококвалифицированный персонал, знавший об опасности и защите, поэтому тревожились в основном рабочие. Конечно, насколько позволяла секретность, работникам разъяснялось, что опасности не существует, но в это верили немногие. Не верили потому, что все на заводах было окутано тайной, а главное потому, что никто не видел продукции заводов: ежедневно привозилось сырье, но ничего не вывозилось.

Когда в правление завода в Ок-Ридже вызвали шофера Билла, он сразу почувствовал недоброе. За рабочим столом сидел Артур Комптон, которого здесь знали как доктора Комаса.

— Мы решили послать в Лос-Аламос с особым заданием именно вас. Вы отвезете маленький контейнер, который передадите лично, повторяю, лично в канцелярию генерала Гровса. Там вас будет ждать специально выделенный для этого человек. Я должен предупредить вас, Билл, что вести машину следует очень осторожно, предельно осторожно. Кроме того, вам запрещается останавливаться под каким бы то ни было предлогом.

Билл взял документы и медленно пошел к грузовику. Деревянный сундук, который погрузили на платформу, оказался небольшим, но неимоверно тяжелым. Его закрепили цепями. Билл осмотрел машину и поехал. Скоро Ок-Ридж остался позади. Таинственный сундук держал Билла в напряжении. Он напрягал слух, чтобы не пропустить какого-нибудь подозрительного звука, но не слышал ничего, кроме ровного гула мотора. Нервное напряжение сковало все тело, он до боли сжимал руль, правая нога затекла на педали газа, но Билл ничего не замечал. Перед его глазами стоял только сундук, в котором, наверное, заперто что-то смертоносное. Мысленно Билл решил, что, если он заметит малейший подозрительный признак, сразу бросит машину и побежит прочь...

Прошло несколько часов. Билл уже не ощущал ни рук, ни ног. От сильного напряжения они оцепенели и словно приклеились к рулю и педалям. Вдруг где-то сзади грохнуло. От страха Билл на минутку потерял рассудок, нажал на тормоз, выскочил из кабины и сломя голову побежал по лесистому склону. Бросился на кучу сухих листьев и замер...

Покинутый им грузовик с открытой дверцей кабины стоял поперек дороги, перегораживая ее: в этом месте дорога была относительно узкой.

Билл не знал, сколько времени прошло, но он пришел в себя, когда услышал рокот мотора своего грузовика и громкие голоса:

— Где же этот идиот? Надо столкнуть грузовик в канаву. Мы не можем больше ждать!

Билл побежал к ним.

— Стойте! Только не делайте этого! Я сейчас отъеду.

В этот момент опять послышался грохот—это был выстрел. Стреляли где-то поблизости. Билл инстинктивно пригнулся, потом опомнился, влез в кабину и поехал в Лос-Аламос.

И снова смертоносный луч, запертый в таинственном сундуке за его спиной, заставил его сердце замереть. Ледяной озноб сковал тело. Нет! Дальше так невозможно. Если останется в живых, он убежит, убежит далеко на север, в Висконсин. Лишь бы не видеть этого ада... Только позже Билл узнал, что вез в Лос-Аламос начинку первой атомной бомбы.

## 29.

Бор получил квартиру в комфортабельном доме на Ванной улице. Хотя водоснабжение города было очень плохим, и проблема воды стояла не менее остро, чем жилищная, в некоторых квартирах имелись даже ванны, и это считалось наивысшим комфортом.

Бор еще не окончательно очнулся от тяжелых переживаний последних нескольких месяцев. Он часто сидел в своей комнате и, может быть, в сотый раз вспоминал трагические дни бегства...

...Оккупация Дании как будто не коснулась его института. Казалось, фашисты оставили его в покое, и он продолжал свои исследования. В действительности все было не так. Гестапо следило за каждым шагом сотрудников. Одна из подпольных антифашистских организаций была связана и с его институтом. Осенью 1943 г. оставаться в Копенгагене было уже опасно. Были арестованы сотни заложников, многие из которых лично знали Бора. Его все еще не трогали, но скоро по подпольным каналам пришло известие, что Гитлер намеревается арестовать Бора, чтобы заставить его проводить атомные исследования в военных целях.

Оставалось одно—бежать, и немедленно. Все организовали мгновенно. План побега был довольно сложен, но не оставалось ничего другого, как надеяться на его успешное осуществление. Сначала требовалось той же ночью переправить Бора с супругой на противоположный берег пролива Эресунн—в Швецию. Им посоветовали взять только один чемодан с вещами. Маргарет собрала самое необходимое, и Оге отнес чемодан в условленное место. После обеда Марга-

рет и Нильс отправились в северную часть Копенгагена. Ровно в пять часов вечера на углу улиц Линде и Риксен они встретились со старым другом—коллегой Харальда. Тот поздоровался, тихо сказал: «Андерсен»—и ушел.

Маленькая летняя дача, называемая «Андерсен», располагалась почти у самого берега. Эта часть побережья была усеяна небольшими садовыми участками, на которых горожане проводили летние дни. Почти на каждом участке стояли легкие деревянные домики, предназначенные большей частью только для ночлега.

Бор с женой вошли в домик. По плану здесь следовало укрываться до наступления темноты. Чемодан с вещами стоял у порога. Как мучительно медленно-тянулись последние часы на родной земле! Бор не думал о себе. Он тревожился о своих сыновьях. Смогут ли они покинуть страну без происшествий? В то же время он успокаивал Маргарет: «Все будет в порядке».

Наконец, наступила ночь. Беглецы стояли у окна и вглядывались в черную гладь пролива. Когда же появится лодка?

— Вот она,—сказал Бор.—Пошли.—Он взял чемодан и вместе с Маргарет направился к берегу.

— Нильс, посмотри. Выходит луна. Патрульный корабль нас заметит.

— Будем надеяться, что мы родились под счастливой звездой, Маргарет. Другого пути у нас нет...

Через несколько минут они уже были далеко от берега. Маргарет с ужасом вглядывалась в тихие воды Эресунна и прижималась к мужу. Сердце ее замерло, когда вдали появился темный силуэт корабля. Рыбацкий баркас или немецкий патруль?

Их счастливая звезда не изменила им: на следующий день Маргарет и Нильс были уже в Мальмё, а затем отправились в Стокгольм. Через несколько дней вся семья была в сборе.

Однако и здесь полного спокойствия не было. Скоро стало ясно, что в городе полно немецких агентов, которые могли устроить любую провокацию. Как раз в эту пору пришло официальное приглашение из Англии. Бора просили приехать, чтобы принять участие в разработке английского атомного проекта.

Бор уехал в Англию 6 октября 1943 г. Его одели в специальный костюм, укрепили на спине парашют, дали ракетницу, сигнальные ракеты и посадили в бомбовый отсек бомбардировщика «Москито».

— Самолет будет лететь высоко, чтобы избежать встречи с немецкими истребителями,—объяснял руководитель операции, молодой лейтенант английских ВВС.—На случай нападения летчику дана инструкция открыть бомболюк и выбросить вас, чтобы вы не погибли вместе с самолетом. Вы спуститесь



на парашюте в океан и немедленно выстрелите ракетой. Вас будут сопровождать другие самолеты, которые и примут меры к спасению.

Бор слушал наставления летчика невнимательно и ничего не ответил—слишком далек был этот гений от военных «игрушек». Он надел шлемофон и залез в бомбовый отсек. Затарахтел мотор, и бомбардировщик затрясся, потом движение его стало более плавным и спокойным. Бор пытался собраться с мыслями, но не мог. Свинцом налились веки, боль пронизала голову, он закрыл глаза и потерял сознание. Дело было вот в чем. Чтобы самолет остался незамеченным для подразделений немецкой противовоздушной обороны на норвежском берегу, летчик быстро набирал высоту. Так как для головы Бора шлемофон оказался мал, ученый не услышал приказа летчика надеть кислородную маску и потерял сознание.

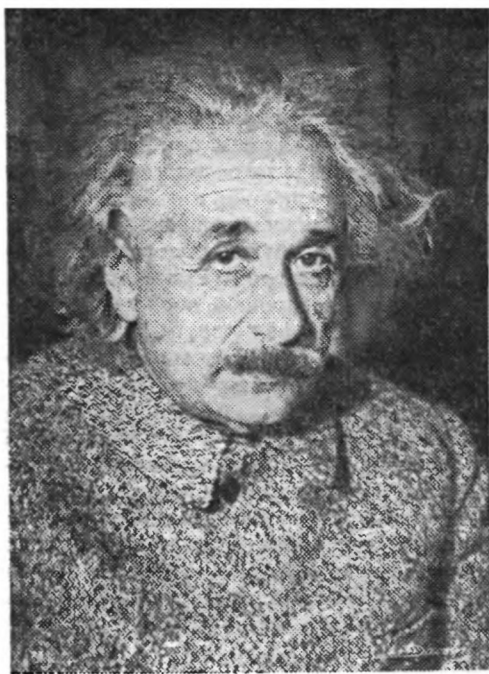
Он пришел в себя только на аэродроме в Шотландии. Все закончилось благополучно. Перелет в Лондон уже не составлял опасности. Здесь Бора встретили старые друзья, а вскоре прилетел и сын Оге, который стал его первым помощником в работе. И вот через несколько недель после всех этих странствований он находился еще дальше от своей родины—в сердце Нью-Мексико, чужого американского штата. Теперь он не Нильс Бор, а Николас Бейкер, которого в Лос-Аламосе все звали «дядя Ник»...

...«Дядя Ник»—Нильс Бор—отошел от стола, провел рукой по вспотевшему лбу, встал и вышел на улицу. Он направлялся в теоретический отдел, где предстояло важное заседание с участием Ферми и Комптона.

### 30.

Исследования продвигались очень быстро. Разнообразные, часто сложнейшие задачи приближались к своему окончательному разрешению. Это чувствовали все в Лос-Аламосе. Уже успешно решен вопрос о конструкции бомбы, разработаны и многократно испытаны механизмы ее действия, способы автоматического соединения урановых полушарий, изготовлены сотни устройств для проведения сложных измерений.

Чем ближе было завершение работы, тем сильнее ученые, инженеры и технический персонал, все, кто в той или иной степени был посвящен в секрет этих исследований, начинали беспокоиться о будущем человечества. Ученые не только понимали, что сотворили нечто ужасное, теперь они видели это. Их выдающиеся умы, гигантские усилия и огромные затраты создали этот страшный «шар», который находился на острой вершине и мог в любой миг скатиться вниз и уничтожить все живое. Бомба еще не была испытана, но



А. Эйнштейн

Фотография  
публикуется впервые

стало ясно, что на карту может быть поставлена жизнь человечества...

Сцилард и Эйнштейн в своих гуманных порывах теперь не были одиноки. Спешно организуются встречи, пишутся письма, вносятся различные предложения. Надо отменить секретность, надо, наконец, сказать всему человечеству, что создано нечто страшное — невиданное оружие, которое ни в коем случае нельзя применять. Может, все-таки у людей найдется достаточно разума, чтобы уничтожить оружие и дружески пожать друг другу руки? Может, все-таки можно жить в мире? Тогда эта невероятная сила, которой ученые научились управлять, будет использована на благо людей, на счастье будущих поколений?

Так думал Нильс Бор. Так думали Лео Сцилард и Альберт Эйнштейн. Так думал даже президент Рузвельт. Но так ли думали в военных кругах США? Могли ли там услышать призыв разума?

В этом поединке добра и зла одолело зло: принято решение — бомбу надо изготовить и применить, причем не позже лета 1945 г. Более того, пока ученые призывали к разуму, пока пытались убедить государственных деятелей остановить готовящееся преступление, военный министр США

Г. Стимсон подписал план атомной бомбардировки Японии. Согласно этому плану, американские военно-воздушные силы, которые бомбили японские города, получили специальный приказ не осуществлять налеты на Хиросиму, Кокуру, Нагасаки и Ниигату. Какая изощренная жестокость! Их защитили от удара бомб, чтобы сохранить нетронутыми и потом увидеть эффективность разрушения. Уничтожение их было запланировано.

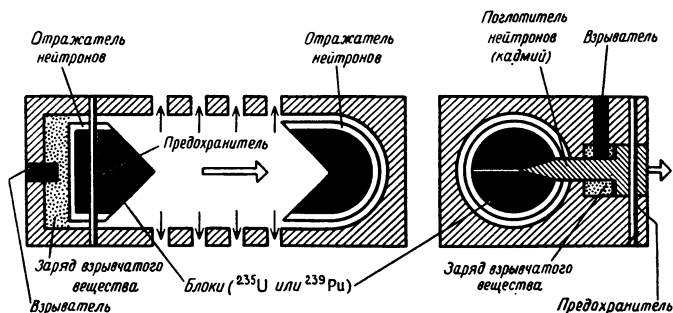
В список обреченных городов сначала внесли и Киото — древнюю японскую столицу, тысячелетнюю колыбель японской культуры, сокровищницу, сохранившую бесценные творения известных и неизвестных мастеров, оставивших миру самые лучшие свои произведения — неповторимые картины, чудесные орнаменты на мраморе, золоте, дереве... Киото тоже должен быть уничтожен! Однако, несмотря на строжайшую секретность, план предстоящего уничтожения Киото стал известен некоторым офицерам, которые поддерживали контакты с университетскими кругами. Страшная весть дошла и до профессора Эдвина Рейхсхауэра — специалиста по восточной культуре. Он затратил неимоверные усилия, упрашивал со слезами на глазах вычеркнуть Киото из черного списка.

На этот раз разум победил. Но это не меняло судьбу остальных городов.

Последние испытания всех узлов, механизмов и деталей атомной бомбы показали, что ее изготовление можно было завершить полностью только после пробного взрыва. Эксперимент был и в этом зловещем случае главным критерием истины. Подготовку начали в марте 1945 г. Решили изготовить три бомбы: одну использовать для экспериментального взрыва, а две другие сбросить на японские города.

Эксперимент осуществляли под кодовым названием «Тринити». Место для него выбрали в пустынной области на юго-востоке штата Нью-Мексико, находившейся вблизи военно-воздушной базы Аламогордо. Еще в начале мая туда выехали сотни научных сотрудников и специалистов, которые должны были принять участие в монтаже и настройке измерительной аппаратуры. Кроме военных специалистов и физиков-атомщиков в группу подготовки входили специалисты по оптике, аэродинамике, геофизике, термодинамике и многие другие. Испытанием руководил Оппенгеймер при непосредственном участии генерала Гровса, Ферми, Комптона, Сциларда.

Для научного персонала и всех остальных в пустыне построили временные деревянные бараки. Тысячи километров кабеля были проведены через пески, заросшие жесткими, колючими кустарниками. На десятки километров один от другого были смонтированы аппараты для регистрации измерения силы взрыва. Для настройки всего комплекса оборудо-



Общая схема конструкции атомных бомб

вания 7 мая произвели пробный взрыв огромного количества обычной взрывчатки. Был тщательно проверен каждый прибор, каждое устройство. Требовалась полная уверенность в их исправности и надежности работы. Разве можно было пропустить тот единственный миг, которого ожидали с таким нетерпением и скрытой тревогой, тот миг, когда атом высвобождает скрытую в нем энергию! Если аппаратура откажет, все усилия окажутся напрасными...

Эксперимент прошел успешно. Показания приборов, разбросанных по пескам на десятки километров, были близки к расчетным, поэтому участники, удовлетворенные, вернулись в бараки, где провели последнюю ночь перед возвращением в Лос-Аламос. Ферми шел вместе с Сегре. Они смертельно устали и уже по дороге мечтали об отдыхе. Приблизившись к баракам, они заметили необычное оживление перед домиком генерала Гровса. Долетали бодрые звуки марша, в освещенном прямоугольнике открытой двери виднелись фигуры Гровса и Оппенгеймера. Тут же выяснилась причина оживления — Германия подписала капитуляцию!

— Они опередили нас,— сказал кто-то в толпе.

— Почему? Война еще не закончена. Япония продолжает действия.

Известие о капитуляции Германии разожгло потухшие было страсти вокруг необходимости применения атомного оружия. Теперь, когда опасности со стороны Германии не существовало, многие решили, что дальнейшие испытания атомной бомбы излишни. Снова разгорелись споры, дошло даже до того, что пришлось голосовать. Применить или нет атомную бомбу? Если применить, каким образом это сделать? Одни предлагали создать комиссию из представителей различных государств мира, перед которой продемонстрировать силу нового оружия и таким образом убедить взять курс на мирное развитие. Другие считали необходимым испытать бомбу над большим населенным пунктом, но заранее эваку-

ировать жителей. Третьи настаивали применить бомбу без предварительного уведомления выбранных жертв. И снова верх взяло безумие. С приказом были ознакомлены сотни руководителей отделов, сотрудников, инженеров и техников. Испытание экспериментальной бомбы планировалось на середину июля. К этому времени должны быть полностью смонтированы две другие бомбы и отправлены на военную базу в Тихом океане — остров Тиниан.

### 31.

Пробный взрыв был назначен на 4 часа утра 16 июля 1945 г. Уже с 10 июля из Лос-Аламоса потянулись грузовики, окрашенные в желто-зеленый цвет. Они отправлялись по трехсоткилометровой секретной дороге к месту эксперимента — в Аламогордо. Составные части и внутренние механизмы бомбы отвезли 12 и 13 июля под непосредственным руководством генерала Фаррелла — заместителя Гровса. Монтаж и сборку должны были произвести уже на месте, незадолго до эксперимента. Сюда же на грузовиках доставили аппаратуру, защитные костюмы для персонала, участников эксперимента и наблюдателей. Все проводилось в строжайшей тайне.

Базовую станцию разместили в 25 км к юго-западу от точки «нуль». Здесь находились бараки для научного персонала, построенные вблизи высохшего озера, берега которого образовали естественный защитный двухметровый вал. За ним вырыли траншеи, в которых после сигнала о взрыве каждый должен был занять свое место, лежа спиной к «нулю». В «нуле» построили тридцатиметровую стальную башню, на которую подняли собранную в последний момент бомбу.

Километрах в десяти от «нулевой» точки находился контрольный пункт, где расположились главные руководители проекта. Руководителем эксперимента был назначен заместитель Оппенгеймера — Самюэл Алисон, но в испытании принимали активное участие все, включая и самого Гровса.

С приближением дня испытания погодные условия непрерывно ухудшались, и это создавало дополнительное напряжение. Над пустыней разразились сильные грозы. Черные тучи неслись по небосводу, гигантской длины молнии разрывали их зловещие туловища, ливни срывали нормальную работу техников. Надежда, что последняя ночь окажется погожей, не оправдалась. Раскаты грома стали еще сильнее. Гровс выпал из укрытия контрольного пункта и время от времени выходил наружу, поглядывая на небо. Метеорологи непрерывно получали сведения со станций, расположенных в различных наблюдательных пунктах, но вести были неутешительными.

— Видно, придется отложить эксперимент на следующий день,— нервничая, сказал Гровс.

Оппенгеймер посмотрел на него, но не ответил. Они готовились показать свое могущество, но природа оказалась сильнее их, и приходилось считаться с ее капризами.

К трем часам пошел дождь, потом вдруг поступило сообщение, что облачность рассеивается, и к рассвету погода должна улучшиться. Время взрыва пришлось изменить. Гровс, Оппенгеймер, Ферми и Андерсон выехали на базовую станцию.

На «Бейз Кэмп», как называли станцию, царило необыкновенное оживление. Из громкоговорителей доносилась музыка, слышались разговоры, предположения, заключались пари о силе взрыва. Некоторые даже шутили, но нервы у всех были натянуты до предела.

Ферми держал в руках маленькие листочки бумаги, которые собирался подбросить в воздух в тот момент, когда придет ударная волна. По расстоянию, на которое волна унесет листочки, он предполагал вычислить энергию удара и для этой цели приготовил даже соответствующие таблицы. Андерсон стоял рядом и время от времени надевал защитные очки. Их стекла были настолько толстыми и темными, что через них абсолютно ничего не было видно. Удастся ли что-нибудь увидеть во время взрыва?

Время тянулось мучительно медленно. В 5 ч 10 мин прервали музыку и по громкоговорителям прозвучал голос Алисона:

— Внимание! Минус 20 минут. Всем занять свои места в укрытиях. Надеть защитные очки. При подаче сигнала «взрыв» всем лечь спиной к «нулю». Не разрешается смотреть на «нуль» даже через очки. Существует опасность потери зрения...

Наступила полная тишина. Каждый был занят собственными мыслями, каждый предельно взволнован. Сердца колотились, как при подъеме в гору, картина предстоящего страшного мгновения не давала покоя.

Голос из громкоговорителя периодически повышал напряжение:

— Минус десять секунд...

Высоко в небе взвилась зеленая ракета.

— Минус три секунды...

Вторая ракета осветила окрестности зеленым светом...

Поправляли очки и защитные шлемы. Лица были намазаны кремом против ожогов. Многие из присутствующих уже лежали в траншеях. Те, кто находился в наблюдательных пунктах, расположенных на расстоянии 20—25 км от «нуля», считали себя в безопасности и стояли даже без очков.

— Минус одна секунда...

Никто не увидел третью ракету. Никто не ощутил и

первого мгновения взрыва. Миг — и все было залито ослепляющим зеленоватым светом. Взгляды направились к «нулю», сердца замерли, мозг оцепенел.

Там, где находилась стальная башня, появился огромный сверкающий шар, свет которого был в тысячи раз сильнее солнечного. Он ослеплял даже через защитные очки, сквозь которые солнце выглядело бледным пламенем свечи.

Огненный шар непрерывно рос и поднимался. Потрясенные, все стояли в ожидании, что в следующий миг страшный огонь поглотит их. Цвет шара постоянно менялся — от пурпурно-красного до оранжевого. Сегре закрыл глаза:

— Это конец света... Пламя поглотит нас, как мошек...

Прошло еще несколько секунд, но ничего как будто не происходило. Он снова открыл глаза. Огненный шар поднялся высоко в небо. Языки его пламени были похожи на солнечные протуберанцы, которые наблюдаются обычно во время затмения. Вслед за ними поднимался серо-белесый столб. Казалось, что Земля проколота до самого ядра, и теперь из ее недр извергаются огромные массы, образующие отвесную гору. Гора все росла, росла... Потом ее вершина стала расширяться. Образовавшийся гигантский гриб поднимался все выше.

В этот момент на наблюдателей обрушилась ударная волна. Разнесся грохот, которого никто до сих пор не слышал и не мог даже представить себе. Словно мгновенно раскрылись земные недра, горы ломались на куски и все низвергалось в немыслимую бездну. Земля дрожала. Воздух и небо горели...

Сколько прошло времени, никто не мог сказать. Его отсчитывали только часы своим беспристрастным ходом. Эффект был потрясающим, результат превзошел все ожидания. Кошмарный грохот утих, и наступившая тишина казалась необычайно глубокой и даже зловещей. Вдруг ее нарушил возглас:

— Успех! Какой успех!

Все стали прыгать, размахивать руками, кричать. Кем были эти люди? Дикарями каменного века, ликующими перед зажженным ими огнем, или чернокожими воинами джунглей, издающими нечленораздельные крики при дележе добычи? Чему они радовались, безумцы? Через минуту разум взял верх, и эти потерявшие над собой контроль люди снова стали теми, кем были раньше — научно-техническим персоналом по испытанию атомной бомбы.

А гриб продолжал подниматься. Теперь стало ясно, что он достиг высоты более 13 000 м. Это изумляло — ничего подобного не ожидали.

Тем временем к Гровсу бросился один из инженеров по контрольно-измерительным приборам. Забыв всякую субординацию, сбиваясь, он кричал:

— Генерал! Аппаратура уничтожена! Взрыв оказался во много раз сильнее, чем было рассчитано! Все выведено из строя!

Гровс молчал, размышляя о чем-то своем. Потом как бы очнулся и бодрым голосом сказал:

— Очень хорошо. Значит, эксперимент прошел успешно.

Светало. Предстояла большая работа. Надо было собрать остатки измерительной аппаратуры, провести необходимые вычисления, оценить все происшедшее. Уже через несколько минут Ферми подсчитал энергию ударной волны по показаниям отброшенных кусочков бумаги. И вот что удивительно: когда через два дня в вычислительном центре обработали данные измерений, полученный результат оказался почти таким же.

Ферми и Андерсон надели защитные костюмы, и джип повез их к контрольному пункту. Отсюда они должны были поехать в специальном танке к «нулю», чтобы установить на месте эффект взрыва и взять пробы для исследования.

Танк медленно приближался к эпицентру взрыва, и Ферми все больше поражался тому, как изменилась пустыня. То, что он увидел, превосходило самые смелые прогнозы. Впервые его предварительные расчеты оказались неточными. Даже он со своей необыкновенной интуицией не мог предвидеть этого. Огромная стальная башня, на которой находилась бомба, исчезла. Она попросту испарилась под действием высокой температуры. Десятки тонн стали превратились в пар! Песка под гусеницами не было, он расплавился и потом застыл толстой стеклянной коркой. Ферми и Андерсон взяли пробы, поставили их в контейнеры и приказали водителю возвращаться. Устало опустившись в кресла, они молчали. Ученые были подавлены всем увиденным.

На другой день, когда все возвратились в Лос-Аламос, непосвященные в тайну взрыва поняли: произошло что-то необыкновенное. Во взглядах измученных очевидцев было что-то безумное, словно они заглянули в ад.

В тот же день, когда в Аламогордо произошло извержение первого атомного вулкана, в порту Сан-Франциско на борт самого быстрого американского крейсера «Индианаполис» было поднято несколько деревянных сундуков, и он взял курс на Марианский архипелаг в Тихом океане. Никто из экипажа, насчитывавшего 1196 человек, не подозревал, что содержат эти простые на вид сундуки, которые надо было срочно доставить на остров Тиниан.

## 32.

«Индианаполис» прибыл к месту назначения в конце июля. Сундуки с двумя атомными бомбами перенесли в один из



ангаров и оставили под усиленной охраной. Здесь надо было произвести окончательную сборку.

Руководили операцией генерал Фаррелл и капитан Парсонс. Налет назначили на понедельник 6 августа 1945 г. Как докладывал полковник Тиббетс, экипажи самолетов прошли месячную подготовку. Каждый день с базы вылетали три бомбардировщика «Б-29», несущие в бомбоотсеках макеты атомной бомбы. По форме и весу они точно соответствовали оригиналу, но были начинены обыкновенным взрывчатым веществом. Экипаж должен был тренироваться в точном прицеливании и сбрасывании бомбы. Каждый день тройка самолетов пролетала над одним из обреченных городов и бросала единственную бомбу в центр города. Это было ничто по сравнению с массовыми налетами американских эскадрилий на другие города, где земля буквально кипела от взрывов бомб. В четырех же обреченных городах жизнь протекала спокойно. Одна бомба — капля в море, поэтому никто не обращал внимание на три ежедневно появляющихся самолета. Их даже не обстреливали.

Таким образом, одна из целей операции была достигнута — японцы не обращали внимания на единичные полеты.

Монтаж бомбы был завершен к полудню 5 августа. В ней приняли участие специалисты, которые освоили эту работу еще в лабораториях Лос-Аламоса. Среди них были Луис Альварес, Роберт Сербер и Филипп Моррисон. После обеда меньшую бомбу с урановым зарядом отвезли к бомбардировщику «Энола Гэй», названному так командиром экипажа — полковником Тиббетсом. Ее подвесили в бомбоотсеке в присутствии генерала Фаррелла, офицеров и специалистов. Затем все отправились в зал заседаний на инструктаж. Присутствовали экипажи всех 20 самолетов, специалисты по монтажу, офицеры, экипажи самолетов метеослужбы и даже репортеры. Тиббетс разъяснил план налета:

— Как уже известно, наступил тот момент, господа, когда мы сможем показать, чему научились во время продолжительных тренировок. Вы знаете, что, согласно инструкции, бомбу надо сбросить точно на центр города, чтобы был достигнут максимальный эффект разрушения. Это можно сделать только в безоблачную погоду. Такое ограничение позволяет нам самим выбрать одну из трех целей: основная — Хиросима, дополнительно определены Кокура и Нагасаки. Если метеорологические условия помешают прицельно сбросить бомбу на Хиросиму, мы полетим к другим целям. В тысяче километрах перед нами заранее полетят самолеты метеорологической службы, которые будут информировать о состоянии облачности. Экипажи двух сопровождающих нас самолетов имеют важнейшую задачу: наблюдать. Они будут первыми, кто непосредственно увидит результаты атомного взрыва.

В полночь экипажи трех самолетов были вызваны на второй инструктаж. Теперь генерал Фаррелл рассказал о том, что произошло три недели назад в Аламогордо. Потом раздали защитные очки, которые члены экипажа должны были надеть за несколько секунд до взрыва. Самолетам предписано было с максимальной скоростью уйти от места взрыва, чтобы избежать поражения. Все было готово. Остались считанные часы. Фаррелл обвел всех испытующим взглядом и сказал:

— Доброго пути, господа. Надеюсь, что все закончится благополучно. Помолимся...

О каком добре и благополучии говорил этот вояка?

Капеллан лютеранской церкви священник Дауни вышел вперед, открыл евангелие и начал молитву.

— Во имя отца и сына...— звучало в зале.

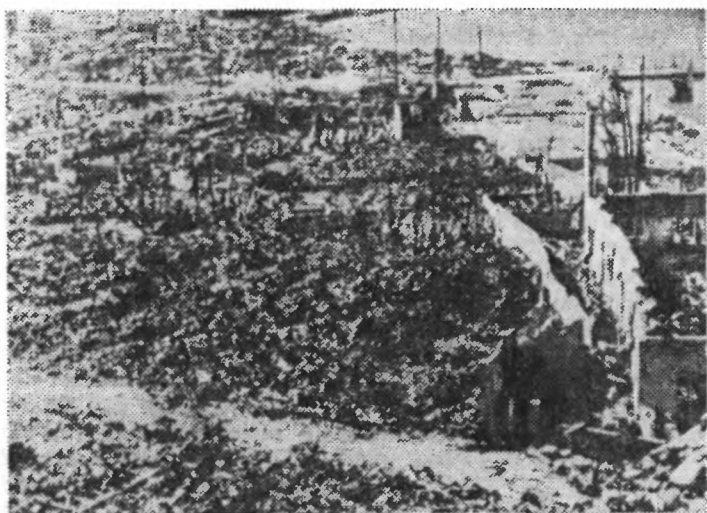
Они, эти безумцы, молили бога помочь им завтра убивать!

В 2 ч 24 мин ночи три бомбардировщика оторвались от взлетной полосы и исчезли в темном небе. В девять часов утра один из городов-целей должен был прекратить существование.

### 33.

Утро было необычно спокойным. Солнце уже поднялось над океаном. Среди его вод темным пятном выделялся остров Мукаишима. Улицы Хиросимы были переполнены людьми, спешащими на работу, на рынок, по каким-то своим делам. Большой мост Мисаса над рекой с трудом вмещал мощный поток людей. Улицы были похожи на реки, которые растекались во всех направлениях: одни, начинаясь у порта, текли к густонаселенным кварталам Хакашима и Йокагава, другие имели обратное «течение». Вдруг тревожно завывли сирены, но уже через несколько минут послышался сигнал отбоя. Опасности не было—опять эта тройка самолетов. И зачем они сюда летают? Что за игра американцев?

Самолеты приближались, поднимаясь все выше и выше. Никто не обращал на них внимания. Даже противовоздушная артиллерия не утруждала себя выстрелами. Потом самолеты разлетелись в разные стороны и исчезли из поля зрения, оставив после себя летящую вниз черную точку. Точка быстро росла, приближаясь к земле, и вдруг превратилась в огромный светящийся шар, который закрыл весь небосвод. Страшный огненный шар непрерывно расширялся. Его малиново-красные, оранжевые и зеленоватые огни кипели, бушевали и распространялись все шире и выше. Вокруг этой огненной массы, накрывшей город, возникали ослепляющие белые круги, которые, казалось, вылетали из глубин земли. Потом они устремились вверх, и образовалась невообразимая гора вьющихся шаров, излучающих красный свет. Наверху



Хиросима после атомной бомбардировки

этого исполина появилась огромная белая «шляпа», напоминавшая гриб. Этот злобещий гриб висел над Хиросимой и продолжал подниматься все выше. Казалось, в его основании находится какая-то космическая мельница, которая перемалывала город, унося дома и землю в космос, чтобы превратить все в пыль.

За обжигающим светом и страшными огнями, залившими Хиросиму, последовала ударная волна огромной силы. Она обрушилась на город как ураган, который сметал дома, как соломенные коробочки, скручивал деревья в парке, словно выжатое белье, выкорчевывал их и бросал в движущиеся горящие горы из балок, кирпичей, черепицы, людей, которые издавали душераздирающие крики, стонали и звали смерть, чтобы избавиться от ужасных мучений.

В одно мгновение, в одно ужасное роковое мгновение, Хиросима превратилась в пылающие руины. Все, что не превратилось в пыль, горело.

В этот момент с «Энолы Гэй» была послана радиограмма: «Задание выполнено!»

### 34.

Никто в Японии не подозревал, не мог предположить, какой ад вошел в Хиросиму. Американские радиостанции сообщили, что на Хиросиму сброшена атомная бомба, предупреждали население Японии и настаивали на немедленной капитуляции. Но все так привыкли к угрозам военных, что никто не обратил внимания на предупреждения.

Заместитель начальника генерального штаба Кавабе спокойно вошел в свой кабинет. Он уже наметил план мероприятий на сегодня и открыл папку с приказами. Вбежал адъютант, бледный, как полотно. Его руки дрожали. Кавабе взял радиограмму и прочитал: «6 августа в 9 ч 15 мин город Хиросима был полностью уничтожен одной бомбой».

— Не может быть! Нет! Не может быть!— Кавабе смял бумагу и бросил на стол.— Немедленно вызовите профессора Нишина!

Прошло несколько часов мучительного ожидания. Кавабе был хорошим военным специалистом, знал силу взрывчатых веществ, допускал, что американцы произвели новое взрывчатое вещество. Но чтобы одной бомбой уничтожить Хиросиму!? Четыреста тысяч жителей! Нет, это невозможно!

Адъютант вошел вместе с профессором Нишина. По пути он рассказал о причине срочного вызова, поэтому на лице профессора можно было прочесть почти детскую растерянность. Страшная весть будто сжала его тело, и он, казалось, стал меньше ростом.

Кавабе посмотрел на Нишина и спросил:

— Вы сможете создать атомную бомбу за шесть месяцев?

— При нынешних условиях и шести лет мало. Самое трагичное в том, что у Японии нет ни урановой руды, ни хороших ученых-атомщиков.

— Вы верите, что Америка сделала атомную бомбу?

— Вы должны помнить, что я вам рассказывал об этом. Еще до начала войны теоретические исследования продвинулись в этом вопросе очень далеко. Совместная работа с Бором, Клайном и другими предоставила мне возможность принять непосредственное участие в разработке атомных проблем. Мы внимательно следили за достижениями наших друзей в Европе и Америке.— Нишина замолчал. Да, некогда они были друзьями— Бор, Клайн, Ган... А теперь? Неужели теперь это враги? Неужели с их помощью были уничтожены его соотечественники? А он? Не виноват ли он в этой трагедии? Ведь и он в чем-то способствовал ее приближению. Выведенная им совместно с Клайном формула сегодня носит имена обоих. Во взгляде Нишина было смятение.— Вполне возможно, что они сделали ее. Уже четыре года у нас нет никакой информации. Исследования проводятся в полной секретности. Наверняка они находятся под контролем военных.

Нишина снова замолчал. Где сейчас его друзья, знакомые? Может, они погибли во время бомбежек?

— Нам придется срочно вылететь в Хиросиму,— голос Кавабе ворвался в тревожный хаос его мыслей.— Вы полетите со мной. Нужен именно такой специалист, как вы. На месте и решим, действительно ли это атомный взрыв или пропагандистский трюк. Через час вылетаем...

Самолет поднялся с аэродрома Токаразава и взял курс на юг. Однако полет оказался неудачным. Через несколько минут забарахлил двигатель самолета и пришлось возвратиться в Токио. Только на следующий день, 8 августа, вылетели к месту трагедии. Как только они приблизились к Хиросиме, Нишина понял, что ничего, кроме атомной бомбы, не в состоянии превратить этот город в то, что увидели его глаза. Нишина был потрясен. Он сам когда-то вычислял энергию, скрытую в атоме, сам получал огромную цифру, в тысячи раз превышающую то, что давали известные источники энергии. Но он никогда не представлял себе, какая это страшная сила.

Самолет приземлился. Нишина перебросил походную сумку через плечо и сел в джип, который уже ожидал их. Небо было закрыто клубами дыма. Джип подпрыгивал по изрытым ямами улицам, долго плутал, пока, наконец, не остановился. Дальше проехать было невозможно. Нишина спрыгнул на землю. Раздражал тяжелый запах горелого мяса. Нишина осмотрелся, чтобы сориентироваться. Центр города должен находиться где-то дальше. Он медленно побрел, выбирая дорогу между руинами. Всюду лежали мертвые или умирающие люди. Их тела были покрыты черными ранами: опухшие и обезображенные лица, обожженные руки и ноги. Некоторые из них были под развалинами и стонали. Они умоляли о капле воды, умирая от жажды. Нишина был ошеломлен, он не верил своим глазам, не понимал, наяву это или в кошмарном сне...

В дыму и копоти догорающих пожаров мелькали силуэты спасателей, куда-то тащились в поисках помощи раненые.

Вскоре Нишина опомнился от первого шока и взялся за работу, ведь надо было собрать как можно больше информации. Он стал осторожно осматривать руины. Наклонился и взял кусочек черепицы — ее поверхность блестела как стекло. Температура была так высока, что черепица расплавилась и застыла стекловидной массой. Нишина положил кусочек в сумку. В лаборатории он измерит толщину стекловидного слоя, затем вычислит температуру и энергию взрыва. Кое-где среди руин торчали стены, чудом выдержавшие напор разрушительного урагана. Их поверхность также была обожжена и покрыта стекловидной массой. А вот на стене виднелась почти нетронутая полоса. Нишина внимательно осмотрел ее. В двух метрах перед стеной стоял столб. Неужели эта полоса — тень столба?

Облучение было кратковременным, хотя и очень сильным, но тень столба предоохранила участок стены от ожога. Значит, против атомного взрыва можно найти защиту! Нишина приказал сопровождающему раскопать руины перед стеной, чтобы найти основание столба. Оно, наверное, не сгорело. Да, он был прав. Измерив диаметр столба, ширину тени, он вынул блокнот и записал данные, по которым можно будет рассчи-

тать высоту взрыва и его точное местоположение. Нишина нашел силуэты людей и животных, запечатленных атомным огнем в виде теней на стенах. Это были призраки атомной смерти.

Профессор собрал пробы повсюду — на почве, строительных материалах, обожженных деревьях... Требовалось прежде всего определить их радиоактивность.

Долго бродил он по руинам, попробовал опросить уцелевших жителей, но все они, обезумев от пережитого, не могли сказать ничего разумного. Усталый, разбитый, истерзанный душевными страданиями, ученый из последних сил добрал до джиба. Возвращаясь на самолете в Токио, он всю дорогу молчал.

Профессор Нишина провел очень ценное исследование поражения атомным взрывом. Его выводы оказались правильными и точными, но продолжительное пребывание в эпицентре радиоактивного заражения, непрерывная работа с сильно радиоактивными пробами не прошла бесследно. Месяца через четыре его тело стало опухать. Руки, ноги и лицо покрылись незаживающими ранами, которые мучительно болели.

Таковыми же ранами были поражены тела многих из уцелевших жителей Хиросимы. Они умирали ежедневно, ежечасно в страшных муках, но никто не мог помочь им: коварная радиация проникла в кровь. Атомная бомба продолжала убивать. Только прямых ее жертв в Хиросиме насчитывалось сто тысяч.

### 35.

Весть о Хиросиме потрясла весь мир. Озабоченность будущим человечества еще усилилась после того, как через пять дней эфир принес новую трагическую весть: атомной бомбой уничтожен другой японский город — Нагасаки.

Земля была измучена истребительной мировой войной, в которой приняло участие 61 государство с населением 1,7 млрд. человек, т. е. около 80% всего человечества. Люди Земли уплатили войне и породившей ее империалистической системе слишком чудовищную дань — 50 млн. погибших, в том числе 20 млн. советских людей! А сколько миллионов остались калеками, вдовами, сиротами?..

Еще не отгремели последние бои второй мировой войны, как новая смертельная угроза нависла над человечеством. Атомная бомба! Кому были нужны эти тысячи новых невинных жертв?

Разве американская военщина не понимала, что тайна остается тайной, пока ее знает только один человек? «Секрет» же атомной бомбы в 1945 г. знали сотни, может быть, тысячи людей. Над этой проблемой работали не только в США. Президент Трумэн, отдавший приказ об атомной бомбардировке Хиросимы и Нагасаки, и английский премьер-

министр Черчилль не могли не знать, что в Советском Союзе ученые также успешно работают в области атомной физики.

Когда атомный огонь впервые вспыхнул в пустыне Нью-Мексико, президент Трумэн находился в Потсдаме. В тот же день он выслушал исчерпывающую информацию о результатах эксперимента и обсудил ее с Черчиллем. Но Сталину они сообщили об этом только через неделю — 24 июля.

В полутемном зале замка Цецилиенгофф, где 17 июля 1945 г. трое государственных деятелей собрались для решения проблем мира в Европе, царила менее дружелюбная атмосфера, чем на встрече в Ялте, которая происходила всего лишь несколько месяцев назад. Западные союзники уже начали свою послевоенную тайную игру, которая привела к «холодной войне».

Трумэн подошел к Сталину и, как бы между прочим, сообщил, что США располагают новым видом оружия невероятной разрушительной силы. Он внимательно следил за реакцией Сталина. Какое впечатление произведет на советского руководителя эта весть? Что знает Сталин об их успехах в создании атомного оружия? Однако непроницаемое лицо его собеседника не позволяло сделать никаких выводов.

Сам же Трумэн не мог знать, что уже несколько лет в Советском Союзе большой коллектив талантливых ученых мощно атакует проблемы атомного ядра. Тяжелые для страны военные годы не остановили работу советских атомщиков, главным содержанием которой стало овладение тайнами цепной ядерной реакции. Однако в отличие от США, где девизом этих исследований были «смерть и разрушение», советские ученые работали во имя жизни на Земле.

Наука, с тех пор как она существовала, служила всему человечеству главным образом во имя добра. Почему человек стремился проникнуть в тайны природы? Не для того ли, чтобы сделать свою жизнь лучше, богаче, счастливее? Почему же сейчас, когда путь к атомной энергии, способной сделать землю цветущим садом, дать изобилие людям, был открыт, не использовать ее для этой цели? Во имя этого и работали советские ученые-атомщики еще в то время, когда села и города превращались в пепел и руины. Важные открытия, сделанные в лабораториях исследовательских центров СССР, сулили человечеству атомные реакторы, атомные двигатели, атомные электростанции...

Наука об атоме в СССР была молода. Ведь когда Эрнест Резерфорд открыл ядерные реакции, а Нильс Бор создал и усовершенствовал теорию строения электронных оболочек атома, когда оставалось лишь несколько лет до знаменитых открытий Энрико Ферми и Ирен Кюри, в России происходила революция, шла гражданская война, и новая жизнь создавалась практически на руинах.

Страна быстро набирала силы, росла и достигла таких

вершин, которые, как считали на Западе, принадлежат и будут принадлежать только миру капитала. В числе других достижений было и развитие атомной физики.

Ученые, работавшие в Кембридже, Париже, Берлине и Риме имели достойных, хотя и мало им известных соперников в Ленинграде и Москве. И как стало известно позже, исследования в ленинградских и московских лабораториях весьма незначительно отличались от кембриджских и парижских. Часто одно и то же открытие было сделано одновременно или почти одновременно в двух, трех и даже четырех лабораториях мира. Вот почему сегодня еще можно поспорить о том, кто является истинным первооткрывателем того или иного явления.

В то время когда Ирен и Фредерик Жолио-Кюри открыли искусственную радиоактивность, в Ленинградском политехническом институте Игорь Васильевич Курчатов успешно осуществлял работу с нейтронами. Через несколько лет, в 1940 г., его ученики Г. Н. Флеров и К. А. Петржак открыли спонтанное деление урана, затем Г. Н. Флеров и Л. И. Русинов доказали, что при делении ядер урана образуется более двух вторичных нейтронов. Путь к цепной реакции был открыт. Аналогичное открытие было сделано в Париже, Копенгагене и Нью-Йорке. Ученые уже знали, что можно построить атомный реактор. За решение этой задачи взялись Жолио-Кюри во Франции, Гейзенберг в Германии, Курчатов в СССР и Ферми в США.

Жолио-Кюри и Гейзенберг не могли осуществить свои замыслы, им помешала война. Работы Курчатова шли медленно: блокада Ленинграда, вынужденная эвакуация... Не хватало урановой руды, война измотала страну до крайности.

А Ферми работал в отличных условиях. Реактор в Чикаго действительно был первым, но колесо военной машины повернулось так, что этот успех привел к страданиям тысяч людей, к смерти десятков тысяч японцев.

Советский реактор, который был построен под руководством И. В. Курчатова, заработал через год после ужасной трагедии на острове Хонсю. Это был реактор для мирных целей. Советские ученые работали для счастья людей, упорно искали путь к его достижению.

И этот путь был найден!

## 36.

... Проходят годы, десятилетия, и тени ядовитых атомных грибов над Хиросимой и Нагасаки постепенно уходят в прошлое, но не забываются. Человечеству такое забывать нельзя!

Мы надеемся, что наш рассказ об атомной эпопее будет той каплей в океане людской памяти, которая постоянно будет напоминать: трагедия не должна повториться!



## ТВОРЦЫ АТОМНОЙ НАУКИ

---

### Биографические заметки об иностранных ученых-атомщиках, упомянутых в книге

Ученик Роберта Оппенгеймера, американский физик-экспериментатор, участник Манхеттенского проекта Луис Уолтер АЛЬВАРЕС (род. 13 VI.1911) около сорока лет работает в Калифорнийском университете. С его именем связано множество открытий в области атомной физики и элементарных частиц. В 1938 г. он открыл новый тип радиоактивного превращения—К-захват, в следующем году обнаружил изотоп гелий-3, а в 1940 г. измерил магнитный момент нейтрона и впервые ускорил шестизарядный ион углерода до 50 МэВ. После войны он усовершенствовал пузырьковую камеру для изучения элементарных частиц, разработал водородные камеры, в которых были получены миллионы снимков взаимодействия элементарных частиц. В 1960 г. открыл короткоживущие нестабильные резонансные частицы, предложил мюонный катализ, изучал различные виды мезонов. В 1968 г. удостоен Нобелевской премии по физике.

Ученик Энрико Ферми, профессор экспериментальной физики Римского университета, академик Эдоардо АМАЛЬДИ (род. 5 IX.1908) вместе со своим учителем принимал участие в открытии (1934 г.) явления замедления нейтронов. Амальди впервые показал возможность избирательного поглощения нейтронов, обнаружил ядерную реакцию типа «нейтрон—гамма». В 1960 г. участвовал в открытии антисигма-плюс-гиперона.

Амальди окончил Римский университет, работал в Лейпциге у П. Дебая, с 1934 г.—у Э. Ферми. В 1969—1970 гг. он был президентом ЦЕРН.

В 1933 г. американский физик-теоретик, профессор Калифорнийского технологического института Карл Дейвид АНДЕРСОН (род. 3.IX.1905) описал обнаруженные 2 августа 1932 г. в космических лучах предсказанные П. Дираком «положительные электроны»—позитроны, за что был удостоен Нобелевской премии по физике 1936 г. В том же году совместно с С. Неддермейером открыл мю-мезоны и определил их массу.



К. Андерсон

Пионер изучения спектров атомов, швейцарский физик Иоганн Якоб БАЛЬМЕР (1.V.1825—12.III.1898) получил образование в Базеле, Карлсруэ и Берлине, затем работал в Базельском университете. В 1885 г. он обнаружил закономерность в расположении спектральных линий атома водорода, показав, что девять длин волн линий можно определить с помощью простого соотношения, которое ныне называется формулой Бальмера. Это соотношение позволяет рассчитывать все электронные переходы в атоме на второй от ядра энергетический уровень (серия Бальмера).

Лауреат Нобелевской премии по физике 1917 г., английский физик, член Лондонского королевского общества Чарлз Гловер БАРКЛА (7.VI.1877—23.X.1944) в 1904 г. первым экспериментально доказал поляризацию рентгеновских лучей, установив тем самым их волновую природу. Через два года он открыл характеристические рентгеновские лучи, которые имеют линейчатый спектр, распадающийся на серии. В своих экспериментальных работах Баркла показал, что коэффициент поглощения металлами вторичного излучения, вызванного рентгеновскими лучами, является периодической функцией их атомных весов, а число электронов, рассеивающих рентгеновские лучи, для легких элементов примерно равно половине атомного веса.

Баркла работал в Ливерпульском и Лондонском университетах, а с 1913 г. до конца жизни был профессором Эдинбургского университета.

Проверяя гипотезу Анри Пуанкаре о взаимосвязи рентгеновских лучей с фосфоресценцией, французский физик, член Парижской Академии наук Антуан Анри БЕККЕРЕЛЬ (15.XII.1852—25.VIII.1908) воспользовался калийуранилсульфатом. Эта соль урана оставляла отчетливый след на фотопластинке, который он вначале назвал «невидимой флуоресценцией». Беккерель опроверг гипотезу Пуанкаре и доказал, что невидимые лучи могут испускать только соединения урана или сам уран — «урановые лучи», или «лучи Беккереля», как их потом называли. Так 1 марта 1896 г. было открыто явление радиоактивности. В конце 1897 г. к работам Беккереля подключились Мария Склодовская и Пьер Кюри. Их совместные исследования были удостоены Нобелевской премии по физике 1903 г. В 1900 г. Беккерель впервые измерил отношение заряда бета-частиц к их массе.

Беккерель родился в Париже, где окончил Политехническую школу и работал в своей alma mater всю жизнь. Его исследования флуоресценции и солей урана не были случайными. Это семейная традиция, поддерживавшаяся его дедом — академиком А. С. Беккерелем (1788—1878) и отцом — академиком А. Э. Беккерелем (1820—1891). Сын Антуана Беккереля — академик Ж. Беккерель (1878—1953) также занимался исследованиями в области физики.

Французский физик Александр Эдмон БЕККЕРЕЛЬ (24.III.1820—11.V.1891) установил ряд важнейших закономерностей явления фосфоресценции, изобрел прибор для наблюдения кратковременных свечений — фосфороскоп, был одним из создателей учения о люминесценции. В 1880 г. возглавлял Парижскую Академию наук.

Известный физик-теоретик, член Национальной Академии наук США Ханс Альбрехт БЕТЕ родился 2.VII.1906 г. в Германии. Окончил Мюнхенский университет, преподавал во Франкфуртском, Штутгартском, Мюнхенском, Тюбингенском, Манчестерском и Бристольском университетах. Ученик Э. Резерфорда и Э. Ферми. С 1935 г. работал в США в Корнеллском университете. Во время войны возглавлял теоретический отдел Лос-Аламосской лаборатории, приняв участие в Манхеттенском проекте.

Бете внес существенный вклад во многие разделы современной физики. В 1934 г. он создал теорию радиационных потерь энергии электроном при движении его в веществе. Используя идеи и методы квантовой электродинамики, Бете совместно с В. Гайтлером показал, что для легких частиц эти потери во много раз больше, чем для заряженных тяжелых частиц. Интерес к изучению взаимодействия элементарных частиц прослеживается во многих его работах. В том же 1934 г. Бете развил точную теорию образования электрон-позитронных пар при взаимодействии фотонов с веществом; в

следующем году предложил теорию фотоэлектрического расщепления дейтрона. Разработка этих теорий привела Бете в 1937 г. к созданию основ каскадной теории развития ливней в космических лучах.

Изучая термоядерные процессы, которые происходят внутри звезд, Бете в 1938—1939 гг. описал углеродно-азотный и протон-протонный циклы ядерных реакций—источники энергии звезд, в том числе Солнца. За это удостоен Нобелевской премии по физике 1967 г.

Наряду с теоретическими исследованиями Бете занимался и прикладными работами, в частности проблемами радиолокации, ядерных реакторов, созданием материалов для космических кораблей, расчетами полетов межконтинентальных баллистических ракет и др.

В своем Нобелевском докладе Р. Фейнман говорил:

«Проф. Бете... это такой человек: если имеется какое-то хорошее экспериментальное число, он непременно должен получить его из теории... Однажды в поезде он произвел необходимые вычисления и получил для лэмбовского сдвига величину порядка тысячи МГц, совершив, таким образом, наиболее важное открытие за всю историю квантовой электродинамики...»

Один из гениальных творцов и организаторов современной науки об атоме, с которым связана целая эпоха в развитии физики, выдающийся датский физик-теоретик, академик Нильс Хенрик Давид БОР (7.X.1885—18.XI.1962) родился в Копенгагене в семье профессора физиологии. После окончания в 1909 г. Копенгагенского университета он защитил докторскую диссертацию по электронной теории металлов, в 1911—1912 гг. стажировался в Кембридже у Дж. Дж. Томсона, затем в течение двух лет работал в Манчестере у Э. Резерфорда, которого считал своим учителем. Именно здесь начался второй, основной период его научной деятельности, продолжавшийся до 1925 г. уже в Копенгагенском университете и Институте теоретической физики.

На основе идеи М. Планка о квантовании энергии и планетарной модели атома Э. Резерфорда Бор в 1913 г. разработал квантовую теорию строения атома, положившую начало новой эре в атомной науке. В основе этой теории лежат три «постулата Бора», противоречащие классическим представлениям и законам. По первому постулату электрон может вращаться вокруг ядра не по любым, а только по дозволенным, или квантованным, орбитам; по второму постулату, вращаясь по квантованным орбитам, электрон не излучает энергии; по третьему — при перескоке электрона с одной орбиты на другую он либо излучает, либо поглощает квант энергии. Эта теория Бора позволила объяснить целый ряд сложных проблем строения и свойств атомов. Стала ясна природа прерывистых — линейчатых — спектров атомов. От-

крылся путь для физического обоснования периодичности химических свойств элементов. Бор создал оболочечную модель структуры атома, основанную на классификации электронных орбит по главному и азимутальному квантовым числам. Для обоснования связи квантовых принципов с классическими он в 1918 г. сформулировал принцип соответствия. За создание квантовой теории атома Бор был удостоен Нобелевской премии по физике 1922 г. В своей Нобелевской лекции «Строение атома» он подвел итог развитию представлений о строении атома и теории Периодической системы элементов.

Почему же противоречащая классической электродинамике модель атома Бора оказалась верной? Поиски ответа на этот вопрос привели в 20-е годы к созданию квантовой механики микромира. «Установлением этой механики мы обязаны прежде всего изобретательности и остроумию младшего поколения физиков», — с неизменной скромностью говорил Бор, имея в виду исследования В. Гейзенберга, Э. Шрёдингера, П. Дирака, В. Паули, М. Борна и других выдающихся теоретиков. Но подлинным вождем квантовой революции всегда оставался он — глава знаменитой «копенгагенской школы», которую прошел целый ряд выдающихся теоретиков из многих стран Европы, Америки и Азии. Именно квантовая механика разрешила трудности теории атома Бора. В 1927 г. Бор сформулировал важный для понимания квантовой механики принцип дополнительности, что привело к двадцатипятилетней дискуссии с А. Эйнштейном, в которой Бор оказался прав.

В четвертый, последний период своей научной деятельности (1936—1961) Бор занимался физикой ядра. В 1936 г. он выдвинул концепцию промежуточного (составного) ядра, был одним из создателей капельной модели ядра и теории деления атомного ядра (1939), предсказал спонтанное деление урана. В 1943 г. Бор вместе с сыном покинул оккупированную фашистами Данию и под именем Н. Бейкера возглавил теоретические работы по созданию атомного оружия в Лос-Аламосе. Он быстро понял антигуманные цели этой деятельности, в августе 1945 г. вернулся в Данию и до конца жизни выступал за мир и предотвращение атомной войны. Он был членом многих академий и научных обществ мира, трижды посещал Советский Союз, выступил одним из организаторов I Международной конференции по мирному использованию атомной энергии (Женева, 1955 г.).

До конца своих дней Бор оставался олицетворением человечности, душевной чистоты, высокого благородства и скромности. Его именем назван синтезированный в 1970 г. в Дубне 105-й химический элемент — нильсборий (Ns). П. Л. Капица писал о великом ученом:

«Во всей мировой науке в наши дни не было человека с таким влиянием на естествознание, как Бор. Из всех теоретических троп тропа Бора была самой значительной».

Один из сыновей Н. Бора, датский физик-теоретик, академик Оге БОР родился 19.VI.1922 г. в Копенгагене. Окончил Копенгагенский университет, в годы войны работал с отцом в США, затем в Институте теоретической физики и в университете столицы Дании, а с 1963 г. возглавляет Институт теоретической физики Нильса Бора.

Основным научным достижением О. Бора является разработанная им совместно с Б. Моттelsonом коллективная модель атомного ядра (1950—1952), отмеченная Нобелевской премией по физике 1975 г.

Один из пионеров новой физики и классиков современного естествознания, немецкий физик-теоретик Макс БОРН (11.XII.1882—5.I.1970) окончил Гёттингенский университет, затем работал профессором Берлинского, Франкфуртского и Гёттингенского университетов. Преследуемый нацистами, в 1933 г. он эмигрировал в Англию, где до 1936 г. работал в Кембриджском и до 1953 г.— в Эдинбургском университетах. В 1954 г. возвратился в Гёттинген (ФРГ). В 1945 г. Борн посетил Советский Союз в связи с празднованием 220-летия АН СССР.

Борн был одним из создателей квантовой механики, но уже его первые работы по динамике кристаллических решеток, выполненные после 1910 г. и завершённые в 40-е годы созданием стройной теории, позволили причислить его к крупнейшим физикам нашего века. В 1954 г. он награжден Нобелевской премией по физике за создание в 1926 г. вероятностной теории нахождения частицы в определенной точке пространства, описываемого волновой функцией Э. Шрёдингера. В 1926 г. Борн предложил способ расчета электронных оболочек атома и метод решения квантовомеханических задач о столкновении элементарных частиц (борновское приближение). Совместно с Н. Винером он ввел в квантовую механику понятие оператора. Борн написал около 20 книг, в том числе и для широкой публики, в которых на основе материалистической философии пытался искать объяснения выдающимся открытиям новой физики. Некоторые его книги, например «Физика в жизни моего поколения» (1963), «Моя жизнь и взгляды» (1973), «Размышления и воспоминания физика» (1977), хорошо известны советским читателям. Он воспитал плеяду знаменитых физиков, в числе которых нобелевские лауреаты В. Паули, В. Гейзенберг, О. Штерн, М. Гёпферт-Мейер и др. Активный борец за мир, участник Гёттингенского манифеста 1957 г., Борн был членом многих академий и научных обществ мира, в том числе

иностранным членом АН СССР с 1934 г. Н. Винер писал о нем: «Это был самый скромный ученый, которого я знал».

Замечательный ученик М. Планка, один из пионеров ядерной физики, немецкий теоретик Вальтер Вильгельм Георг БОТЕ (8.I.1891—8.II.1957) уже в первое десятилетие своей научной карьеры разработал известный метод совпадений (1924 г.), получивший широкое распространение в атомной физике. Метод совпадений является одним из вариантов метода сравнения с мерой, в котором разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, определяют по совпадению отметок на шкалах или сигналов. С помощью этого метода были сделаны многие открытия, в том числе и самим Боте. Например, в 1929 г. он установил в космических лучах наличие заряженных частиц очень высокой проникающей способности. В 1925 г., исследуя вместе с Г. Гейгером эффект Комптона (рассеяние жестких гамма-лучей на электронах), Боте впервые экспериментально доказал справедливость закона сохранения энергии и импульса для каждого элементарного акта рассеяния. В 1930 г. Боте и Г. Бекер в экспериментах по облучению элементов альфа-частицами впервые наблюдали поток нейтронов, но не сумели его идентифицировать и приняли за жесткие гамма-лучи. В 1954 г. за разработку и широкое применение метода совпадений Боте был награжден Нобелевской премией по физике. После второй мировой войны, работая в Гейдельбергском университете, он проводил исследования на циклотроне, опубликовал серию работ по теории диффузии нейтронов.

Крупнейший из физиков Франции, непререкаемый секретарь Парижской Академии наук и иностранный член АН СССР Луи ДЕ БРОЙЛЬ (род. 15.VIII.1892) по образованию историк. Физикой заинтересовался лишь в возрасте 28 лет под влиянием своего старшего брата Мориса де Бройля (1875—1960), а также П. Ланжевена. Однако благодаря своему таланту он уже в 1923 г., в возрасте 31 года, в трех небольших статьях выдвинул и обосновал гипотезу об универсальности дуализма в микромире, т. е. распространил идею А. Эйнштейна о двойственной природе света на вещество—поначалу на электрон, предсказав возможность его дифракции. Теория волновых свойств материи (волны де Бройля), окончательно обоснованная им в 1924 г. в докторской диссертации, явилась результатом историко-методологического анализа механики и оптики, сравнения математического аппарата, который описывает механику движения материальной частицы и волновую теорию. Этот научный подвиг де Бройля является идеальным примером историко-научного исследования, приводящего к открытиям в науке. Используя идею корпускулярно-



Л. Де Бройль

волнового дуализма и пытаюсь обосновать ее математически, Э. Шрёдингер в 1926 г. вывел уравнение, положившее начало волновой механике. В 1929 г. выдающиеся работы де Бройля были отмечены Нобелевской премией по физике. Он также широко известен как историк и популяризатор науки. А. Эйнштейн писал о нем:

«Де Бройль был первым, кто осознал тесную физическую и формальную взаимосвязь между квантовыми состояниями материи и явлениями резонанса еще в те времена, когда волновая природа материи не была открыта экспериментально».

В истории естествознания не часты случаи, когда в одном семействе появляется несколько выдающихся ученых. Наука об атоме в этом отношении — счастливое исключение. Беккерели, Томсоны, Перренны, Герцы, Кюри... К этой прекрасной плеяде относятся и Брэгги — отец Уильям Генри БРЭГГ (2.VII.1862—12.III.1942) и сын Уильям Лоренс БРЭГГ (31.III.1890—1.VII.1971), которые были удостоены Нобелевской премии по физике 1915 г. Поражает тот факт, что Брэггу-сыну исполнилось в то время лишь 25 лет. Это самый молодой из 500 нобелевских лауреатов за всю 80-летнюю историю присуждения наград.

Используя явление дифракции рентгеновских лучей на кристаллах, отец и сын впервые в 1913 г. экспериментально доказали периодичность структуры кристаллов на молекулярном уровне. В результате был разработан первый метод



рентгенографического анализа кристаллов — метод вращающегося кристалла. Эти эксперименты Брэггов положили начало широко распространенным ныне методам рентгеноструктурного анализа и рентгеновской спектроскопии. Продолжая дело отца, У. Л. Брэгг разработал многочисленные методы расшифровки сложных кристаллических структур, например силикатов, а в 1942 г. выдвинул идею рентгеновского микроскопа. Он был директором крупнейших научных учреждений: возглавлял Национальную физическую лабораторию, Королевский институт в Кембридже и, наконец, Кавендишскую лабораторию, в которой способствовал развитию современных научных направлений — радиоастрономии и молекулярной биологии.

Американский физик-теоретик, президент Американской Академии искусств и наук, иностранный член АН СССР, немец по происхождению, работающий с 1937 г. в США, бывший директор Европейского центра ядерных исследований Виктор Фредерик ВАЙСКОПФ (род. 19.IX.1908) известен своими фундаментальными исследованиями в области ядерной физики, физики элементарных частиц, квантовой теории поля. Его имя увековечено в названиях эффекта Бора — Вайскопфа, описывающего, как влияют размеры ядер атомов на сверхтонкую структуру спектров излучения и поглощения вещества; теории поляризации вакуума, объясняющей механизм возникновения и аннигиляции элементарных частиц в вакууме; схематической теории ядерных реакций; формулы Корнуэлла — Вайскопфа для расчета рассеяния носителей на заряженных примесях кристалла; теории кварковой структуры элементарных частиц и др. Во время второй мировой войны он принимал активное участие в разработке американской атомной программы в Лос-Аламосской лаборатории.

27 ноября 1913 г. голландский исследователь Антониус Иоханнес ВАН-ДЕН-БРУК (4.V.1870—25.X.1926) завершил исследование, длившееся семь лет. Он открыл принципиально важное положение о том, что величина заряда ядра атома численно равна порядковому номеру соответствующего элемента в Периодической системе Д. И. Менделеева. Ван-ден-Брук закончил юридический факультет Лейденского университета, где в 1895 г. защитил докторскую диссертацию. Затем он изучал юриспруденцию в Амстердамском университете, экономику в Вене и Лейпциге, наконец, физику — самостоятельно. По проблемам Периодической системы и изотопии он написал 23 статьи, главным выводом из которых явилось теоретическое открытие идентичности порядковых номеров элементов и величин зарядов ядер, положившее начало физической интерпретации периодического закона и развитию ядерной модели атома Э. Резерфорда. В 1923 г. за

научные работы в области физики Ван-ден-Брук был избран членом Голландской Академии наук.

Карл Фридрих ВЕЙЦЕККЕР (род. 28.VI.1912) во время второй мировой войны был в числе организаторов немецкой атомной программы. Он окончил Лейпцигский университет; с 1969 г. возглавляет Институт физики Макса Планка. Еще в 1936 г. он предложил гипотезу о причинах ядерной изомерии, которая легла в основу современных теоретических представлений. Затем Вейцеккер вывел формулу для расчета энергии связи ядра, носящую ныне его имя. В предвоенные годы, независимо от Бёте, он описал основные черты углерод-азотного цикла в термоядерном процессе.

Немецкий физик, профессор Лейпцигского университета Густав Генрих ВИДЕМАН (2.X.1826—24.III.1899) известен своими работами по теплоте и магнетизму. В 1853 г. совместно с Р. Францем установил зависимость отношения теплопроводности к электропроводности металлов от температуры, которая получила название закона Видемана—Франца. В 1858 г. открыл эффект Видемана—явление «закручивания» ферромагнитного стержня с током при его намагничивании вдоль оси. Он был основателем Берлинского физического общества, а в 1883 г. избран членом-корреспондентом Петербургской Академии наук.

После открытия Э. Резерфордом альфа- и бета-частиц французский физик, академик Поль Ульриш ВИЙЯР (Виллард) (28.IX.1860—13.I.1934) обнаружил в 1900 г. у радия новый вид излучения, которое не отклонялось в магнитном поле. Только через три года эти лучи были названы М. Склодовской-Кюри гамма-лучами. Вийяр также исследовал воздействия радиоактивного излучения на вещество, модифицировал некоторые радиометрические приборы.

Выдающийся английский физик, ветеран Кавендишской лаборатории Чарлз Томсон Рис ВИЛЬСОН (14.II.1869—15.XI.1959) окончил Кембриджский университет, в котором затем работал до 1934 г. В 1894 г. он занялся изучением конденсации пара, открыв явление конденсации на ионах при расширении газа. Таким образом ионы стали «видимыми» уже в 1895 г. Но лишь весной 1911 г. Вильсону пришла в голову мысль, что он может проследить за полетом заряженной частицы через специальную камеру, так как вокруг ионов, образующихся на пути частицы, будут возникать небольшие капельки воды (туман). В итоге он в 1912 г. сконструировал первый прибор для наблюдения и фотографирования следов заряженных частиц—знаменитую камеру Вильсона. Э. Резерфорд назвал эту камеру «самым оригинальным и самым



Ч. Т. Р. Вильсон

изумительным инструментом в истории науки». Другие называли ее «судьей ядерной физики». В 1927 г. это открытие было отмечено Нобелевской премией по физике.

Вильсон был великолепным экспериментатором, работал очень тщательно и сделал большую часть необходимых приборов собственными руками. Он провел всего несколько экспериментов, но каждый из них прославил бы любого ученого. По словам его единственного ученика — известного физика Дж. П. Томсона (1892—1975), сына Дж. Дж. Томсона, Вильсон принадлежал к числу наихудших лекторов в мире, но учебные опыты ставил искусно. Уже в глубокой старости, в 1956 г., Вильсон завершил свои теоретические работы по атмосферному электричеству. Он умер в возрасте 90 лет в Эдинбурге.

Американскому физику-теоретику Джорджу ГАМОВУ (4.III.1904—19.VIII.1968) принадлежат многочисленные работы в самых различных областях физики и ее истории.

Его капельная модель атомного ядра привела в конечном итоге к созданию современной теории ядерных реакций расщепления и слияния. Гамов обобщил теорию альфа- и бета-распада, выдвинул теорию «большого взрыва» Вселенной, подтвержденную в 1965 г. открытием реликтового излучения. Впервые четко сформулировал проблему генетического кода. Гамов известен как популяризатор и историк физики.

Выдающийся немецкий физик и химик Отто ГАН (8.III.1879—28.VII.1968) родился в Германии. Он учился в Марбургском университете, затем в Мюнхене у А. Байера, специализируясь по органической химии. Его экспериментаторский дар и аналитический ум были замечены химиком-органиком Т. Цинке, по рекомендации которого Ган попал в лабораторию У. Рамзая. Здесь, в Англии, он начал исследования радиоактивных веществ и в 1905 г. открыл новый радиоактивный элемент—радиоторий. Рамзай рекомендовал Гана Э. Резерфорду, работавшему в то время в Монреальском университете в Канаде. Под руководством Резерфорда он в 1906 г. открыл актиний. Вернувшись в том же году в Берлин и продолжив работы по радиоактивности, Ган вскоре открыл мезоторий.

Главным этапом в научной биографии Гана стала тридцатилетняя совместная деятельность с Лизе Мейтнер, с которой он познакомился осенью 1907 г. Через два года в Германии они экспериментально доказали явление радиоактивной отдачи. В 1918 г. Ган и Мейтнер открыли новый химический элемент—протактиний.

Вплоть до 1934 г. Ган работал в Берлинском университете и одновременно в Институте химии императора Вильгельма, возглавляя последний с 1912 по 1945 г. Развивая работы И. и Ф. Жолио-Кюри, Ган и его ученик Ф. Штрассман в 1938 г. открыли явление деления ядер урана при бомбардировке их медленными нейтронами, т. е. впервые расщепили атомное ядро. Благодаря этому открытию Ган стал знаменит. В апреле 1945 г. Ган вместе с другими физиками-атомщиками был вывезен в Англию, где он узнал о присуждении ему Нобелевской премии по химии 1944 г. Получить эту премию он смог лишь в декабре 1946 г.

С 1946 г. Ган жил в Гёттингене и до 1960 г. являлся президентом Общества Макса Планка. В апреле 1957 г. он подписал Гёттингенское обращение, в котором 18 ученых клялись никогда не участвовать в изготовлении и испытании атомного оружия. Л. Мейтнер в 1964 г. писала о Гане:

«Его постоянная готовность прийти на помощь, его юмор, высокое чувство ответственности, мужество помогали ему находить правильный путь в тяжелые времена и нужный выход в трудных ситуациях, завоевали любовь и уважение всех, кто с ним соприкасался».

Один из наиболее известных учеников Э. Резерфорда, работавший в Манчестерском университете с 1906 по 1914 г., физик-экспериментатор Ганс Вильгельм ГЕЙГЕР (30.IX.1882—24.IX.1945) родился в Германии, учился в Мюнхенском и Манчестерском университетах. В 1906 г. окончил Эрлангенский университет и попал в группу резерфордовских «мальчиков». Научную деятельность начал с определения

заряда электрона и измерения периода полураспада радия в 1908 г. В том же году совместно с учителем изобрел прибор, позволяющий обнаруживать отдельные заряженные частицы. Усовершенствованная совместно с В. Мюллером конструкция этого прибора получила название счетчика Гейгера—Мюллера, широко применяемого до сих пор. По заданию Резерфорда в 1909—1910 гг. Гейгер и Э. Марсден провели эксперименты по рассеянию альфа-частиц на тонких металлических пластинках. Эти эксперименты сыграли решающую роль в разработке Э. Резерфордом ядерной модели атома. В 1911 г. Гейгер совместно с Дж. Неттолом предложил эмпирическую формулу, связывающую константу радиоактивного распада с энергией альфа-частиц. Позднее эту формулу стали называть законом Гейгера—Неттола.

С 1925 г. Гейгер работал профессором университета в Киле, где совместно с В. Боте экспериментально доказал справедливость закона сохранения энергии и количества движения в эффекте Комптона. С 1929 г. Гейгер был профессором Тюбингенского университета, а с 1936 г.— профессором Технического университета в Берлине. В последние годы жизни он изучал космические лучи.

Один из создателей квантовой механики, выдающийся немецкий физик-теоретик Вернер Карл ГЕЙЗЕНБЕРГ (5.XII.1901—1.II.1976) окончил Мюнхенский и Гёттингенский университеты, работал в Лейпцигском, Берлинском, Гёттингенском и Мюнхенском университетах, был директором Физического института императора Вильгельма, Института физики Макса Планка, а с 1955 г. до конца жизни—директором Института физики и астрофизики им. М. Планка в Мюнхене. Его учителями были А. Зоммерфельд, В. Вин, М. Борн.

В возрасте 24 лет Гейзенберг разработал матричную механику—первый вариант квантовой механики, за что был удостоен Нобелевской премии по физике 1932 г. В 26 лет сформулировал принцип неопределенности. Совместно с П. Дираком он ввел понятие обменного взаимодействия частиц и обменных сил, совместно с В. Паули разработал основы квантовой электродинамики, предложив общую схему квантования полей. Гейзенберг—один из авторов протонно-нейтронной модели атомного ядра (1932), независимо от других он разработал первую теорию ядерных сил. По словам Бора, «в этот период развития физической науки, который можно сравнить с чудесным приключением, Вернер Гейзенберг сыграл выдающуюся роль». В последние годы Гейзенберг пытался создать единую теорию поля.

Известный немецкий физик Густав Людвиг Генрих ГЕРЦ (1887—1975) окончил Мюнхенский и Берлинский университеты и работал во многих крупнейших научных центрах

Германии, а в 1945—1954 гг.—в СССР. С 1955 г. возглавлял в течение 15 лет физический институт в Лейпциге. Особую известность он получил уже в 1913—1917 гг., когда совместно с Дж. Франком установил закономерности столкновения электронов с атомами. Опыты Франка—Герца впервые доказали существование дискретных уровней энергии в атоме, что подтверждало квантовую теорию атома Н. Бора. Эти исследования были удостоены Нобелевской премии по физике 1925 г. В 1951 г. Г. Герц был удостоен Государственной премии СССР, а в 1958 г. избран иностранным членом АН СССР.

Пионер нейтронных исследований в США, химик и физик, академик Джон Рей ДАННИНГ (24.IX.1907—1975) получил образование в Веслейнском и Колумбийском университетах. С 1929 г. и до конца своих дней работал в Колумбийском университете. Он открыл магнитный момент нейтрона, впервые обнаружил взаимодействие тепловых нейтронов с кадмием, разработал селектор скоростей для медленных нейтронов. В 1939 г. Даннинг одним из первых экспериментально доказал деление ядра на два осколка и измерил энергию этого процесса. Через год с помощью открытого им метода газовой диффузии он выделил уран-235 и убедительно доказал, что тот делится медленными нейтронами. Даннинг был одним из руководителей химической части Манхеттенского проекта.

Один из создателей квантовой механики, выдающийся английский физик-теоретик Поль Адриен Морис ДИРАК (род. 8.VIII.1902) окончил Бристольский и Кембриджский университеты. С 1932 г. около 40 лет работал профессором математики Кембриджского университета.

В возрасте 25 лет Дирак разработал математический аппарат квантовой механики—теорию операторов и совместно с другими исследователями предложил в 1927 г. метод вторичного квантования. Согласно Дираку, переход от классической механики к квантовой получается при замене величин, представляемых в классической механике обычными числами, на операторы. Он первый применил квантовую теорию к электромагнитному полю и получил первую модель квантованного поля. Дирак заложил основы квантовой электродинамики, совместно с В. Гейзенбергом ввел обменные силы. На основе специальной теории относительности Дирак построил релятивистскую теорию движения электронов—релятивистскую квантовую механику, из которой вытекало существование спина электрона. В 1928 г. он предсказал существование античастиц, в частности позитрона; в 1933 г. выдвинул гипотезу о существовании антивещества, открыл эффект поляризации вакуума, выдвинул теорию «дырок». За создание квантовой механики Дирак совместно с Э. Шрёдингером был удостоен Нобелевской премии по физике 1933 г.



П. Дирак

Но список его достижений этим не ограничивается. В 1926 г. он участвовал в разработке статистики Ферми—Дирака, предложил гипотетический магнитный заряд—«монополь Дирака»; ввел термины «фермионы» и «бозоны»; в 1936 г. построил общую теорию классических полей, а в следующем году высказал гипотезу изменения гравитации во времени. В 1962 г. Дирак разработал теорию мюонов—нестабильных положительно и отрицательно заряженных элементарных частиц с спином  $1/2$ , относящихся к легким частицам—лептонам. В последние годы Дирак продолжает работы по квантованию гравитационного поля. Он является членом ряда академий и научных обществ мира, в том числе иностранным членом АН СССР, почетным профессором Московского государственного университета. Дирак неоднократно посещал Советский Союз. В период чтения лекций в МГУ в 1956 г. он оставил на стене кабинета кафедры теоретической физики надпись: «Физический закон должен быть математически изящным».

В 1934 г. умерла М. Склодовская-Кюри, и ее преемницей на кафедре физики в Сорбонне и в Институте радия стала дочь и ученица, уже знаменитый к тому времени физик и радиохимик Ирен ЖОЛИО-КЮРИ (12.IX.1897—17.III.1956). 15 января того же года совместно с мужем Ф. Жолио-Кюри на заседании Парижской Академии наук она сообщила об открытии явления искусственной радиоактивности:

«Нам удалось доказать с помощью камеры Вильсона, что некоторые легкие элементы (бериллий, бор, алюминий) при бомбарди-



Ф. Жолио-Кюри

ровке их альфа-частицами полония испускают положительные электроны. Удалось впервые при помощи внешнего воздействия вызвать у некоторых атомных ядер радиоактивность, которая сохраняется в течение измеримого времени в отсутствие вынуждающей причины».

Учитывая огромную важность открытия супругов Жолио-Кюри, Шведская Академия наук присудила им Нобелевскую премию по химии уже в следующем году. Продолжая изучение явления искусственной радиоактивности, И. Жолио-Кюри с мужем в 1934 г. открыли новый вид радиоактивных превращений — позитронную радиоактивность.

Ирен Кюри родилась в Париже; в 1920 г. окончила Сорбонну и начала работать в лаборатории матери. В 1925 г. защитила докторскую диссертацию. Она была не только крупным ученым, но и известным общественным деятелем. Активный борец за освобождение родины от фашизма, за мир, И. Кюри была членом Всемирного Совета Мира, многих академий и научных обществ, вела большую работу в Комиссариате по атомной энергии. Ирен, как и Мария Кюри, не была избрана в Парижскую Академию наук, но была иностранным членом-корреспондентом АН СССР.



Выдающийся французский физик и пламенный борец за мир, член Парижской Академии наук и иностранный член-корреспондент АН СССР Фредерик ЖОЛИО-КЮРИ (19.III.1900—14.VIII.1958) родился в Париже в семье участника Парижской коммуны. Сначала он учился в гуманитарном лицее Лаканаль, затем в лицее Лавуазье, Парижской школе физики и химии, артиллерийской школе. В 1925 г. по рекомендации П. Ланжевена Ф. Жолио поступил препаратором к М. Склодовской-Кюри в Институт радия. Здесь он познакомился с будущей женой—И. Кюри. С 1928 г. начали появляться их совместные работы, подписанные фамилией Жолио-Кюри. В 1930 г. Фредерик защитил докторскую диссертацию. Он преподавал в Сорбонне и Коллеж де Франс, работал в Национальном центре научных исследований. С 1946 по 1950 г. был Верховным комиссаром Франции по атомной энергии.

Первые совместные исследования супругов Жолио-Кюри по бомбардировке бериллия альфа-частицами и регистрации в камере Вильсона следов от образовавшихся продуктов ядерной реакции сыграли решающую роль в раскрытии загадки бериллиевого излучения и открытии нейтронов Дж. Чедвиком. В 1933 г. супруги впервые получили фотографию следов электрона и позитрона, а также наблюдали их аннигиляцию, хотя и не поняли природы этого процесса. Ф. и И. Жолио-Кюри обнаружили искусственную радиоактивность, вызванную быстрыми альфа-частицами, получили ряд искусственных радиоактивных изотопов, открыли позитронную радиоактивность. За эти открытия они были удостоены Нобелевской премии по химии 1935 г.

Одним из первых Ф. Жолио-Кюри экспериментально открыл явление деления урана нейтронами и увидел возможность развития в уране цепной ядерной реакции с выделением огромной энергии. В 1939 г. он начинает работы по сооружению ядерного реактора на тяжелой воде, который ~~завершено~~ валь совместно с Ж. Перреном. Из Бельгии было получено 9 т оксида урана, из Норвегии—весь мировой запас тяжелой воды—185 кг. Однако в мае 1940 г. оккупация Франции фашистами прервала эти работы. Сотрудники Ф. Жолио вывезли документацию и запас тяжелой воды в Англию, а сам он в оккупированной Франции участвовал в движении сопротивления. После войны Ф. Жолио продолжал ядерные исследования. В начале 1948 г. он осуществил запуск первого французского циклотрона, а 15 декабря того же года в военном форте Шатийон пустил первую французскую атомную энергетическую установку—урановый ядерный реактор «Зоэ».

В 1942 г. Ф. Жолио-Кюри стал коммунистом. Он был председателем Всемирного Совета Мира, инициатором Стокгольмского воззвания, председателем Всемирной федерации

научных работников. В 1951 г. удостоен Международной Ленинской премии «За укрепление мира между народами». Ф. Жолио-Кюри был членом 11 иностранных академий и почетным доктором 9 университетов. В его память назван один из лунных кратеров. Ф. Жолио-Кюри писал:

«Чисто научные знания приносят мир в наши души и вместе с тем твердую веру в будущее человечества, изгоняя пережитки и страх перед невидимыми силами. Они дают нам веру в светлое завтра, и помимо этого научные знания представляют основной элемент единства мышления всех людей, рассеянных на поверхности нашей планеты».

Его фраза «Правда путешествует без виз» давно уже стала крылатой.

Известный физик-экспериментатор, академик Уолли Г. ЗИНН родился 10.XII.1906 г. в Канаде, где окончил Королевский университет. С 1930 г. живет в США. В 1939 г., работая в Нью-Йоркском университете, независимо от других открыл явление испускания нейтронов при делении ядер урана и измерил среднее число этих вторичных нейтронов (эффект Зинна—Сциларда). В 1942 г. Зинн принимал участие в строительстве и запуске первого ядерного реактора в Чикаго. Как активнейший участник Манхеттенского проекта с 1944 г. он был ассистентом Э. Ферми в Аргоннской лаборатории Чикагского университета, а с 1 июля 1946 г.—первым директором организованной на ее основе Аргоннской национальной лаборатории. В послевоенные годы совместно с Э. Ферми и Г. Андерсоном разработал метод измерения сечения поглощения тепловых нейтронов.

Немецкий физик-теоретик, иностранный член АН СССР Арнольд Иоганн Вильгельм ЗОММЕРФЕЛЬД (5.II.1868—26.IV.1951) окончил Кёнигсбергский университет и большую часть жизни работал в Мюнхенском университете. Он автор и соавтор около 300 научных статей и 12 книг. Главным его достижением в области атомной физики была теория эллиптических орбит электронов наряду с круговыми орбитами Бора. Зоммерфельд ввел в 1915—1920 гг. представления о радиальном, азимутальном, магнитном и внутреннем квантовых числах, объяснил тонкую структуру атомных спектров; в 1919 г. совместно с В. Косселем установил спектроскопический закон смещения, развил квантовую электронную теорию металлов и др. В 1924 г. в четвертом издании своей книги «Строение атома и спектры» он впервые изложил теорию Периодической системы.

Зоммерфельд создал крупную научную школу теоретической физики, из которой вышли такие известные ученые—нобелевские лауреаты, как В. Гейзенберг, П. Дебай, В. Па-

ули, И. Раби, Х. Бете и др. Среди его многочисленных наград медали Планка, Лоренца, Эрстеда.

Один из учеников Ф. Жолио-Кюри Лев КОВАРСКИ родился 10.II.1907 г. в Петербурге, окончил Лионский и Парижский университеты. Работал в Париже, в течение шести лет был ассистентом Ф. Жолио-Кюри в Институте радия и Коллеж де Франс. Здесь в 1939 г. Коварски одним из первых обнаружил излучение вторичных нейтронов в ядерной реакции деления урана. В следующем году совместно с Х. Халбадом предложил использовать кадмиевые стержни для регулирования цепного процесса, доказал возможность цепной ядерной реакции в системе уран—тяжелая вода.

В военные годы Коварски работал в Монреале, где принимал участие в строительстве первого канадского атомного реактора. После войны был директором Комиссариата по атомной энергии в Париже, принимал участие в строительстве двух первых французских атомных реакторов. В 1952—1972 гг. Коварски работал в ЦЕРНе в Женеве.

Один из руководителей английского проекта атомной бомбы, директор знаменитой Мондовской лаборатории Лондонского королевского общества в Кембридже (1934), а с 1946 г. глава исследовательского атомного центра в Харуэлле Джон Дуглас КОКРОФТ (27.V.1897—18.IX.1967) мог гордиться тем, что слушал лекции Э. Резерфорда в Кембриджском университете, а с 1925 г. работал в Кавендишской лаборатории над проблемой ускорения протонов. Совместно с ирландским физиком Э. Т. С. Уолтоном в 1932 г. Кокрофт сконструировал ускоритель заряженных частиц (линейный ускоритель Кокрофта—Уолтона), на котором впервые осуществил ядерную реакцию на ускоренных протонах—превращение лития в гелий. В 1933 г. они вызвали с помощью протонов искусственную радиоактивность, исследовали ядерные реакции под действием протонов и нейтронов. Эти исследования Кокрофта и Уолтона были отмечены Нобелевской премией по физике 1951 г. Кокрофт награжден также Королевской медалью Лондонского королевского общества, медалями Фарадея, Кельвина, Золотой медалью Нильса Бора. В 1961 г. ему была присуждена премия за мирное использование атомной энергии. Кокрофт известен также как изобретатель первого английского радара.

Американский физик-теоретик, академик Артур Холли КОМПТОН (10.IX.1892—15.III.1962) окончил Принстонский университет, работал сначала в университете Дж. Вашингтона в Сент-Луисе, затем с 1923 по 1953 г.—в Чикагском университете; последние 8 лет был ректором университета Дж. Вашингтона. В военные годы Комптон активно участвовал в

Манхеттенском проекте, возглавляя Металлургическую лабораторию в Чикаго.

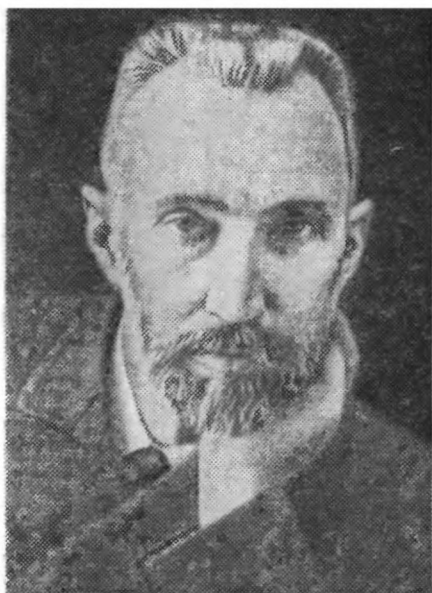
В 1922 г. Комптон открыл и теоретически обосновал «эффект Комптона» — явление изменения длины волны рентгеновского излучения при рассеянии его электронами. Это открытие было удостоено Нобелевской премии по физике 1927 г. М. Борн назвал эффект Комптона «игрой в бильярд с фотонами и электронами». Впоследствии он наблюдал явление полного внутреннего отражения рентгеновских лучей и разработал метод измерения длины волны рентгеновского излучения, занимался физикой космических лучей. В числе учеников Комптона был выдающийся американский химик и физик Гленн Теодор Сиборг, посвятивший своему учителю несколько публикаций.

Старший брат Комптона — Карл Тейлор КОМПТОН (1887—1954) также известный американский физик, работал в Принстоне, был президентом Массачусетского технологического института.

Английский химик и физик Уильям КРУКС (17.VI.1832—4.IV.1919) родился в Лондоне. Интерес ученых к катодным лучам берет свое начало с его опытов, в которых Крукс доказал материальную природу катодных лучей и назвал их «лучевой материей» — веществом, находящимся в четвертом, особом состоянии. Крукс, по существу, предсказал электрон. Его доказательства были убедительными и наглядными. Опыты с «трубками Крукса» демонстрировали во всех физических лабораториях и кабинетах, а отклонение катодного пучка магнитным полем в этой трубке стало классической демонстрацией в школьных лабораториях. В 1891 г. ирландский физик Дж. Дж. Стони назвал катодные лучи электронами, полагая, что электрон «соответствует в химическом атоме каждой связи».

Блестящий экспериментатор, Крукс сконструировал радиометр (1873) — прибор для измерений плотности ионизирующих излучений. В 1886 г. он выдвинул, а впоследствии развил идею о существовании разновидностей атомов, предложив пересмотреть понятие «химический элемент» и заменить его понятием «элементарная группа», причем, по его мнению, элементарные группы должны «занять место старых элементов в Периодической системе». Таким образом, Крукс впервые связал представление о разновидностях атомов химического элемента с его местом в системе, наиболее близко подходя к предвидению изотопии. Изучая действие альфа-лучей на сульфид цинка, Крукс в 1904 г. открыл эффект сцинтилляций и сконструировал спинтарископ.

Научная деятельность Крукса была необычайно разнообразна. Он открыл новый химический элемент — таллий (1861), работал в области аналитической химии, свеклосахарного



П. Кюри

производства, крашения тканей. Дж. Дж. Томсон говорил о нем:

«Это был исключительно независимый, оригинальный и мужественный ум; он смотрел на явления по-своему и не боялся высказать мнения, в корне отличные от утверждений всех прежних ортодоксов».

Один из основателей учения о радиоактивности, талантливый французский физик, член Парижской Академии наук Пьер КЮРИ (15.V.1859—19.IV.1906) родился в Париже в семье медика. Он никогда не посещал ни начальной школы, ни гимназии; тем не менее, уже в 16 лет стал бакалавром наук, в 18 лет — лицензиатом физики, а в 19 лет был зачислен лаборантом на факультет точных наук Парижского университета.

Он смело приступил к научной работе в возрасте, когда многие из будущих ученых были всего лишь учениками. Вместе со своим старшим братом Полем Жаком Кюри в 1880 г. он открыл явление пьезоэлектричества и создал прибор для измерения малых количеств электричества и слабых токов. С 1883 г. в течение 22 лет П. Кюри работал в Школе промышленной физики и химии в Париже, где стал профессором. Его работы по теории образования кристаллов и магнитным свойствам тел запечатлены в истории физики как «принцип Кюри», «закон Кюри», «температура, или точка Кюри».



Фотокопия диплома лауреатов Нобелевской премии по физике 1903 г., врученного Пьеру и Марии Кюри в Стокгольме

Весной 1894 г. П. Кюри познакомился со студенткой Сорбонны Марией Склодовской, а летом следующего года они стали супругами. Так сложилась великая научная чета Кюри. После открытия в 1896 г. А. Беккерелем радиоактивности научная деятельность супругов Кюри была полностью посвящена изучению этого удивительного явления. Они открыли в 1898 г. новые радиоактивные химические элементы — радий и полоний. Затем П. Кюри установил биологическое действие радиоактивного излучения, а в 1903 г. ввел понятие периода полураспада, предложив его как эталон времени для



П. Ланжевен

установления абсолютного возраста земных пород. В том же году он обнаружил самопроизвольное выделение тепла солями радия, что явилось первым свидетельством существования атомной энергии. Вместе с М. Склодовской-Кюри и А. Беккерелем П. Кюри был удостоен Нобелевской премии по физике 1903 г.

Осознавая огромную мощь атомной энергии, П. Кюри писал: «Человечество извлечет из новых открытий больше блага, чем зла...» Эжени Коттон говорила:

«Пьер и Мария Кюри вызывали во всем мире безграничное восхищение не только потому, что они открыли удивительные явления, их храбрость, простота, бескорыстие превращали обоих в лучших, благороднейших представителей человечества».

Известный французский физик Поль ЛАНЖЕВЕН (23.I.1872—19.XII.1946) был учеником Дж. Дж. Томсона в Кавендишской лаборатории, где работал вместе с Э. Резерфордом и изучал электропроводность газов. Доктором наук он стал в Париже в 1902 г., а в 1903 г. сменил своего учителя П. Кюри на посту профессора Школы индустриальной физики и химии, директором которой оставался с 1925 г. до конца жизни.

Научные работы Ланжевена посвящены ионизации газов, квантам и теории относительности. Особенно значительный вклад он внес в изучение магнетизма, разработав в 1905 г. термодинамическую и статистическую теории пара- и диамагнетизма. Эта деятельность была настолько успешна, что в

учебники вошли «метод Ланжевена», «коэффициент Ланжевена», «ионы Ланжевена», «рекомбинация по Ланжевену», «формула подвижности Ланжевена» и др. В 1906 г. он установил взаимосвязь между массой и энергией, причем сделал это независимо от А. Эйнштейна, а в 1913 г. в докладе «Инертность энергии и вытекающие из нее следствия» высказал понятие о дефекте массы, предсказав колоссальные запасы энергии, сосредоточенные в атоме. А. Эйнштейн признал как-то, что «Ланжевен построил бы специальную теорию относительности, если бы это не было уже сделано в другом месте...».

Ланжевен был крупным общественным деятелем и последовательным борцом за мир. Начав с конфликта с приверженцем фашистов Ленардом, он затем стал одним из организаторов Амстердам-Плейельского антифашистского комитета в 1933 г. и Народного фронта Франции в 1935 г., членом и президентом Лиги прав человека. В возрасте 72 лет вступил в Коммунистическую партию Франции. Ланжевен был большим другом Страны Советов, организатором и первым председателем общества «Франция—СССР». С 1929 г. он состоял иностранным почетным членом АН СССР. Один из его учеников—Ф. Жолио-Кюри сказал о нем: «Ланжевен был одним из наиболее выдающихся людей современности».

Ученик М. Планка, один из крупнейших представителей немецких физиков-теоретиков Макс Феликс Теодор ЛАУЭ (9.X.1879—24.IV.1960) окончил Берлинский университет, затем работал в нескольких университетах Германии. После войны возглавлял Институт физической химии и электрохимии в Берлин-Далеме.

Имя Лауэ вошло в историю науки в связи с разработкой (с сотрудниками В. Фридрихом и П. Книппингом) в 1912 г. теории интерференции рентгеновских лучей на кристаллах. Было предложено использовать кристаллы как дифракционные решетки для рентгеновских лучей. Дифракционные картины на фотопластинках получили название «лауэграмм». Открытие интерференции и дифракции рентгеновских лучей на кристаллических решетках не только доказало общую электромагнитную природу рентгеновских и световых лучей, но и было использовано для исследования внутреннего строения кристаллов, представляющих собой систему молекул, образующих кристаллическую решетку. На основе этого открытия был создан один из мощнейших способов изучения структуры вещества—рентгеноструктурный анализ, широко используемый в настоящее время. В 1914 г. Лауэ был награжден Нобелевской премией по физике. В 1930 г. избран иностранным членом АН СССР.

Лауэ активно популяризировал теорию относительности именно в тот период, когда ее еще не все принимали. Он

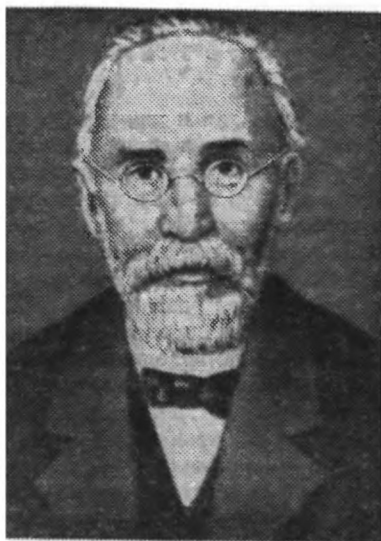


написал много работ по теории тяготения, а также был автором переведенной на русский язык в 1956 г. «Истории физики».

Значительная роль в истории открытия и изучения электрона принадлежит немецкому физiku Филиппу Эдуарду ЛЕНАРДУ (7.VI.1862—20.V.1947). Он учился в Будапеште, Вене, Берлине и Гейдельберге. С 1898 г. был директором Физического института Кильского университета. Экспериментальные исследования катодных лучей, отмеченные в 1905 г. Нобелевской премией по физике, привели Ленарда к утверждению, что поглощение катодных лучей различными веществами не зависит от природы вещества, а определяется лишь его плотностью. Это открытие послужило исходным положением для утверждения гипотезы о существовании электрона и электронного строения атомов вещества. Ленард в 1903 г. выдвинул оказавшуюся впоследствии ошибочной теорию строения атома из особых частиц — «динамид».

Ленард пытался присвоить свое имя рентгеновским лучам, хотя, получая экспериментально эти лучи, вовсе не исследовал их, как «признаки непонятных побочных явлений». Самолюбивый и тщеславный Ленард в период фашизма активно сотрудничал с гитлеровским режимом; организовал траoglio А. Эйнштейна и других ученых.

«Старейшина физической науки», «рыцарь классической физики» и в то же время предшественник теории относительности, голландский физик-теоретик и выдающийся организатор науки Хендрик Антон ЛОРЕНЦ (18.VII.1853—4.II.1928) окончил Лейденский университет, в котором затем работал в течение 45 лет. В 22 года в своей докторской диссертации Лоренц создал классическую электронную теорию, в основу которой положил законы взаимодействия электромагнитного поля и производящих его заряженных частиц. Согласно этой теории, атомы состоят из электронов и положительно заряженных частиц, масса которых значительно превосходит массу электронов. Эти заряды являются источниками электрического поля и при своем движении создают магнитное поле. Возникшее таким образом электромагнитное поле распространяется в пространстве с конечной скоростью и оказывает на заряды динамическое воздействие. Эта теория базировалась на уравнениях движения дискретных электрических зарядов и была значительным шагом в развитии теории Максвелла. На основе электронной теории Лоренц вывел зависимость диэлектрической проницаемости от плотности диэлектрика, зависимость показателя преломления от плотности вещества (формула Лорентца—Лоренца), математически описал силу, действующую на заряд в электромагнитном поле (сила Лоренца), объяснил взаимосвязь электропроводности и теплопроводности вещества, развил теорию дисперсии света.

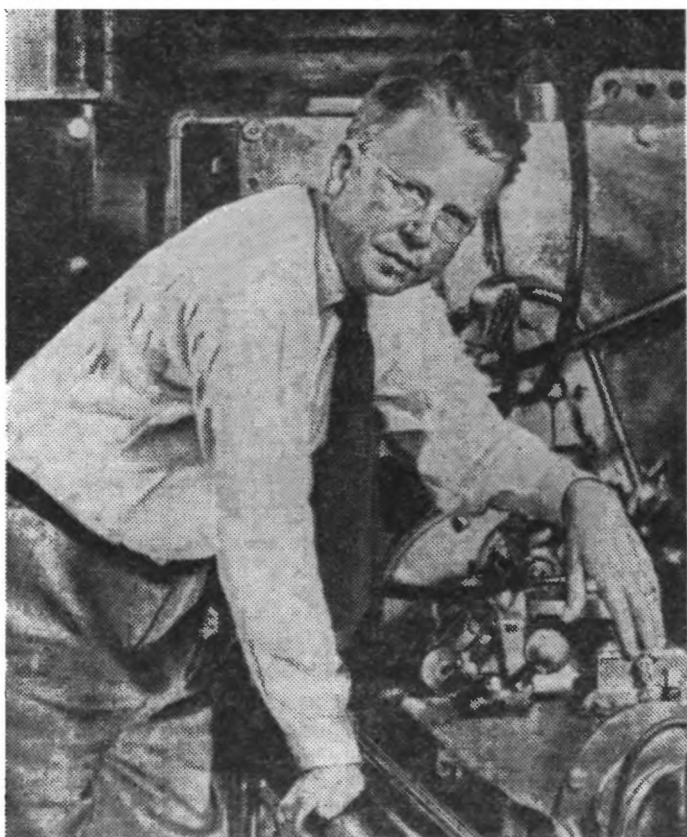


Х. А. Лоренц

Лоренц предсказал явление расщепления спектральных линий в сильном магнитном поле. В 1896 г этот эффект был открыт его учеником Питером Зееманом (1865—1943), а Лоренц разработал его теорию. В 1902 г. оба ученых были удостоены Нобелевской премии по физике. К этому времени Лоренц завершил создание электродинамики движущихся сред, выдвинул гипотезу об уменьшении размеров тел в направлении их движения и ввел понятие о «местном» времени, не совпадающем со временем в другом месте. В 1904 г. он из условия постоянства скорости света во всех инерциальных системах вывел преобразования координат и времени, возникающие при переходе в движущуюся с постоянной скоростью систему отсчета («преобразования Лоренца»), из которых Эйнштейн получил все эффекты специальной теории относительности. Тогда же Лоренц получил релятивистскую формулу зависимости массы электрона от его скорости, создал электронную теорию металлов и т. д.

Последовательный и твердый материалист, Лоренц имел огромное влияние в международном сообществе ученых и в борьбе против идеализма в физике. Он был талантливым администратором, в совершенстве владел основными европейскими языками, много лет подряд был президентом международных Сольвеевских конгрессов в Брюсселе. Самые талантливые физики мира стремились узнать мнение Лоренца об их работе.

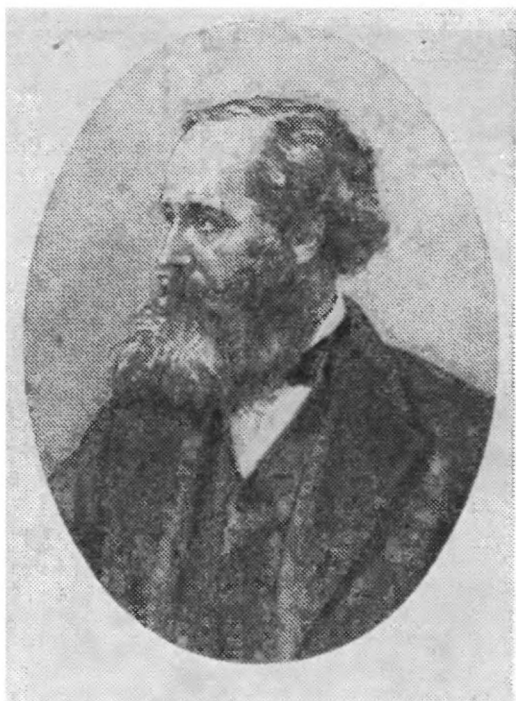
«Отец циклотрона», американский физик Эрнест Орландо ЛОУРЕНС (8.VIII.1901—27.VIII.1958) большую часть жизни



Э. Лоуренс у циклотрона

возглавлял Радиационную лабораторию Калифорнийского университета в Беркли, ныне носящую его имя. В 1930 г. Лоуренс выдвинул идею магнитного резонансного ускорителя—циклотрона. Первый образец циклотрона он построил в 1931 г., за что был удостоен Нобелевской премии по физике 1939 г. В дальнейшем под руководством Лоуренса в США была сооружена целая серия различных циклотронов, открывших новую эру в истории атомных исследований. Часть этих исследований провел сам Лоуренс, другую часть—американские химики и физики Г. Т. Сиборг, Э. Макмиллан, А. Гиорсо, С. Томпсон с учениками, в результате чего было синтезировано большое количество трансурановых элементов и их изотопов.

Лоуренс получил новые радионуклиды, например радиофосфор, радиоiod, которые применял в медицине; работал



Дж. К. Максвелл

над выделением урана-235 в рамках Манхеттенского проекта, участвовал в создании и совершенствовании цветного телевидения.

Выдающийся английский физик Джеймс Клерк МАКСВЕЛЛ (13.VI.1831—5.XI.1879) получил образование в Эдинбургском и Кембриджском университетах. Уже в 14 лет он написал первую научную работу «О свойствах овалов и кривых со многими фокусами», напечатанную в трудах Эдинбургского королевского общества.

Максвелл по праву считается одним из основателей теоретической молекулярной физики и электродинамики. В 1860 г. он установил статистический закон распределения молекул газа по скоростям (распределение Максвелла), сформулировал одну из теорем теории упругости, установил термодинамическое соотношение Максвелла, в 1861 г. продемонстрировал первую в мире цветную фотографию, изучал кольца Сатурна и многое другое.

Самым крупным научным достижением Максвелла является создание им в 1865 г. теории электромагнитного поля, уравнения которой—знаменитые уравнения Максвелла—выражают все основные закономерности электромагнитных явлений. На основе этой теории он высказал идею об

электромагнитной природе света и объединил оптические и электромагнитные явления.

«Нельзя изучать эту удивительную теорию, не испытывая... того чувства, будто в математических формулах течет самостоятельная жизнь, собственный разум—будто они умнее нас, умнее даже самого автора, будто они дают нам больше, чем в свое время было в них вложено».

Так восхищенно писал Г. Герц, придавший уравнениям Максвелла современную форму. Уравнения Максвелла вместе с преобразованиями Лоренца стали отправной точкой для создания специальной теории относительности А. Эйнштейна.

С 1871 г. Максвелл был первым профессором экспериментальной физики в Кембридже. Под его руководством в это время была создана знаменитая Кавендишская лаборатория, директором которой он оставался в течение семи лет (до конца жизни). Он был популяризатором физики, увлеченным историком естествознания, и, по отзывам современников, добрым и отзывчивым человеком.

Известный физик-экспериментатор Эрнст МАРСДЕН (19.II.1889—15.XII.1970) родился в Англии. Учился в Манчестерском университете, в 1911—1914 гг. работал там же в лаборатории Э. Резерфорда. Именно Марсден осуществил опыты, результаты которых привели Резерфорда к созданию ядерной модели атома; совместно с Г. Гейгером он экспериментально исследовал прохождение альфа-частиц через тонкие пластинки из золота и других металлов, установил, что незначительная часть альфа-частиц рассеивается на углы много больше  $90^\circ$  и только одна из восьми тысяч частиц отражается.

В 1914 г. Марсден переехал в Новую Зеландию, преподавал в Веллингтонском университете, а с 1926 по 1954 г. работал в Департаменте научных и промышленных исследований.

Известный австрийский физик и радиохимик Лизе МЕЙТНЕР (7.XI.1878—27.X.1968) окончила Венский университет в 1906 г. и в возрасте 29 лет начала научные исследования в лаборатории О. Гана в Берлине. Совместно с Ганом она открыла протактиний и ряд радиоактивных изотопов, разработала точные методы изучения бета-спектров, впервые описала и объяснила эмиссию оже-электронов. В 1939 г. вместе со своим племянником О. Фришем правильно объяснила открытие Ганом и Штрассманом бария в продуктах бомбардировки урана нейтронами. Мейтнер ввела понятие «деление ядра» и предсказала цепную ядерную реакцию деления. А. Эйнштейн высоко ценил талант Мейтнер, называя ее «наша мадам Кюри».



Р. Милликен

Работая в Берлинском университете и Институте химии императора Вильгельма, Мейтнер с 1933 г. подвергалась преследованиям фашистского режима и в 1938 г. эмигрировала в Швецию, где работала в Нобелевском институте в Стокгольме, а с 1947 г.—в Шведской Академии наук. В 1960 г. Мейтнер переехала к родственникам в Англию, где и умерла, дожив почти до своего 90-летия.

Больше половины столетия одним из самых активных физиков США был Роберт Эндрюс МИЛЛИКЕН (22.III.1868—19.XII.1953), ученик А. Майкельсона. Окончил физический факультет Колумбийского университета. Работал в Чикагском университете и Калифорнийском технологическом институте. Стажировался в Германии у М. Планка и В. Нернста. Написал несколько учебников по физике.

Научную работу Милликен начал в возрасте 40 лет. Он поставил всего два эксперимента, которые тем не менее стали классическими. С помощью разработанного им в 1906 г. метода капель и сконструированных приборов в 1909—1913 гг. он провел огромное количество опытов, в результате которых точно измерил заряд электрона и доказал, что величина любого электрического заряда пропорциональна заряду электрона. В приборе Милликена в отличие от камеры Вильсона использовались капельки масла, которые не меняли массу во время опыта; наведенный в них заряд измерялся по времени перемещения капель. После ряда технических усовершенствований он поставил один из самых красивых экспериментов в физике, определив с наибольшей в то время точностью значения числа Авогадро, заряда и массы электрона. В это же время он экспериментально подтвердил кванто-

вую теорию фотоэффекта Эйнштейна и определил постоянную Планка. Эти выдающиеся эксперименты были отмечены Нобелевской премией по физике 1923 г.

В 1925 г. Милликен предложил название «космические лучи», впервые установил их сложный характер, впоследствии обнаружив в них альфа-частицы, электроны, протоны, нейтроны, позитроны и гамма-кванты. Милликен был талантливым учителем и администратором. Одним из первых в США он выдвинул идею о совмещении исследовательской работы студентов с их учебой. «Наука движется вперед, опираясь на обе ноги—теорию и эксперимент»,—сказал Милликен в своей Нобелевской лекции в мае 1924 г.

Один из лучших учеников Э. Резерфорда, английский физик Генри Гвин Джеффрис МОЗЛИ (23.XI.1887—10.VIII.1915) был в числе создателей метода рентгеновской спектроскопии. В 1913 г. он открыл закон, связывающий частоту спектральных линий характеристического рентгеновского излучения с порядковым номером излучающего элемента. Закон Мозли имел большое значение для физического обоснования периодического закона химических элементов и установления физического смысла порядкового номера элемента. Только после его работ предположение А. Ван-ден-Брука о том, что порядковый номер элемента в таблице Д. И. Менделеева равен заряду ядра его атомов, стало доказательным.

Мозли не удалось завершить свои выдающиеся исследования. Во время первой мировой войны его призвали в армию, и в августе 1915 г. в возрасте 27 лет он был убит в Греции, в окопах Галлипольского полуострова. Позже Н. Бор писал: «Его смерть вызвала скорбь у физиков всего мира».

Основатель японской школы атомной физики, ученик Н. Бора Уошио НИШИНА (6.XII.1890—10.I.1951) в 1940 г. открыл один из изотопов урана—уран-237, в 1937 г. руководил строительством первого в Японии циклотрона, открыл эффект деления тория-232 под действием быстрых нейтронов, описал явление рассеяния фотонов электронами в эффекте Комптона. В числе его учеников был лауреат Нобелевской премии по физике 1949 г., иностранный член АН СССР, первооткрыватель пи-мезонов, известный японский физик-теоретик Хидэки Юкава (род. 23.I.1907).

Немецкие ученые—химик Вальтер НОДДАК (17.VIII.1893—7.XII.1960) и его супруга—физик и химик Ида НОДДАК (урожденная Таке) (род. 25.II.1896) впервые заявили о себе в научном мире в 1925 г., когда ошибочно сообщили о получении металлического рения, в действительности выделенного ими лишь в 1928 г. Затем В. Ноддак занимался

исследованиями свойств и систематизацией редкоземельных элементов (20—40-е годы), а И. Ноддак в 1934 г. высказала предположение о делении урана под действием нейтронов.

В 1935—1937 гг. в Кавендишской лаборатории под руководством Э. Резерфорда работал австралийский физик Маркус Лоренс Элвин ОЛИФАНТ (род. 8.X.1901). Еще в Кембриджском университете, где он работал после окончания учебы, Олифант вместе с учителем подтвердил справедливость эйнштейновского закона взаимосвязи массы и энергии для ядерных реакций, а затем принял участие в открытии изотопов водорода и гелия—третия и  $^3\text{He}$ . В военные годы он впервые высказал идею об использовании кольцевого магнита для ускорения заряженных частиц.

Выдающийся американский физик, «отец атомной бомбы», академик Юлиус Роберт ОППЕНГЕЙМЕР (22.IV.1904—18.II.1967) родился в Нью-Йорке. В 1925 г. он окончил Гарвардский университет, затем учился в Кембридже у Э. Резерфорда и в Гёттингене у М. Борна, с которым в 1927 г. разработал теорию строения двухатомных молекул и теорию взаимодействия свободных электронов с атомами.

В 1928 г. Оппенгеймер возвратился в США и до 1947 г. работал в Калифорнийском университете и Калифорнийском технологическом институте. В 1930 г. он доказал, что «дырки» П. Дирака отличаются от протонов и назвал их позитронами. В 1931 г. сформулировал теорему Эренфеста—Оппенгеймера и обосновал противоречия протонно-электронной гипотезы строения атомных ядер. Теория Оппенгеймера—Филипса объяснила механизм столкновения дейтронов с ядром. Он разработал также теорию внутренней конверсии гамма-лучей, в 1933 г. установил механизм образования пар, предложил каскадную теорию космических ливней. В 1937 г. сделал первый расчет модели нейтронной звезды, двумя годами позже предсказал существование во Вселенной «черных дыр», возникающих в результате очень сильного сжатия какой-либо массы, при котором поле тяготения возрастает настолько сильно, что ни свет, ни любое другое излучение не могут выйти из области черной дыры. Совместно с Э. Лоуренсом Оппенгеймер разработал способы разделения изотопов урана.

Во время войны Оппенгеймер возглавлял работы по созданию американской атомной бомбы в Лос-Аламосской лаборатории. После войны руководил Принстонским институтом перспективных исследований. В 1946 г. выступил за международный контроль над использованием ядерной энергии. Будучи с 1946 г. председателем общественного Консультативного комитета при Комиссии по атомной энергии США, он выступил против проекта создания водородной бомбы, в



связи с чем был снят со всех постов, а в 1953 г. обвинен в «нелояльности» и подвергался острым нападкам со стороны американской военщины и преследованиям.

Английский физик-теоретик, академик Рудольф Эрнст ПАЙЕРЛС родился 5.VI.1907 г. в Германии. Учился в Берлинском университете, Мюнхенском и Лейпцигском университетах, работал в университетах Цюриха, Манчестера, Кембриджа, Бирмингема, Нью-Йорка, а с 1963 по 1974 г.— в Оксфордском университете.

Совместно со многими другими известными исследователями Пайерлс внес существенный вклад в самые разные области современной физики: в квантовую механику и электродинамику, атомную и ядерную физику, теорию твердого тела и магнетизм. Он ввел понятие о промежуточном состоянии сверхпроводников, рассмотрел поведение электронов в кристаллической решетке, заложил начало современной квантовой теории магнитных свойств вещества, развил теорию теплопроводности в неметаллических кристаллах и общую теорию диамагнетизма в металлах.

В годы второй мировой войны Пайерлс принимал участие в расчетах, связанных с производством атомной бомбы по Манхэттенскому проекту.

Один из основателей современной физики микромира, крупнейший швейцарский физик-теоретик Вольфганг Эрнст Фридрих ПАУЛИ (24.IV.1900—15.XII.1958) родился в Вене в семье профессора химии. Окончил Мюнхенский университет, где учился у А. Зоммерфельда. Именно по просьбе учителя двадцатилетний Паули написал в «Физическую энциклопедию» обзор по теории относительности, до сих пор остающийся одной из классических монографий по этому вопросу. В 22 года он защитил докторскую диссертацию в Гёттингенском университете у М. Борна, затем работал у Н. Бора в Копенгагене. Будучи с 1923 по 1928 г. доцентом Гамбургского университета, Паули опубликовал работы об атомных спектрах, в которых для объяснения сверхтонкой структуры спектральных линий предложил гипотезу ядерного спина, учел влияние спина электрона на распределение электронов по уровням энергии в атомах и сформулировал знаменитый «принцип запрета». Это выдающееся открытие было отмечено Нобелевской премией по физике 1945 г.

В возрасте 27 лет Паули ввел спиновые матрицы для описания спина электрона, объяснил структуру электронных оболочек атома, нашел общую схему квантования полей. Вместе с В. Гейзенбергом в 1929 г. заложил основы систематической теории квантового поля, осуществив первую попытку формулировки квантовой электродинамики и введя общую схему квантования полей. Он также выдвинул гипотезу о



В. Паули

существовании нейтрино и описал основные свойства этой новой частицы. Паули—автор фундаментальных работ по мезонной теории ядерных сил; он доказал теорему о связи статистики со спином, а в 1965 г. окончательно сформулировал теорему симметрии элементарных частиц, согласно которой каждой частице обязательно соответствует античастица.

С 1928 г. до конца жизни Паули работал в Цюрихе в Высшем техническом училище, часто выезжая в США, где одновременно проводил исследования в Принстонском институте перспективных исследований. «Паули... общепризнан как наиболее критичный из ученых, внесших вклад в квантовую механику, требовательный в отношении логики и математики» (М. Борн). Н. Бор сравнивал Паули со скалой в разбушевавшемся море, имея в виду его способность разрешать наиболее сложные проблемы современной теоретической физики.

Замечательный французский физик и физикохимик Жан Батист ПЕРРЕН (30.IX.1870—17.IV.1942) в 1895 г. экспериментально доказал, что катодные лучи являются потоком отрицательно заряженных частиц. Более 40 лет он работал в знаменитой Сорбонне, а с 1940 г. жил в США.

Перрен был замечательным экспериментатором и теоретиком одновременно. Изучая броуновское движение, он экспериментально доказал реальность самих молекул. Эти работы

позволили с большой точностью вычислить значение числа Авогадро и размеры атома.

Имя Перрена хорошо известно в коллоидной химии, где ему принадлежит открытие седиментационно-диффузионного равновесия, которое устанавливается при оседании мелких частиц в жидкости под действием гравитации. В своих классических опытах с суспензией частиц гуммигута он доказал справедливость законов молекулярно-кинетической теории для коллоидных систем. Он также развил теорию электроосмоса в жестких диафрагмах и мембранах. В 1926 г. Перрен был удостоен Нобелевской премии по физике «за изучение прерывистой структуры вещества, особенно за открытие седиментационного равновесия». Он был активным борцом против фашизма, большим другом Советского Союза, с 1929 г. являлся почетным членом АН СССР.

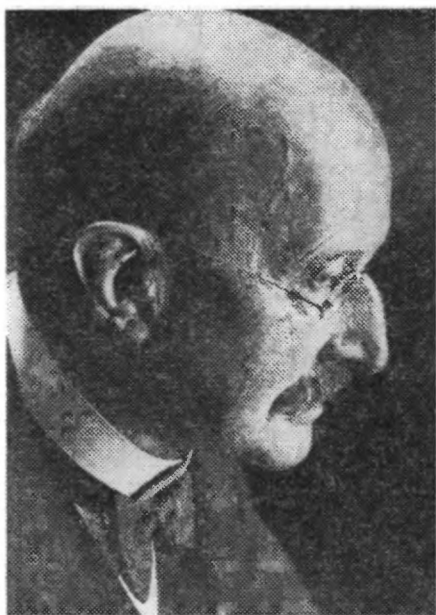
Сын Ж. Перрена — Фрэнсис Анри Жан ПЕРРЕН (род. 17.VIII.1901) — известный французский физик-атомщик, в течение 20 лет после Ф. Жолио-Кюри возглавлявший Комиссариат по атомной энергии. Он одним из первых пришел к выводу о нулевой массе нейтрино и также в числе первых в 1939 г. рассчитал критическую массу урана для цепной ядерной реакции деления.

Гениальный немецкий физик-теоретик, создатель квантовой теории Макс Карл Эрнст Людвиг ПЛАНК (23.IV.1858 — 4.X.1947) учился в Мюнхенском университете, окончил Берлинский университет, работал в Мюнхенском, Кильском и последние 50 лет в Берлинском университете. С 1902 г. более 40 лет был непременным секретарем Берлинской Академии наук, с 1926 г. — он почетный иностранный член АН СССР, неоднократно посещал Советский Союз. Его учителями были Г. Гельмгольц и Г. Кирхгоф.

14 декабря 1900 г. Планк доложил Берлинскому физическому обществу о теоретическом выводе закона излучения. Он ввел понятие квант действия, чем заложил основы квантовой теории. Знаменитая формула Планка  $E = h\nu$  сразу же получила экспериментальное подтверждение, а входящая в нее постоянная Планка  $h$ , или квант действия, является одной из универсальных мировых констант. День 14 декабря 1900 г. считается датой рождения квантовой теории, за которую Планк был удостоен Нобелевской премии по физике 1918 г. А. Пуанкаре писал:

«Квантовая теория Планка... есть, без всякого сомнения, самая большая и самая глубокая революция, которую натуральная философия претерпела со времен Ньютона».

Планк был теоретиком до мозга костей и всю жизнь глубоко интересовался философскими аспектами физики. Материализм Планка, его активная борьба против физическо-



М. Планк

го идеализма сыграли большую роль в истории развития познания. Планк был одной из самых цельных личностей среди ученых нашего времени. В жизни это был честный, педантичный, твердый и одновременно добрый человек. Планк отлично читал лекции и делал доклады, прекрасно играл на фортепиано и страстно, до преклонного возраста увлекался альпинизмом. Он любил работать один, но все пять его учеников — М. Лауэ, Л. Мейтнер, Дж. Франк, Г. Герц и В. Вестфаль — стали выдающимися учеными.

Одна из малых планет была «подарена» Планку астрономами в день его восьмидесятилетия и названа Планкианой. Немецкое физическое общество учредило медаль Макса Планка, и он был первым, кто ее получил.

Выдающийся французский математик и философ, профессор Парижского университета Анри Жюль ПУАНКАРЕ (24.IV.1854—17.VII.1912) не только обогатил многие отрасли математики, но и основал теорию развития науки «на стыках» ее различных направлений. Он применил новые математические методы в астрономии и различных разделах физики.

В 1896 г. Пуанкаре выдвинул гипотезу о том, что икс-лучи Рентгена возникают одновременно с люминесценцией. Попытки ученых экспериментально подтвердить эту гипотезу привели к открытию радиоактивности (А. Беккерель). В 1905 г.

Пуанкаре опубликовал сочинение «О динамике электрона», в котором очень близко подошел к теории относительности, подготовил базу для ее создания, но решающего шага не сделал, уступив в этом А. Эйнштейну.

По философским взглядам Пуанкаре примыкал к махизму, за что был раскритикован В. И. Лениным в книге «Материализм и эмпириокритицизм». Пуанкаре был предшественником интуиционизма—направления в философских основаниях математики, согласно которому точная математическая мысль основывается на интуиции. Он любил работать в одиночку и практически не имел учеников, однако его литературная плодовитость была поразительной. Он написал около 500 научных статей и более 30 книг, не считая лекционных курсов и заметок, оставшихся неопубликованными. В возрасте 33 лет он избран членом Парижской Академии наук, а в 1895 г.—иностранным членом-корреспондентом Петербургской Академии наук.

«Если развитие математики в начале XIX в. было озарено гением Гаусса—подлинного гиганта мысли, то конец века был ознаменован появлением мыслителя такого же масштаба»,—писал о Пуанкаре знаменитый французский математик Ж. Дьедонне.

Выдающийся английский химик, член Лондонского королевского общества Уильям РАМЗАЙ (2.X.1852—23.VII. 1916) родился в Глазго. Учился в Глазговском, Гейдельбергском и Тюбингенском университетах. Увлёкся химией после того, как в студенческие годы во время вынужденного перерыва в учебе (он сломал ногу) с большим интересом прочитал учебник Т. Грэма. В 1872 г. защитил диссертацию по органической химии, затем работал в университетах Глазго, Бристоль и Лондона.

Наибольшую известность принесли Рамзаю открытие и исследование инертных газов: аргона в 1894 г. (совместно с Дж. Рэлеем), гелия в 1895 г., а в 1898 г. (совместно с М. Траверсом) сразу трех газов: 31 мая—криптона, 7 июня—неона и 12 июля—ксенона. Открытие этих «недейтельных» газов и их расположение в «нулевой» группе Периодической системы благотворно повлияли на ее структуру, придав Периодической системе Д. И. Менделеева законченность и стройность. В 1904 г. за эти открытия Рамзай был удостоен Нобелевской премии по химии.

Рамзай изучал также физико-химические свойства жидкостей и в 1893 г. предложил способ определения молекулярного веса жидкостей по величине их поверхностного натяжения. Большую известность принесли ему работы по радиоактивности. В 1903 г. совместно с Ф. Содди он доказал образование гелия из радия—это было первое экспериментальное доказательство превращения элементов. Совместно с О. Ганом в 1905 г. он открыл радиоторий. В 1910 г. Рамзай изобрел

микровесы, позволяющие взвешивать объемы  $0,1 \text{ мм}^3$  с точностью до  $10^{-10}$  г.

Рамзай был широко образованным и разносторонне развитым человеком: он владел древними и современными западно-европейскими языками, читал по-русски, прекрасно знал литературу, живопись и музыку, неплохо рисовал, играл на фортепиано и скрипке, был искусным танцором, увлекался спортом.

Основоположник ядерной физики, выдающийся английский физик-экспериментатор и один из наиболее популярных ученых, гениальный теоретик и талантливый учитель Эрнест РЕЗЕРФОРД (30.VIII.1871—19.X.1937) оставил в истории науки несколько знаменательных вех. Каждая из них в отдельности принесла бы мировую известность любому исследователю.

В 1899 г. он открыл альфа- и бета-лучи и новый радиоактивный элемент — эманацию тория. В 1902 г. вместе с Ф. Содди разработал теорию радиоактивного распада, из которой неопровержимо следовала возможность взаимного превращения химических элементов, и установил закон радиоактивных превращений. За исследования по превращению элементов и химии радиоактивных веществ он был удостоен Нобелевской премии по химии 1908 г. В 1903 г. высказал предположение, а в 1909 г. окончательно доказал природу альфа-частиц. В 1911 г. Резерфорд создал современную планетарную модель строения атома, которая легла в основу квантовой теории строения атома Н. Бора.

В 1913 г. Резерфорд осуществил первую искусственную ядерную реакцию: бомбардируя азот альфа-частицами, превратил его в кислород. В 1921 г. он предсказал существование нейтрона, в 1934 г. наблюдал реакцию образования дейтрона и трития.

Среди его учеников всемирно известные ученые П. Л. Капица, Ю. Б. Харитон, Н. Бор, О. Ган, Г. Гейгер, Д. Хевеши, А. И. Лейпунский, К. Д. Синельников, Дж. Кокрофт, Дж. Чедвик, Г. Мозли, М. Олифант и многие другие, в числе которых 12 нобелевских лауреатов.

Резерфорд родился в Новой Зеландии в семье мелкого фермера. В 1894 г. окончил Кентерберийский колледж Новозеландского университета в Крайстчерче, в следующем году переехал в Англию, где его первым и единственным учителем в Кавендишской лаборатории стал Дж. Дж. Томсон. В течение 10 лет он был профессором в Канаде, с 1907 г. — профессором Манчестерского университета, а с 1919 г. — профессором Кембриджского университета и четвертым директором Кавендишской лаборатории (после Дж. Максвелла, Дж. Рэлея и Дж. Дж. Томсона).

Резерфорд был столь крупной фигурой в науке и таким



Дж. Дж. Томсон (слева) и Э. Резерфорд

обаятельным человеком, что надолго останется примером для новых поколений. Строгость и доброта, огромный темперамент, справедливость и щедрость идей, глубокое понимание путей развития науки, желание передавать знания другим — вот его характерные черты.

«Общепризнано, что простота, ясность мышления, большая интуиция и большой темперамент — основные черты его творческой личности. Изучая работы Резерфорда и наблюдая, как он работает, приходишь к выводу, что все же главная черта его мышления — это большая независимость и, следовательно, смелость» (П. Л. Капица).

Пожалуй, ни одно открытие в истории физики не вызвало столь бурной реакции, как открытие икс-лучей выдающимся

немецким физиком-экспериментатором Вильгельмом Конрадом РЕНТГЕНОМ (27.III.1845—10.II.1923). Три статьи об икс-лучах (так скромно назвал он предмет своего открытия) затмили все остальные его исследования свойств жидкостей, газов, кристаллов, электромагнитных явлений. Всего 14 дней понадобилось для внедрения лучей Рентгена в практику— столько времени прошло с момента их открытия до первого применения в хирургической операции.

Рентген родился в Леннепе близ Дюссельдорфа в семье торговца. Учиться начал лишь в 20 лет, до этого проявляя полное безразличие к наукам, но уже в 1868 г. защитил диссертацию. Работал в Вюрцбургском и Страсбургском университетах, был профессором Высшей сельскохозяйственной школы в Хоэнхейме, Страсбургского, Гисенского и Вюрцбургского университетов. С 1900 г. до конца жизни возглавлял Физический институт Мюнхенского университета.

Изучая газовый разряд, 8 ноября 1895 г. Рентген зарегистрировал неизвестное дотоле проникающее излучение— икс-лучи. Позже он сконструировал рентгеновские трубки. Под влиянием господствующего учения об эфире, не веря в реальность электрона, он связывал свои лучи с продольными волнами в эфире. Эта единственная в жизни Рентгена научная ошибка не была чудачеством строгого к себе и другим ученого. Его открытие принадлежало будущему, а взгляды— прошлому. Еще при жизни Рентгена природа икс-лучей была объяснена правильно. Они оказались электромагнитным излучением с очень большой частотой и малой длиной волны. Рентгеновские лучи образуются при столкновении катодных лучей со стенкой трубки и распространяются во все стороны со скоростью света.

Уже при жизни Рентгена считали самым искусным экспериментатором и самым знаменитым естествоиспытателем мира. Он опубликовал всего около 60 научных работ, но был членом всех академий, существовавших в то время. Рентген был первым физиком, удостоенным Нобелевской премии в 1901 г. Открытие рентгеновских лучей стало одним из истоков открытия радиоактивности.

«Рентген был большой и цельный человек в науке и жизни. Его личность, его деятельность и научная методология принадлежат прошлому. Но только на фундаменте, созданном... в частности, Рентгеном, могла появиться современная физика»,— писал А. Ф. Иоффе.

Один из пионеров изучения спектров атомов, воспитанник, а затем и профессор Лундского университета, шведский физик-спектроскопист Иоханнес Роберт РИДБЕРГ (8.XI.1854—28.XII.1919) в 1885 г. первым обратил внимание на то, что объяснение периодичности свойств химических элементов на основе атомных весов неправомерно, так как



атомный вес не является независимой величиной. Через два года он указал на зависимость атомного веса от «порядковых чисел» элементов. В 1906 г. заметил большую роль чисел 2, 8, 18 в Периодической системе. В 1913 г. сформулировал утверждение, что в Периодической системе свойства элементов являются функцией их номера (порядкового числа). В следующем году он предложил математическую модель системы элементов. Открыв закономерности в линейчатых спектрах атомов, Ридберг в 1890 г. вывел формулу для описания спектральных серий элемента, в которую вошла так называемая постоянная Ридберга.

В Лундском университете, где Ридберг получил степень доктора математики, он работал с 1897 г. до конца жизни (с 1901 г.—профессором физики). Кроме исследования периодичности свойств и спектров элементов он опубликовал ряд математических работ по определению систематических ошибок, теории комет, движения спутников, дисперсии воздуха и др.

Бельгийский физик-теоретик Леон РОЗЕНФЕЛЬД (14.VIII.1904—23.III.1974) известен своими многочисленными трудами по квантовой электродинамике, квантовой механике, квантовой теории поля, ядерной физике и статистической механике. Наибольшую известность получил после 1931 г., когда совместно с Г. Вентцелем положил начало общей теории квантованных полей, а затем объединил квантовую механику Дирака с электродинамикой Гейзенберга—Паули.

Розенфельд работал в Бельгии, Голландии, Англии и Дании. Интересны работы Розенфельда по истории физики, а также научно-биографические статьи.

Английский ученый лорд РЭЛЕЙ (Джон Уильям Стретт) (12.XI.1842—30.VI.1919) известен в истории науки благодаря своим работам по акустике и открытию благородного газа аргона. Но это был исследователь с необычайно широким диапазоном интересов, написавший более 400 работ, посвященных самым различным разделам физики и химии.

Он окончил Кембриджский университет, где и работал до 1871 г.; с 1879 г. в течение пяти лет был директором Кавендишской лаборатории (вторым по счету), сменив на этом посту Дж. Максвелла, а с 1908 г. возглавлял Кембриджский университет. С 1905 по 1908 г. Рэлей был президентом Лондонского королевского общества, а в 1896 г. избран членом-корреспондентом Петербургской Академии наук.

Изучив звуковые колебания, Рэлей в 1877—1878 гг. опубликовал капитальный двухтомник «Теория звука», который долгое время называли «библией акустики». Его имя мы встречаем в различных названиях: закона Рэлея—Джинса для распределения энергии излучения абсолютно черного

тела в зависимости от температуры, закона намагничивания Рэлея, рефрактометра Рэлея, диска Рэлея для измерения колебательной скорости в звуковой волне. Проводя точные определения плотности различных газов, Рэлей установил, что для кислорода это значение всегда неизменно, а для азота зависит от способа его получения. Не найдя объяснения, он обратился за советом к читателям английского журнала «Природа» («Nature»). Откликнулся шотландский химик У. Рамзай. Их совместные исследования привели к открытию в 1894 г. инертного газа аргона. Эти исследования были отмечены в 1904 г. Нобелевской премией, причем Рэлей получил ее по физике, а Рамзай — по химии.

Ученик И. Жоллио-Кюри, сербский физик и химик Павле САВИЧ (род. 10.I.1909) окончил Белградский университет и работал в нем с перерывами почти 60 лет. В 1938 г. в Институте радия в Париже вместе с учителем он открыл один из продуктов деления урана — лантан. В дальнейшем самостоятельно разработал один из методов получения низких температур.

С 1971 г. Савич возглавляет Сербскую Академию наук и искусств. В 1958 г. был избран иностранным членом АН СССР.

Один из наиболее талантливых учеников Э. Ферми, итальянский физик-экспериментатор, академик Эмилио Джино СЕГРЕ (род. 1.II.1905) принимал участие в 1934 г. в открытии замедленных нейтронов, а затем в 1943—1946 гг. — в создании атомной бомбы в Лос-Аламосской лаборатории в США.

Сегре закончил Римский университет, некоторое время работал там же после службы в армии, с 1930 г. вел исследования в Гамбурге у О. Штерна, а затем в Амстердаме — у П. Зеемана. Вернувшись в 1932 г. в Италию, он начал сотрудничать в Римском университете с Э. Ферми. С 1936 по 1938 г. занимал должность директора физической лаборатории Палермского университета. В 1938 г. Сегре эмигрировал в США, где и работает до настоящего времени в Калифорнийском университете в Беркли. Он также преподавал физику в других высших учебных заведениях США и Латинской Америки.

В 1955 г. Э. Сегре вместе со своим учеником О. Чемберленом открыл антипротон в пучке частиц из ускорителя в Беркли, за что оба исследователя в 1959 г. получили Нобелевскую премию по физике. Специализируясь в области атомной и ядерной физики, Сегре участвовал в открытии технеция (1937 г.), астата, плутония-239 (1940 г.). В последние годы занимается в основном изучением антинуклонов.

Уникальное явление в истории науки — выдающийся физик и химик Мария СКЛОДОВСКАЯ-КЮРИ (7.XI.1867 —



**М. Склодовская-Кюри**

4.VII.1934) родилась в Варшаве в семье учителя гимназии. Всю ее жизнь, полную невзгод и лишений, можно по праву считать научным подвигом.

Окончив с золотой медалью гимназию в Варшаве в возрасте 16 лет, она в течение восьми лет не могла поступить в вуз в Польше, входившей в состав Российской империи. Все это время приходилось терпеть унижения, работая гувернанткой. Наконец, в 1891 г. она стала студенткой физико-математического факультета Сорбонны. С тех пор ее жизнь навсегда связывается с Францией. Будучи студенткой Склодовская познакомилась с французским физиком П. Кюри и в 1895 г. вышла за него замуж, начав работать в его лаборатории в Школе индустриальной физики и химии.

Уже в то время ее необычная память и выдающиеся способности позволили Склодовской свободно владеть (кроме польского) русским, французским, немецким и английским языками. После открытия А. Беккерелем в 1896 г. самопроизвольного испускания ураном ионизирующего излучения Склодовская-Кюри начала также изучать это явление. Через несколько месяцев в эту работу включился и П. Кюри. Три маленькие лабораторные тетради, начатые в декабре 1897 г. и оборвавшиеся в июле 1899 г., позволяют проследить историю их тесного сотрудничества, которое привело к открытию (в течение года) в урановой смоляной руде новых элементов — полония и радия. Эти выдающиеся открытия были сделаны в знаменитом «сарая» — деревянном бараке с асфальтовым по-

лом и стеклянной крышей. Склодовская доказала наличие радиоактивности у тория, пришла к выводу о том, что излучение является свойством атома. В 1902 г. после четырех лет титанического труда из 11 т отходов урановой руды супруги Кюри получили первый в мире дециграмм хлорида радия, оценивавшийся тогда в 75 000 франков. Место нового элемента в Периодической таблице Д. И. Менделеева и его свойства были определены в том же году. Радий излучал в два миллиона раз сильнее, чем уран. Для обозначения способности испускать лучи М. Склодовская-Кюри ввела термин «радиоактивность».

Счастливое научное сотрудничество великой четы Марии и Пьера Кюри продолжалось всего 8 лет—до трагической гибели Пьера.

В 1903 г. на 36-м году жизни М. Кюри защитила в Сорбонне докторскую диссертацию. В том же году вместе с мужем и А. Беккерелем она была удостоена Нобелевской премии по физике за открытие радиоактивности. 13 мая 1906 г. одна из первых женщин-ученых в истории естествознания, первая женщина—лауреат Нобелевской премии становится первой женщиной—профессором Сорбонны, заняв кафедру мужа. Впервые в мире она начала читать курс лекций по радиоактивности. Через 4 года вместе с французским химиком А. Дебьерном она выделила в чистом виде металлический радий (электролизом водного раствора его хлорида), за что в 1911 г. была награждена второй Нобелевской премией—теперь уже по химии. Это уникальное достижение удалось повторить только через 50 лет американскому химику Л. К. Полингу (лауреат Нобелевской премии по химии 1954 г. и Нобелевской премии мира 1962 г.), через 60 лет американскому физiku Дж. Бардину (лауреат Нобелевской премии по физике 1956 и 1972 гг.) и, наконец, через 70 лет английскому химику и биохимику Ф. Сэнгеру (лауреат Нобелевских премий по химии 1958 и 1980 гг.). Но, как говорила М. Склодовская-Кюри, «в науке мы должны интересоваться вещами, а не личностями». Ее жизнь была чрезвычайно богата такими вещами. В 1914 г. она становится директором физико-химического отдела вновь построенного Института радия в Париже. В годы первой мировой войны она организовала 220 передвижных и стационарных рентгеновских установок для обслуживания госпиталей Франции. В 1923 г. становится почетным директором Института радия в Польше, построенного по ее инициативе.

В М. Склодовской-Кюри сочетались уникальный дар ученого, талант прогрессивного деятеля и учителя. Часть ее двух Нобелевских премий была передана в фонд Международного Красного Креста. В разные годы в лабораториях М. Кюри работали ученые из 25 стран. Ее популярность в мире была необычайно высока. В 1921 г. от имени американских женщин

президент США вручил М. Склодовской-Кюри один грамм радия, оцененный в миллион франков. В 1929 г. она вторично получила в США грамм радия. Она была членом более 100 академий и научных обществ мира, но самую известную в истории естествознания женщину так и не избрали в члены Парижской Академии наук. В 1926 г. она стала почетным членом АН СССР.

Исследования радиоактивности подорвали здоровье М. Склодовской-Кюри. В 20-е годы она перенесла несколько операций на глазах. Ей угрожала слепота. Но самое страшное было впереди. Она умерла от лейкемии — лучевой болезни.

Основатель «химии призраков», как называли радиохимию в начале XX в., выдающийся английский ученый, академик Фредерик СОДДИ (2.IX.1877 — 22.IX.1956) в 1896 г. окончил Оксфордский университет. Свою научную деятельность начал как ассистент Э. Резерфорда в Монреале (Канада), а потом — У. Рамзая в Лондонском университете и принял с ними участие в двух первостепенных открытиях в области радиоактивности. В 1902 г. совместно с Резерфордом он разработал теорию радиоактивного распада и сформулировал закон радиоактивных превращений. В 1903 г. совместно с У. Рамзаем открыл гелий в продуктах самопроизвольного излучения радия.

Будучи профессором университета в Глазго (1904—1914 гг.), Содди сделал еще три крупных открытия: «альфа-правило» (1911 г.), «правило сдвига» при радиоактивном распаде (закон Содди—Фаянса, 1913 г.) и понятие об изотопах (1913 г.); последнее он вывел при попытке разместить многочисленные продукты радиоактивных семейств урана, тория и актиния в Периодической системе Д. И. Менделеева. За открытие изотопов радиоактивных элементов Содди был удостоен Нобелевской премии по химии 1921 г. В его честь назван минерал соддит — силикат урана.

Содди был профессором Абердинского (1914—1919) и Оксфордского (1919—1936) университетов. В это время он написал серию книг по радиоактивности, радиохимии, истории науки. Его интересовали проблемы экономики, космологии, математики, механики. Содди был честолобив, и в его книгах мы часто находим язвительные замечания в адрес великих ученых, чьи имена затмевали его собственную роль в открытиях. Он трудно сходил с людьми, особенно с учеными, хотя и умел найти общий язык с молодежью. Содди воспитал четверых учеников — А. С. Рассела, А. Флека, Дж. А. Крэнстона и Ф. Панета.

Один из инициаторов засекречивания американских исследований по атомной физике, участник Манхэттенского проекта, а впоследствии Пагуошского движения за ядерное разору-

жение Лео СЦИЛАРД (Силард) (11.II.1898—30.V.1964) сделал много изобретений и открытий, авторами которых стали считать других ученых. Так, в 1928 г. он высказал идею линейного резонансного ускорителя, затем идею циклотрона, принцип автофазировки и др. В 1934 г. (за пять лет до открытия Гана и Штрассмана) он в трех патентных заявках описал ядерный реактор, употребив термины «цепная реакция», «коэффициент размножения нейтронов», «критическая масса». Однако эти его работы, проведенные большей частью в период совместной работы с А. Эйнштейном в Бернском патентном бюро (1926—1933), стали известны так поздно, что уже не могли оказать влияние на развитие ядерной физики.

За 40 лет научной деятельности он опубликовал всего 29 научных работ. Одним из первых он доказал в 1939 г. возможность использовать графит в качестве замедлителя нейтронов, затем вместе с Э. Ферми получил патент на уран-графитовый ядерный реактор. Также одним из первых Сцилард доказал образование вторичных нейтронов при делении ядер урана и обосновал возможность развития в уране самоподдерживающейся ядерной реакции деления. Длительное время он занимался исследованиями по управлению ядерным цепным процессом, однако многие его работы посвящены метаболизму в клетках, образованию антител, старению и функционированию центральной нервной системы, молекулярным основам памяти человека. Сцилард впервые ввел в физику понятие информации и почти за 30 лет до возникновения теории информации установил связь между информацией и энтропией.

Американский физик-теоретик, академик Эдвард ТЕЛЛЕР родился 15.I.1908 г. в Будапеште. Учился в Высшей технической школе в Карлсруэ, окончил Лейпцигский университет, работал в Гёттингене и Копенгагене. В 1935 г. эмигрировал в США, где работал профессором университета Дж. Вашингтона, Чикагского (1946—1952) и Калифорнийского (1953—1975) университетов.

Теллер опубликовал фундаментальные работы по ядерной физике, квантовой механике, спектроскопии, физической химии, физике космических лучей и элементарных частиц. В 1936 г. он обобщил теорию бета-распада, введя взаимодействие Гамова—Теллера, в следующем году предложил условия устойчивости симметричных молекулярных форм, разработал теорию рассеяния нейтронов на ядре водорода, в 1947 г. независимо от других предсказал существование мезоатомов, а также резонансное рассеивание на ядре—гигантский резонанс.

Теллер был активным участником Манхеттенского проекта и непосредственным руководителем работ по созданию

американской водородной бомбы в 1953 г. В последние годы он проводит исследования по теоретической физике.

Уильям ТОМСОН (26.VI.1824—17.XII.1907), многие годы возглавлявший Лондонское королевское общество, получивший в 1892 г. титул лорда Кельвина, был одним из крупнейших ученых-классиков своего времени. 25 книг, 660 научных статей, 70 крупных изобретений—вот итог творчества этого человека, считать которого своим членом почитали за честь 25 университетов и 88 научных обществ мира, в том числе Петербургская Академия наук (с 1896 г.).

Простое перечисление классических научных достижений Томсона займет достаточно времени и места: в 1851 г. он сформулировал второе начало термодинамики, тремя годами ранее ввел абсолютную шкалу температуры (шкала Кельвина), открыл в 1856 г. третий термодинамический «эффект Томсона» и связанную с ним «теплоту Томсона»; установил изменение электропроводности ферромагнетиков в магнитных полях (еще один эффект Томсона); вывел формулу для расчета электрических колебаний в контуре; выдвинул гипотезу вихревых атомов и т. д.

Классику физики Кельвину были свойственны и «классические» ошибки, одна из которых известна как «гипотеза тепловой смерти Вселенной». По своим убеждениям он был сторонником механистической физики, до конца жизни веря в возможность построения единой механической картины мира. Имя Кельвина было в числе первых кандидатов на Нобелевскую премию, но первым лауреатом стал не физик-классик, а один из представителей новой физики—В. К. Рентген.

Основатель самой известной в атомной физике научной школы, выдающийся английский ученый Джозеф Джон ТОМСОН (18.XII.1856—30.VIII.1940) родился в семье книгоиздателя. Учился в Оуэнс-колледже, позднее преобразованном в Манчестерский университет, окончил знаменитый Тринити-колледж Кембриджского университета, где в свое время учился и читал лекции Исаак Ньютон. Профессором теоретической физики этого университета и одновременно третьим (по счету) директором Кавендишской лаборатории Томсон стал в 28 лет. С 1905 г. он был профессором Королевского института, а с 1919 г. и до конца жизни руководил Тринити-колледжем.

Один из первых юношеских химических опытов закончился взрывом, и в результате Томсон едва не лишился зрения. Последующие его работы были связаны с физикой. В 1897 г. он открыл электрон и измерил отношение его заряда к массе, за что был удостоен Нобелевской премии по физике 1906 г. Это открытие позволило ему объяснить природу рентгеновских лучей и некоторые другие физические явления. В 1903 г. Томсон предложил первую модель атома—«пудинг с изю-

мом», согласно которой в положительно заряженном «шарике» материи плавают отрицательные «корпускулы» — электроны. Он впервые пытался связать химические свойства элементов с электронными конфигурациями их атомов; предложил принцип действия масс-спектрометра; заложил основы электронной теории металлов. Томсон опубликовал 13 книг и более двухсот статей.

Выдающийся естествоиспытатель, научивший физиков управлять электронами, Томсон тем не менее стоял на позициях механистического материализма, был сторонником теории эфира, а в последние годы жизни вовсе перестал признавать новейшие физические открытия. Знаменитый «Джи-Джи» был интереснейшим человеком, скромным, молчаливым в лаборатории, но блиставшим остроумием в обществе; он занимался спортом, предпочитая всем его видам крокет, выращивал цветы. Крайняя неловкость и неаккуратность не помешали страстному энтузиасту физики провести блестящие эксперименты, послужившие основой выдающихся открытий. Среди его учеников шесть нобелевских лауреатов: Дж. П. Томсон (сын ученого), Ф. Астон, Э. Резерфорд, М. Борн, Ч. Баркла и К. Дэвиссон. Около 30 обладателей этой высшей для ученого награды — его «внучатые» и «правнучатые» ученики.

Американский физик-теоретик Джон Арчибальд УИЛЕР родился 9.VII.1911 г., окончил университет Дж. Хопкинса в 1933 г. и в течение двух лет стажировался у Бора в Институте теоретической физики. В 1937 г. вместе с Н. Бором опубликовал статью «Механизм деления ядра». Уилер дал подробную теорию деления ядра урана при бомбардировке его нейтронами. Механизм этот предложен на основе модели ядра как жидкой капли. В 1939 г. совместно с Ферми, Вигнером и Сцилардом он математически обосновал возможность цепной ядерной реакции и разработал методы управления ею. В 1953 г. Уилер развил коллективную модель ядра. В последнее время он создал несколько геометро-динамических моделей массы и заряда, в том числе теорию суперпространства.

Выдающийся итальянский физик, академик Энрико ФЕРМИ (29.IX 1901 — 28.XI.1954) по праву считается одним из «отцов» современной физики, уникальным явлением в истории естествознания XX в. Он родился в Риме в семье служащего. Говорили, что Энрико «родился физиком» — он обладал исключительными способностями к физике и математике с детства. В приобретении знаний ему помогала феноменальная память; он свободно владел немецким, французским и английским языками. Исключительное научное дарование Ферми проявлялось всю его жизнь. В возрасте 21 года он одновременно закончил Пизанский университет и Высшую нормальную школу. Затем некоторое время работал у М. Борна в



Гёттингенском университете и у П. Эренфеста в Лейденском университете. С 23 лет он начинает исследования по теоретической и экспериментальной физике, которых даже в первом приближении хватило бы на несколько обычных жизней. Сам Ферми считал, что он сделал лишь «одну треть возможного».

В области квантовой физики Ферми разработал статистику частиц со спином  $\pm 1/2$ , называемую статистикой Ферми—Дирака (1925 г.), и приближенную схему описания свойств многоэлектронных атомов (1927 г.); в декабре 1933 г. создал теорию бета-распада; в 1934 г. открыл искусственную радиоактивность, вызванную нейтронами; обнаружил явление замедления нейтронов—эффект Ферми, за что был удостоен Нобелевской премии по физике 1938 г. Этими экспериментальными исследованиями он заложил основы нейтронной физики. Работая с 1926 г. профессором физики Римского университета, Ферми воспитал целую плеяду выдающихся физиков—Э. Амальди, Б. Понтекорво, Ф. Разетти, О. Д'Агостино, Э. Сегре, Э. Майорана и др.

Сразу после получения Нобелевской премии в Стокгольме Ферми эмигрировал в США, где работал до конца жизни, сначала профессором Колумбийского, затем Чикагского университетов. Здесь он сделал ряд основополагающих открытий в области ядерной физики: доказал возможность цепной ядерной реакции деления урана; впервые в 1941 г. зарегистрировал нейтроны, испускаемые при спонтанном делении; в это же время ввел единицу ядерного сечения—барн, равную  $10^{-24}$  см<sup>2</sup>; в Металлургической лаборатории Чикагского университета Ферми построил первый ядерный реактор (урановый котел) и 2 декабря 1942 г. под трибунами чикагского стадиона впервые в истории осуществил самоподдерживающуюся цепную реакцию. Он положил начало новым отраслям ядерной физики—нейтронной оптике и нейтронной спектроскопии атомов и молекул. Ферми был в числе активнейших участников и руководителей Манхеттенского проекта и 16 июля 1945 г. принимал участие в испытании первой атомной бомбы в Аламогордо (штат Нью-Мексико, США).

Последние годы жизни Ферми посвятил физике высоких энергий и также сделал ряд открытий. В 1949 г. он разработал теорию галактического происхождения космических лучей, в 1950 г.—статистическую теорию множественного образования частиц при высоких энергиях, в 1952 г. открыл первый адронный резонанс, предложил первую составную модель элементарных частиц (модель Ферми—Янга). В США Ферми также создал всемирно известную научную школу: в числе его учеников Г. Андерсон, М. Гелл-Манн, Т. Ли, Ч. Янг, Дж. Чу, О. Чемберлен и др. Он был членом многих академий и научных обществ, в его честь назван химический элемент № 100—фермий (Fm), его имя присвоено Чикагскому институту ядерных исследований и ряду научных организаций

в других странах. В США учреждена премия Э. Ферми. В Италии первый атомоход был назван его именем. Один из его учеников академик Б. Понтекорво писал:

«Если бы исследования Ферми публиковались различными авторами, скольких Нобелевских премий они могли быть удостоены? Мне кажется, что не менее шести: за статистику, теорию бета-распада, исследования по свойствам нейтронов, совокупность теоретических работ о структуре атомов и молекул, создание первого атомного реактора, работы по физике высоких энергий... Он был гением, причем его гениальность в значительной степени связана с его любовью к научной простоте; вне области физики он был самым обыкновенным и, как ни странно, самым простым человеком».

Один из создателей американской атомной бомбы и противников ее применения, член Национальной Академии наук США и иностранный член-корреспондент АН СССР с 1927 г., создатель крупной научной школы атомщиков, немецкий физик Джеймс ФРАНК (26.VIII.1882—21.V.1964) занимался изучением уровней энергии в атомах и открыл передачу энергии в атомных системах при флуоресценции. За открытие законов, по которым происходит столкновение электронов с атомами, Франку и Г. Герцу в 1925 г. была присуждена Нобелевская премия по физике. Это открытие полностью подтвердило теорию строения атома Бора. Франку принадлежит также ряд исследований по фотохимии.

Франк учился в Гёттингене, а после 1935 г. эмигрировал в США, где преподавал в университетах Дж. Хопкинса и Чикагском.

Известный физик-экспериментатор, племянник Л. Мейтнер — Отто Роберт ФРИШ (род. 1.X.1904) окончил Венский университет в 1926 г., затем работал в Берлине, Гамбурге, Копенгагене, Бирмингеме, Ливерпуле, Лос-Аламосе и Харуэлле (США). С 1947 по 1972 г. он был профессором Кембриджского университета. Совместно с Л. Мейтнер в 1939 г. объяснил опыты Гана и Штрассмана, доказав существование высокоэнергетических осколков ядер урана. В этой работе был впервые употреблен термин «деление», подсказанный Фришу американским биологом Арнольдом. В 1933 г. совместно с О. Штерном он определил магнитный момент протона.

Немецкому физику Хансу ХАЛБАНУ (1908—28.XI.1964) посчастливилось работать в лабораториях трех крупнейших ученых в области ядерной физики: И. Жолио-Кюри в Институте радия (Париж, 1935), Н. Бора в Институте теоретической физики (Копенгаген, 1936) и Ф. Жолио-Кюри в Коллеж де Франс (Париж, 1937—1940). Затем он работал в Кавендишской и Монреальской лабораториях, в Оксфордском универ-

ситете, в Сорбонне, а после 1959 г.— в Парижской Высшей нормальной школе.

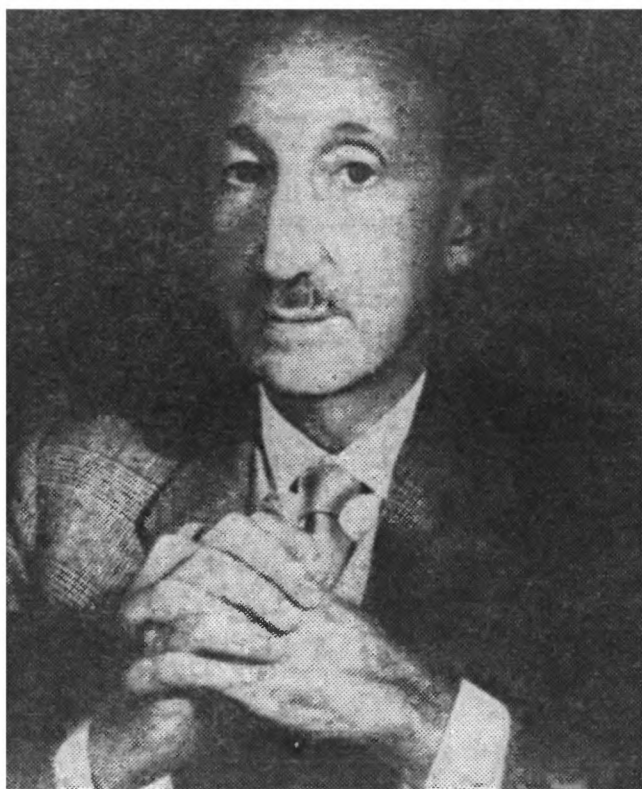
В 1936 г. Халбан независимо от других открыл дифракцию нейтронов, через три года совместно с Ф. Жолио-Кюри и Л. Коварски обнаружил вторичные нейтроны при делении ядер урана, что свидетельствовало о цепной ядерной реакции. Халбан доказал также возможность цепной ядерной реакции в системе уран—тяжелая вода. Для регулирования цепного процесса он предложил использовать кадмиевые стержни.

Изобретатель клистрона (прибора для генерирования и усиления колебаний сверхвысокой частоты) и линейного электронного ускорителя на клистронах, американский физик, академик Уильям ХАНСЕН (27.V.1909—23.V.1949) прожил короткую жизнь— всего 40 лет. Он окончил Стэнфордский университет, в котором работал до конца жизни. В 1946 г. независимо от Э. Парселла совместно с Ф. Блохом открыл ядерный магнитный резонанс (ЯМР).

Создатель метода меченых атомов, выдающийся венгерский химик Дьёрдь (Георг) ХЕВЕШИ (1.VIII.1885—6.VII.1966) окончил гимназию в Будапеште, затем Фрейбургский университет в Германии. Научную деятельность начал в Цюрихском университете и Высшей технической школе в Карлсруэ, откуда по предложению Ф. Габера уехал в 1911 г. стажироваться в Манчестерский университет к Э. Резерфорду. Здесь он сдружился с Н. Бором и начал исследования по радиоактивности.

В то время перед Резерфордом стояла проблема разделения хлорида свинца и радиоактивного изотопа свинца—радия D. Однажды Резерфорд предложил Хевеши: «Если вы чего-нибудь стоите, отделите радий D от всего этого свинцового мусора!» Эту задачу Хевеши выполнить не смог, доказав химическую неразделимость изотопов. Исследования он продолжил в Радиовом институте в Вене совместно с австрийским химиком Ф. Панетом. Они решили «пометить» свинец радиоактивным изотопом и таким образом проследить его путь в химических реакциях по излучению активной примеси. Так в 1915 г. был открыт метод меченых атомов, столь распространенный в настоящее время.

С 1920 г. Хевеши работал у Н. Бора в Копенгагене, где вместе с голландским физиком Д. Костером в январе 1923 г. сообщил об открытии нового химического элемента—гафния. С 1926 г. Хевеши— профессор физической лаборатории Фрейбургского университета. Здесь он провел ряд исследований по разделению изотопов, геохимии, рентгеновской флуоресценции. В возрасте 48 лет он вновь вернулся к Н. Бору в Копенгаген, где провел исследования по применению меченых атомов в биологии, открыл принцип нейтронно-



Д. Хевеши

активационного анализа. В 1943 г. Хевеши был удостоен Нобелевской премии по химии, получив которую в 1944 г навсегда остался в Стокгольме, где работал в Институте органической химии.

Активная научная работа сделала Хевеши одним из наиболее крупных специалистов в области радиобиологии. Он был членом ряда академий и научных обществ, в числе его наград две премии «Атом на службе мира». «Его деятельность принесла человечеству только пользу и никогда не служила разрушению»,— так сказал о Хевеши один из его соотечественников.

Окончательное подтверждение ядерной модели атома Э. Резерфорда получил один из его учеников— Джеймс ЧЕДВИК (20.X.1891—24.VII.1974), английский физик-экспериментатор, член Лондонского королевского общества. Он окончил Манчестерский и Кембриджский университеты,



Э. Шрёдингер

еще в студенческие годы открыл непрерывный спектр энергии бета-излучения (1914 г.).

Исследуя в 1920 г. рассеяние альфа-частиц ядрами платины, серебра и меди, он измерил заряды этих ядер, подтвердив закон Мозли и структуру атома Резерфорда. Но главное его открытие было опубликовано 27 февраля 1932 г. в журнале «Природа» («Nature»). Облучая бериллий альфа-частицами, он показал, что возникающее при этом излучение является потоком электрически нейтральных частиц — нейтронов. За открытие нейтрона и определение его массы Чедвик был удостоен Нобелевской премии по физике 1935 г. Совместно с Резерфордом он осуществил искусственные превращения элементов под действием альфа-частиц. В 1934 г. вместе с М. Гольдхабером он впервые обнаружил ядерный фотоэффект, расщепил дейтрон, предсказал бета-распад нейтрона. Чедвик одним из первых рассчитал критическую массу урана-235. В военные годы он возглавлял группу английских физиков, работавших в США над Манхэттенским проектом. После войны под его руководством был построен атомный реактор в Канаде.

Австрийский физик-теоретик Эрвин ШРЁДИНГЕР (12.VIII.1887—4.I.1961) по праву считается «отцом» волновой механики с 1926 г., когда он опубликовал свое знаменитое уравнение для расчета атома водорода. Позднее ему удалось

математически доказать возможность объединения волновой механики и квантовой механики Гейзенберга в единую теорию микромира — квантовую механику. В 1933 г. Шрёдингер был удостоен Нобелевской премии по физике.

Он был преемником А. Эйнштейна и М. Лауэ в Цюрихском университете; после прихода к власти фашистов эмигрировал в Ирландию, откуда вернулся лишь в 1956 г.

Интересы Шрёдингера были необычайно разносторонни: он занимался скульптурой, писал стихи, исследовал проблемы генетики и т. д. Однако воспитанный на традициях классической физики, Шрёдингер до конца жизни не признавал вероятностный характер физики микромира. Это не помешало М. Борну написать:

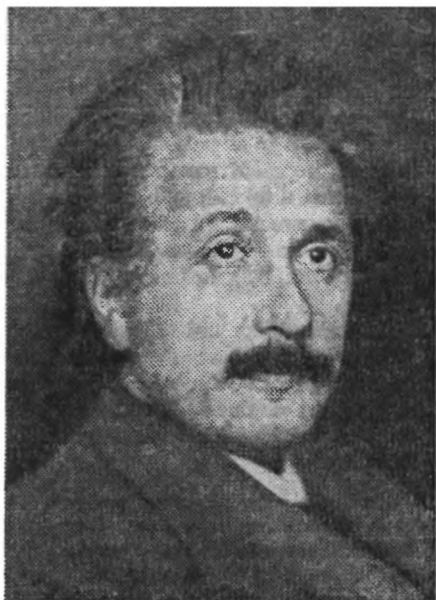
«Кто из нас не писал несчетное число раз «уравнение Шрёдингера» или «функция Шрёдингера»? По-видимому, это же будут делать и последующие поколения, а потому его имя останется вечно живым».

Ученик О. Гана, немецкий химик и физик Фриц ШТРАССМАН родился 22.II.1902 г. С 1929 г. он работал в Институте химии императора Вильгельма в Берлине, а с 1946 по 1970 г. был профессором и директором Института неорганической химии и ядерной химии университета в Майнце.

Единственное открытие, которое запечатлело имя Штрассмана в истории атомной науки, было сделано в 1938 г. совместно с О. Ганом: осуществлено расщепление ядер урана при бомбардировке их нейтронами и дано химическое доказательство этого процесса.

«Ньютон нашего времени», немецкий физик-теоретик Альберт ЭЙНШТЕЙН (14.III.1879 — 18.IV.1955), с именем которого связано завершение формирования классической физики и создание современной физической науки, был одним из самых популярных физиков современности. «Научный революционер» и «один из великих преобразователей естествознания», как назвал его В. И. Ленин, он связал воедино старую и новую физику.

Эйнштейн родился в Германии в семье коммерсанта; с 14 лет жил в Швейцарии и законченного среднего образования не получил. В 1900 г. окончил педагогический факультет Цюрихского политехникума, где учился весьма неровно. Затем он учительствовал в разных городах. Наконец 23 июня 1902 г. Эйнштейн получил постоянную должность технического инспектора в Швейцарском патентном бюро в Берне, где работал до 15 октября 1909 г. Именно здесь скромный служащий стал знаменитостью. Этому способствовали три его выдающиеся статьи (1905 г.), в которых Эйнштейн создал теорию броуновского движения, квантовую (фотонную) теорию света и специальную теорию относительности. Автору



А. Эйнштейн

новой физики было в то время всего 26 лет, но думал он о теории относительности уже в течение десяти лет.

В основе теории относительности лежали два постулата — принцип относительности и принцип постоянства скорости света в вакууме. В том же 1905 г. Эйнштейн открыл закон взаимосвязи массы с энергией, воплощенный в его знаменитой формуле  $E = mc^2$ , которую теперь знает каждый школьник. Теоретическое открытие им фотона было подтверждено экспериментально лишь через 18 лет. Исходя из квантовой теории света, Эйнштейн научно обосновал явления фотоэффекта, флуоресценции, фотоионизации и др.

В 1908 г. Эйнштейн получил должность приват-доцента Берлинского университета, затем профессора Цюрихского университета, потом работал в Праге, снова в Цюрихе, а в 1914—1933 гг. был профессором Берлинского университета и директором Института физики императора Вильгельма. В этот период он объяснил уменьшение теплоемкости твердых тел при охлаждении, установил основной закон фотохимии (закон Эйнштейна), предсказал явление индуцированного излучения — словом, стал одним из создателей квантовой физики. С его именем также связаны эффект Эйнштейна — де Гааза для твердых тел, статистика Бозе — Эйнштейна и, наконец, общая теория относительности, или современная релятивистская теория тяготения, завершенная в 1916 г. и впоследствии блестяще подтвержденная предложенными

Эйнштейном экспериментами. В сущности, он показал, что тяготение — это свойство пространства вблизи массивных тел, не отличимое от инерции. Выдающиеся открытия Эйнштейна были удостоены Нобелевской премии по физике 1921 г.

Преследуемый фашистами, Эйнштейн в 1933 г. эмигрировал в США, где и работал до конца жизни в Принстонском институте перспективных исследований. Здесь он занимался космологией и предпринимал попытки создать единую теорию поля. Всю жизнь он работал один, не будучи сам ничьим учеником и не воспитав непосредственно ни одного ученика. Однако сотни выдающихся ученых мира считали его своим учителем.

Эйнштейн был последовательным гуманистом, человеком необычной простоты и скромности. Его общественная деятельность была «службой обществу», в которой великий физик видел подлинный смысл человеческой жизни. Многие его высказывания о других ученых справедливы в отношении его самого:

«Он принадлежал к числу тех немногих людей, которые не могут не высказывать открыто своих убеждений по любому вопросу» или «Такой человек может быть понят, только если представить его как сцену, на которой разворачивалась борьба за вечную истину».

В многолетней борьбе за признание теории относительности проявился сильный характер Эйнштейна, хотя в быту он отличался кротостью и доброжелательностью. Он любил спорт, музыку, отлично играл на скрипке. Его имя запечатлено потомками во множестве названий, в том числе в названии химического элемента № 99 — эйнштейний (Es). «Мало в истории науки крупных ученых такой привлекательной природы, каким был Эйнштейн», — сказал о нем П. Л. Капица.



# Лауреаты Нобелевской премии по физике (1901—1982 гг.)

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1901	РЕНТГЕН Вильгельм Конрад (Röntgen Wilhelm Conrad) (27.III.1845—10.II.1923)	Германия, Вюрцбургский и Мюнхенский университеты	«В признание огромной важности открытия замечательных лучей, впоследствии названных его именем»	
1902	ЛОРЕНЦ Хендрик Антон (Lorentz Hendric Antoon) (18.VII.1853—4.II.1928) ЗЕЕМАН Питер (Zeeman Piter) (25.V.1865—9.X.1943)	Нидерланды, Лейденский университет Нидерланды, Амстердамский университет и Физический институт в Амстердаме	«В признание большой важности исследования влияния магнетизма на радиационные явления»	Чл.-корр. Петербургской Академии наук с 1910 г., почетный член АН СССР с 1925 г.
1903	БЕККЕРЕЛЬ Анри (Becquerel Antoin Henri) (15.XII.1852—25.VIII.1908) КЮРИ Пьер (Curie Pierre) (15.V.1859—19.IV.1906) СКЛОДОВСКАЯ-КЮРИ Мария (Skłodowska-Curie Marie) (7.XI.1867—4.VII.1934)	Франция, Парижская политехническая школа Франция, Мунципальная школа индустриальной физики и химии в Париже Франция, Парижский университет, Институт радия в Париже	«В признание огромной важности открытия самопроизвольной радиоактивности» (1/2 часть премии) «В признание выдающегося значения их совместных исследований явления радиоактивности, открытого профессором Беккерелем» (1/2 часть премии)	Чл.-корр. Петербургской Академии наук с 1907 г., почетный член АН СССР с 1926 г.

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1904	РЭЛЕЙ (Джон Уильям СТРЕТТ) (Rauleigh John William Strutt) (12.XI.1842—30.VI.1919)	Великобритания, Кавендишская лаборатория, Королевский институт в Лондоне, Кембриджский университет	«За исследование плотностей наиболее важных газов и за открытие в этих исследованиях аргона»	Чл.-корр. Петербургской Академии наук с 1896 г
1905	ЛЕНАРД Филипп Эдуард Антон (Lenard Philipp Eduard Anton) (7.VI.1862—20.V.1947)	Германия, Физический институт Кильского университета	«За работу по катодным лучам»	
1906	ТОМСОН Джозеф Джон (Thomson Joseph John) (18.XII.1856—30.VIII.1940)	Великобритания, Кембриджский университет, Кавендишская лаборатория, Королевский институт в Лондоне	«В признание выдающегося значения теоретических и экспериментальных исследований по проводимости электричества в газах»	Чл.-корр. Петербургской Академии наук с 1913 г., почетный член АН СССР с 1925 г
1907	МАЙКЕЛЬСОН Альберт Абрахам (Michelson Albert Abraham) (19.XII.1852—9.V.1931)	США, Чикагский университет	«За создание точных оптических устройств и за спектроскопические и метрологические исследования, проведенные с их помощью»	Чл.-корр. АН СССР с 1924 г., почетный член с 1926 г
1908	ЛИПМАН Ионас-Фердинанд-Габриэль (Lippman Ionas-Ferdinand Gabriel) (16.VIII.1845—12.VII.1921)	Франция, Парижский университет	«За метод фотографического воспроизведения света, основанный на явлении интерференции»	Чл.-корр. Петербургской Академии наук с 1912 г

1909	МАРКОНИ Гульельмо (Marconi Guglielmo) (25 IV.1874—20. VII.1937)	Италия; Великобритания, Радиотелеграфная корпорация "Marconi"	«В признание вклада в развитие радиотелеграфа»
1910	БРАУН Карл Фердинанд (Braun Carl Ferdinand) (6. VI.1850—20. IV.1918) ВААЛЬС (ВАЛС) Ян (Йоганнес) Дидерик ван дер (van der Waals Johannes Diderik) (23 XI.1837—9. III.1923)	Германия, Страсбургский университет и Физический институт Нидерланды, Амстердамский университет	«За работу по равновесному состоянию в газах и жидкостях»
1911	ВИН Вильгельм (Wien Wilhelm) (13. I.1864—30. VIII.1928)	Германия, Вюрцбургский и Мюнхенский университеты	«За открытие законов теплового излучения»
1912	ДАЛЕН Нильс Густав (Dalen Nils Gustaf) (30. XI.1869—19. XII.1937)	Швеция, Шведская газоаккумуляторная корпорация в Стокгольме	«За изобретение автоматического регулятора, используемого вместе с газовым аккумулятором для освещения маяков и бакенов»
1913	КАМЕРЛИНГ-ОННЕС Хейке (Kamerlingh-Onnes Heike) (21. IX.1853—21. II.1926)	Нидерланды, Лейденский университет	«За исследование свойств материи при низких температурах, которое привело, между прочим, к получению жидкого гелия»
1914	ЛАУЭ Макс Феликс Теодор (Laue Max Felix Theodor) (9. X.1879—24. IV.1960)	Германия, университет во Франкфурте-на-Майне, Мюнхенский, Цюрихский и Берлинский университеты, Физический институт императора Вильгельма (затем Макса Планка) в Гейдельберге, Институт физической химии и электрохимии в Берлине	«За открытие дифракции рентгеновских лучей на кристаллах»

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1915	БРЭГГ Уильям Генри (Bragg William Henri) (2.VII.1862—12.III.1942)	Великобритания, Лондонский университет, Королевский институт в Лондоне	«За вклад в изучение структуры кристаллов с помощью рентгеновских лучей»	
	БРЭГГ Уильям Лоренс (Bragg William Lawrence) (31.III.1890—1.VII.1971)	Великобритания, Манчестерский университет, Национальная физическая лаборатория, Кавендишская лаборатория, Королевский институт в Лондоне		
1916	Премия не присуждалась (премиальные деньги за 1916 г. были переведены в Специальный фонд секции физики)			
1917	БАРКЛА Чарлз Гловер (Barclay Charles Glover) (7.VI.1877—23.X.1944)	Великобритания, Ливерпульский, Лондонский и Эдинбургский университеты	«За открытие характеристических рентгеновских лучей, испускаемых химическими элементами»	Премия была вручена в 1918 г.
1918	ПЛАНК Макс Карл Эрнст Людвиг (Planck Max Karl Ernst Ludwig) (23.IV.1858—4.X.1947)	Германия, Мюнхенский, Кильский и Берлинский университеты	«В признание выдающегося вклада в развитие физики открытием кванта действия»	Чл.-корр. Петербургской Академии наук с 1913 г., почетный член АН СССР с 1926 г. Премия была вручена в 1919 г.
1919	ШТАРК Йоханнес (Stark Johannes) (15.IV.1874—21.VI.1957)	Германия, Гейдельбергский университет, университеты в Грейфсвальде, Вюрцбурге	За открытие эффекта Доплера на канальных лучах и расщепление спектральных линий в электрических полях»	

1920	ГИЛЬОМ (Гийом) Шарль-Эдуар (Guillaume Charles Edouard) (15.II.1861—13.VI.1938)	Франция, Международное бюро мер и весов в Севре	«В признание значения точных измерений по физике благодаря открытию аномалий в сталях, содержащих никель»	Чл.-корр. АН СССР с 1924 г.
1921	ЭЙНШТЕЙН Альберт (Einstein Albert) (14.III.1879—18.IV.1955)	Швейцария, Патентное бюро в Берне, Цюрихский политехникум; Германия, Институт физики императора Вильгельма в Берлине	«За вклад в теоретическую физику, особенно за открытие закона фотоэлектрического эффекта»	Чл.-корр. Российской Академии наук с 1922 г., почетный член АН СССР с 1926 г. Премия была вручена в 1922 г.
1922	БОР Нильс Хенрик Давид (Bohr Niels Henrik David) (7.X.1885—18.XI.1962)	Дания, Копенгагенский университет, Институт теоретической физики в Копенгагене	«За заслуги в изучении структуры атома и изучения из него»	Чл.-корр. АН СССР с 1925 г., почетный член с 1929 г.
1923	МИЛЛИКЕН Роберт Эндрюс (Millikan Robert Andrews) (22.III.1868—19.XII.1953)	США, Чикагский университет, Калифорнийский технологический институт в Пасадене	«За изучение элементарного заряда электричества и фотоэлектрического эффекта»	Чл.-корр. АН СССР с 1924 г.
1924	СИГБАН Карл Манне Георг (Siegbahn Karl Manne Georg) (род. 3.XII.1886)	Швеция, Упсальский университет, Нобелевский институт физики в Стокгольме	«За открытия и исследования в области рентгеновской спектроскопии»	Иностранный член АН СССР с 1958 г. Премия была вручена в 1925 г. Чл.-корр. АН СССР с 1927 г.
1925	ФРАНК Джеймс (Frank James) (26.VIII.1882—21.V.1964)	Германия, Гёттингенский университет, Физический институт в Гёттингене		

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
	ГЕРЦ Густав Людвиг Генрих (Hertz Gustav Ludvig Heinrich) (22.VII.1887—1975)	Германия, Физический институт университета в Галле, Высшая техническая школа в Берлине, научно-исследовательские лаборатории заводов Сименса, Физический институт Лейпцигского университета. В течение 10 послевоенных лет работал в СССР	«За открытие законов столкновений электронов с атомами»	Иностраннный член АН СССР с 1958 г.
1926	ПЕРРЕН Жан Батист (Perrin Jean Baptiste) (30.IX.1870—17.IV.1942)	Франция, Парижский университет	«За изучение прерывистой структуры вещества, особенно за открытие седиментационного равновесия»	Чл.-корр. АН СССР с 1924 г., почетный член с 1929 г.
1927	КОМПТОН Артур Холли (Compton Arthur Holly) (10.IX.1892—15.III.1962)	США, Чикагский университет, Металлургическая лаборатория в Чикаго, университет Дж. Вашингтона в Сент-Луисе (штат Иллинойс)	«За открытие эффекта, названного его именем» (1/2 часть премии)	
	ВИЛЬСОН (Уилсон) Чарлз Томсон Рис (Wilson Charles Thomson Rees) (14.II.1869—15.XI.1959)	Великобритания, Кембриджский университет	«За изобретение метода наблюдения траекторий электрически заряженных частиц путем конденсации на них пара» (1/2 часть премии)	

1928	РИЧАРДСОН Уилланс (Richardson Owen Williams) (26.IV.1879—15.II.1959)	Оуэн Берлинский и Кембриджский университеты	Великобритания, Лондонский и Кембриджский университеты	«За изучение термодинамических явлений, особенно за открытие закона, названного его именем»	Премия была вручена в 1929 г.
1929	ДЕ БРОЙЛЬ (ДЕ БРОЛЬИ) Луи-Виктор-Пьер-Раймон (de Broglie Louis-Victor-Pierre-Raymond) (род. 15.VIII.1892)	ДЕ БРОЙЛЬ (DE BROLY) Луи-Виктор-Пьер-Раймон (de Broglie Louis-Victor-Pierre-Raymond) (род. 15.VIII.1892)	Франция, Парижский университет, Институт Анри Пуанкаре в Париже	«За открытие волновой природы электрона»	Иностранный член АН СССР с 1958 г.
1930	РАМАН Чандрасекхара Венката (Raman Chandrasekhara Venkata) (7.XI.1888—21.XI.1970)	РАМАН Чандрасекхара Венката (Raman Chandrasekhara Venkata) (7.XI.1888—21.XI.1970)	Индия, Калькуттский университет, Институт науки в Бангалоре, Институт Рамана в Хеббале	«За изучение рассеяния света и за открытие явления, названного его именем»	Чл.-корр. АН СССР с 1947 г.
1931	Премия не присуждалась (премиальные деньги за 1931 г. были переведены в Специальный фонд секции физики)				
1932	ГЕЙЗЕНБЕРГ Карл (Heisenberg Werner Karl) (род. 5.XII.1901)	Вернер Карл (Heisenberg Werner Karl) (род. 5.XII.1901)	Германия, Лейпцигский, Берлинский, Гёттингенский и Мюнхенский университеты, Физический институт Макса Планка и Институт физики и астрофизики в Гёттингене	«За создание квантовой механики, использование которой привело, между прочим, к открытию аллотропных форм водорода»	Премия была вручена в 1933 г.
1933	ШРЁДИНГЕР Эрвин (Schrödinger Erwin) (12.VIII.1887—4.I.1961)	Эрвин (Schrödinger Erwin) (12.VIII.1887—4.I.1961)	Австрия, Венский университет	«За открытие новых продуктивных форм атомной теории»	Чл.-корр. АН СССР с 1928 г., почетный член с 1934 г.
	ДИРАК Поль Морис (Dirac Paul Maurice) (род. 8.VIII.1902)	Адриен Поль Морис (Dirac Paul Maurice) (род. 8.VIII.1902)	Великобритания, Кембриджский университет		

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1934	Премия не присуждалась (премиальные деньги за 1934 г. были распределены следующим образом: 1/3 часть — в Главный фонд, 2/3 части — в Специальный фонд секции физики)			
1935	ЧЕДВИК Джеймс (Chadwick James) (20.X.1891 — 24.VII.1974)	Великобритания, Кембриджский университет, Кавендишская лаборатория, Ливерпульский университет	«За открытие нейтрона»	
1936	ГЕСС (ХЕСС) Виктор Франц (Hess Victor Franz) (24.VI.1883 — 17.XII.1964)	Австрия, Венский, Грацский, Инсбрукский университеты; США, Фордхемский университет	«За открытие космической радиации» (1/2 часть премии)	
	АНДЕРСОН Карл Дейвид (Anderson Carl David) (род. 3.IX.1905)	США, Калифорнийский технологический институт в Пасадене	«За открытие позитрона» (1/2 часть премии)	
1937	ДЭВИССОН Джозеф (Davison Clinton Joseph) (22.X.1881 — 1.II.1958)	США, Лаборатории «Белл-телефон» в Нью-Йорке, Виргинский университет	«За экспериментальное открытие дифракции электронов на кристаллах»	
	ТОМСОН Джордж Паджет (Thomson George Paget) (3.V.1892 — 10.IX.1975)	Великобритания, Абердинский университет (Шотландия), Имперский колледж науки и техники в Лондоне, Кембриджский университет		



1938	ФЕРМИ Энрико (Enrico Fermi) (29.IX.1901—28.XI.1954)	Италия, Римский университет; США, Колумбийский и Чикагский университеты, Институт ядерных исследований в Чикаго	«За открытие новых радиоактивных элементов, полученных при испускании нейтронов, и за связанное с этим открытие ядерных реакций с помощью медленных нейтронов»	Чл.-корр. АН СССР с 1929 г.
1939	ЛОУРЕНС (ЛОРЕНС) Эрнест Орландо (Lawrence Ernest Orlando) (8.VIII.1901—27.VIII.1958)	США, Калифорнийский университет в Беркли	«За изобретение и усовершенствование циклотрона и за полученные на нем результаты, особенно в связи с искусственными радиоактивными элементами»	
1940— 1941— 1942	Премии не присуждались (премиальные деньги были распределены следующим образом: 1/3 часть — в Главный фонд и 2/3 — в Специальный фонд секции физики)			
1943	ШТЕРН Отто (Stem Otto) (17.II.1888—17.VIII.1969)	США, Технологический институт Карнеги в Питтсбурге, Калифорнийский технологический институт в Беркли	«За вклад в развитие метода молекулярных излучений и за открытие магнитного момента протона»	Премия была вручена в 1944 г.
1944	РАБИ Изидор Айзек (Rabi Isidor Isaac) (род. 29.VII.1898)	США, Колумбийский университет в Нью-Йорке, Массачусетский технологический институт	«За открытие резонансного метода и его применение для измерения магнитных свойств атомных ядер»	
1945	ПАУЛИ Вольфганг (Pauli Wolfgang) (25.IV.1900—15.XII.1958)	Швейцария, Цюрихский политехникум; США, Институт перспективных исследований в Принстоне	«За открытие принципа запрета, также называемого принципом Паули»	

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1946	БРИДЖМЕН Перси Уильямс (Bridgman Percy Williams) (21.IV.1882—20.VIII.1961)	США, Гарвардский университет в Кембридже (штат Массачусетс)	«За изобретение оборудования для получения чрезвычайно высоких давлений и за открытия в области физики высоких давлений»	
1947	ЭППЛТОН Эдвард Виктор (Appleton Edward Victor) (6.IX.1892—21.IV.1965)	Великобритания, Лондонский университет, Департамент научных и промышленных исследований в Лондоне	«За исследование по физике ионосферы, особенно за открытие так называемого «слоя Эпплтона»	
1948	БЛЭКЕТТ Патрик Мейнард (Blackett Patrick Maynard) (18.XI.1897—13.VII.1974)	Великобритания, Лондонский и Манчестерский университеты	«За усовершенствование камеры Вильсона и за открытия в области ядерной физики и космических лучей»	Иностранный член АН СССР с 1966 г.
1949	ЮКАВА Хидэки (Yukawa Hideki) (род. 23.I.1907)	Япония, университет в Киото	«За предсказание существования мезонов на основе теоретического изучения ядерных сил»	Иностранный член АН СССР с 1966 г.
1950	ПАУЭЛЛ Сесил Фрэнк (Powell Cecil Frank) (5.XII.1903—9.VIII.1969)	Великобритания, Бристольский университет; ЦЕРН	«За развитие фотографического метода изучения ядерных процессов и открытия с его помощью мезонов»	Иностранный член АН СССР с 1958 г.

1951	КОКРОФТ Джон Дуглас (Cockroft John Douglas) (27.V.1897—18.IX.1967)	Великобритания, Кембриджский университет, Научно-исследовательский центр по атомной энергии в Харуэлле	«За пионерское исследование по трансмутации атомных ядер искусственно ускоренными частицами»
	УОЛТОН Эрнест Томас Синтон (Walton Ernest Thomas Sinton) (род. 6.X.1903)	Ирландия, Дублинский университет, Дублинский институт перспективных исследований	
1952	БЛОХ Феликс (Bloch Felix) (род. 23.X.1905)	США, Стэнфордский университет* (штат Калифорния)	«За развитие новых методов для точного определения ядерного магнетизма и за открытия в этой связи»
	ПЁРСЕЛЛ (ПАРСЕЛЛ) Эдуард Миллс (Purcell Edward Mills) (род. 30.VIII.1912)	США, Гарвардский университет в Кембридже (штат Массачусетс)	
1953	ЦЕРНИКЕ Фриц (Фредерик) (Zernike Fritz) (16.VII.1888—10.III.1966)	Нидерланды, Гронингский университет	«За открытие фазоконтрастного метода, особенно за его использование в фазоконтрастном микроскопе»
1954	БОРН Макс (Born Max) (11.XII.1882—5.I.1970)	Германия, Берлинский, Франкфуртский и Гёттингенский университеты; Великобритания, Эдинбургский университет; ФРГ, Гёттингенский университет	Чл.-корр. АН СССР с 1924 г., почетный член с 1934 г. «За фундаментальные исследования в области квантовой механики, особенно за статистическую интерпретацию волновой функции» (1/2 часть премии)

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1955	БОТЕ Вальтер Вильгельм Георг (Bothe Walter Wilhelm Georg) (8.I.1891—8.II.1957)	Германия, Институт физики императора Вильгельма, Гейдельбергский, Берлинский, Гисенский университеты	«За создание метода совпадений и за открытия, сделанные с помощью этого метода» (1/2 часть премии)	
	ЛЭМБ Уиллис Юджин (Lamb Willis Eugene) (род. 12.VII.1913)	США, Колумбийский университет в Нью-Йорке, Стэнфордский университет (штат Калифорния), Оксфордский, Йельский и Оризонский университеты	«За открытие тонкой структуры водородного спектра» (1/2 часть премии)	
	КУШ (КАШ) Поликарп (Kusch Polycarp) (род. 26.I.1911)	США, Колумбийский университет в Нью-Йорке	«За точное определение магнитного момента электрона» (1/2 часть премии)	
1956	ШОКЛИ Уильям Брэдфорд (Schocley William Bradford) (род. 13.II.1910)	США, Лаборатория «Белл-телефон» в Нью-Йорке, Лаборатория полупроводников фирмы Westinghouse (штат Калифорния), Стэнфордский университет	«За исследования полупроводников и открытие транзисторного эффекта»	
	БАРДИН Джон (Bardeen John) (род. 23.V.1908)	США, Иллинойский университет в Урбане		
	БРАТТЕЙН Уолтер Хозер (Brattain Walter Houser) (род. 10.II.1902)	США, Лаборатория «Белл-телефон» в Муррей-Хилле (штат Нью-Йорк)		

1957	ЯНГ Чен (Чжен) Нинг (Yang Chen Ning) (род. 22.IX.1922)	США, Институт перспективных исследований в Принстоне, Нью-Йоркский университет	«За всеобъемлющее исследование так называемых законов четности, которые привели к важным открытиям в области элементарных частиц»	Чл.-корр. АН СССР с 1964 г., академик с 1970 г.
1958	ЛИ Цунг (Дзун) Дао (Lee Tsung Dao) (род. 25.XI.1926)	США, Колумбийский университет в Нью-Йорке		
	ЧЕРЕНКОВ Павел Алексеевич (род. 28.VII.1904)	СССР, Физический институт АН СССР в Москве		
	ФРАНК Илья Михайлович (род. 23.X.1908)	СССР, Московский университет и Физический институт АН СССР в Москве	«За открытие и объяснение эффекта Черенкова»	Чл.-корр. АН СССР с 1946 г., академик с 1968 г.
	ТАММ Игорь Евгеньевич (8.VII.1895 — 12.IV.1971)	СССР, Московский университет и Физический институт АН СССР в Москве		Чл.-корр. АН СССР с 1933 г., академик с 1953 г.
1959	СЕГРЕ Эмилио Джино (Segre Emilio Gino) (род. 1.II.1905)	Италия, Римский и Палермский университеты; США, Калифорнийский университет в Беркли	«За открытие антипротона»	
	ЧЕМБЕРЛЕН Оуэн (Chamberlain Owen) (род. 10.VII.1920)	США, Калифорнийский университет в Беркли		
1960	ГЛАЗЕР Доналд Артур (Glaser Donald Arthur) (род. 21.IX.1926)	США, Калифорнийский университет в Беркли	«За изобретение пузырьковой камеры»	

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1961	ХОФСТЕДТЕР (ХОФШТАДТЕР) Роберт (Hofstadter Robert) (род. 5.II.1915) МЁССБАУЭР Рудольф Людвиг (Mössbauer Rudolf Ludwig) (род. 31.I.1929)	США, Стэнфордский университет (штат Калифорния) ФРГ, Высшая техническая школа в Мюнхене	«За пионерские работы по рассеянию электронов на атомных ядрах» (1/2 часть премии) «За исследование резонансного поглощения гамма-излучения и за открытие эффекта, названного его именем» (1/2 часть премии)	Академик АН СССР с 1946 г.
1962	ЛАНДАУ Лев Давидович (22.I.1908—1.IV.1968)	СССР, Институт физических проблем АН СССР в Москве и Московский университет	«За пионерские теории конденсированных сред, особенно жидкого гелия»	
1963	ВИГНЕР Юджин Пол Йено (Wigner Eugene Paul Jeno) (род. 17.XI.1902)	США, Принстонский университет	«За вклад в теорию атомного ядра и элементарных частиц, особенно за открытие и применение фундаментальных принципов симметрии» (1/2 часть премии)	
	ГЁППЕРТ-МАЙЕР Мария (Goerpert-Mayer Maria) (28.VI.1906—20.II.1972)	США, Калифорнийский университет в Лайолле и Сан-Диего, Институт ядерных исследований им. Э. Ферми в Чикаго	«За открытия, связанные с оболочечной структурой ядра» (1/2 часть премии)	

1964	ЙЕНСЕН Иоханнес Ханс Даниэль (Jensen Johannes Hans Daniel) (род. 25.VI.1907)	Германия, Гейдельбергский университет		
	ТАУНС Чарлз Хард (Townes Charles Hard) (род. 28.VII.1915)	США, Массачусетский технологический институт в Кембридже (штат Массачусетс), Калифорнийский университет в Беркли	«За фундаментальные работы в области квантовой электроники, которые привели к созданию генераторов и усилителей нового типа — мазеров и лазеров» (советским ученым — 1/2 часть премии)	Чл.-корр. АН СССР с 1962 г., академик с 1966 г.
	БАСОВ Николай Геннадьевич (род. 14.XII.1922)	СССР, Физический институт АН СССР в Москве		
	ПРОХОРОВ Александр Михайлович (род. 11.VII.1916)	СССР, Физический институт АН СССР в Москве		Чл.-корр. АН СССР с 1966 г., академик с 1966 г.
1965	ТОМОНАГА Синъитиро (Tomonaga Sin-Itiro) (род. 31.III.1906)	Япония, Токийский университет		Иностр. член АН СССР с 1971 г.
	ШВИНГЕР Юлиан Сеймор (Schwinger Julian Seimor) (род. 12.II.1918)	США, Гарвардский университет в Кембридже (штат Массачусетс)	«За фундаментальные работы по квантовой электродинамике, имеющие важное значение для физики элементарных частиц»	
	ФЕЙНМАН Ричард Филлипс (Feynman Richard Phillips) (род. 11.V.1918)	США, Калифорнийский технологический институт в Пасадене		
1966	КАСТЛЕР Альфред (Kastler Alfred) (род. 3.V.1902)	Франция, Парижский университет, Национальный центр научных исследований в Париже	«За открытие и развитие оптических методов исследования герцевых колебаний в атомах»	

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1967	БЕТЕ Ханс Альбрехт (Bethe Hans Albrecht) (род. 2.VII.1906)	США, Корнелльский университет в Итаке	«За вклад в теорию ядерных реакций, особенно за открытия, связанные с источниками энергии звезд»	
1968	АЛЬВАРЕС Луис Уолтер (Alvarez Luis Walter) (род. 13.VI.1911)	США, Калифорнийский университет в Беркли	«За решающий вклад в физику элементарных частиц, в частности за открытия большого числа резонансных состояний, делающих возможным применение оборудования с водородной пузырковой камерой и числовой анализ»	
1969	ГЕЛЛ-МАН Марри (Gell-Mann Murray) (род. 15.IX.1929)	США, Калифорнийский технологический институт в Пасадене	«За работы, связанные с классификацией элементарных частиц и их взаимодействий»	
1970	АЛЬФВЕН (АЛЬВЕН) Ханнес (Alfven Hannes) (род. 30.V.1908)	Швеция, Нобелевский физический институт в Стокгольме	«За фундаментальные открытия в области магнитной гидродинамики и ее применение к физике плазмы» (1/2 часть премии)	Иностранный член АН СССР с 1958 г.
	НЕЕЛЬ Луи-Эжен-Феликс (Neel Louis-Eugene-Felix) (род. 22.XI.1904)	Франция, Гренобльский университет и Ядерный центр	«За фундаментальные открытия и работы по антиферромагнетизму и ферромагнетизму, широко используемые в физике твердого тела» (1/2 часть премии)	Иностранный член АН СССР с 1958 г.



1971	ГАБОР Деннис (Денеш) (Gabor Denes) (род. 5.VI.1900)	Великобритания, Королев- ский институт Лондонско- го университета	«За открытие голографии»
1972	<p>БАРДИН Джон (Bardeen John) (род. 23.V.1908)</p> <p>КУПЕР Леон (Cooper Leon) (род. 28.II.1930)</p> <p>ШРИФФЕР Джон Роберт (Schrieffer John Robert) (род. 31.V.1931)</p>	<p>США, Иллинойский уни- верситет в Урбане</p> <p>США, университет Брауна в Провиденсе</p> <p>США, Пенсильванский университет</p>	«За разработку теории сверхпроводимости»
1973	<p>ЭСАКИ (Есаки) Лео (Esaki Leo) (род. 12.III.1925)</p> <p>ЖИВЕР (Джайвер, Гиевер) Айвар (Ивар) (Giaever Ivar) (род. 5.IV.1929)</p> <p>ДЖОЗЕФСОН Брайан Дейвид (Josephson Brian David) (род. 4.I.1940)</p>	<p>Япония, фирма Sony; США, IBM</p> <p>США, фирма General Electric</p> <p>Великобритания, Кем- бриджский университет</p>	«За открытия, связанные с явлениями туннелирова- ния в твердых телах»
1974	РАЙЛ Мартин (Ryle Martin) (род. 27.IX.1918)	Великобритания, Кем- бриджский университет	Иностранный член АН СССР с 1971 г.

Год присуж- дения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
	<b>ХЬЮИШ Энтони</b> (Hewish Antony) (род. 11.V.1924)	Великобритания, Мал- лардская радиоастрономи- ческая лаборатория Кем- бриджского университета		«За открытие пульсаров»
1975	<b>БОР Оге</b> (Bohr Oge) (род. 19.VI.1922)	Дания, Институт теорети- ческой физики Нильса Бо- ра в Копенгагене	«За открытие связи меж- ду коллективным движе- нием и движением части- цы в атомном ядре и раз- витие на основе этой связи теории структуры атомного ядра»	
	<b>МОТТЕЛЕСОН Бен</b> (Бенжамин) Рей (Mottelson Ben Rey) (род. 9.VII.1926)	Дания, Институт теорети- ческой физики Нильса Бо- ра в Копенгагене		
	<b>РЕЙНУОТЕР Джеймс</b> (Reinwater James) (род. 9.XII.1917)	США, Колумбийский уни- верситет в Нью-Йорке		
1976	<b>РИХТЕР Бертон</b> (Richter Barton) (род. 22.III.1931)	США, Стэнфордский уни- верситет (штат Калифор- ния)	«За открытие пси-частиц»	
	<b>ТИНГ Сэмюэл</b> (Чжаочунь) (Ting Samuel) (род. 27.I.1936)	США, Массачусетский технологический институт		
1977	<b>АНДЕРСОН Филип</b> Уоррен (Anderson Philip Warren) (род. 13.XII.1923)	США, лаборатория «Белл- телефон», Кембриджский и Принстонский универси- теты	«За фундаментальные те- оретические исследования в области электронной структуры магнитных и неупорядоченных систем»	

1978	<p>МОТТ Невилл Фрэнсис (Mott Nevill Francis) (род. 30.IX.1905)</p> <p>ВАН ФЛЕК (ВЛЕК) Джон Хазбрук (van Fleck John Hasbruck) (род. 13.III.1889)</p> <p>КАПИЦА Петр Леонидович (род. 8.VII.1894)</p>	<p>Великобритания, Бристольский университет, Кавендишская лаборатория</p> <p>США, Гарвардский университет</p> <p>СССР, Институт физических проблем АН СССР в Москве и Московский физико-технический институт</p>	<p>«За фундаментальные изобретения и открытия в области физики низких температур» (1/2 премии)</p>	Чл.-корр. АН СССР с 1929 г., академик с 1939 г.
1979	<p>ПЕНЗИАС Арно (Penzias Arno) (род. 26.IV.1933)</p> <p>УИЛСОН Роберт (Wilson Robert) (род. 10.I.1936)</p> <p>ВЕЙНБЕРГ Стивен (Weinberg Steven) (род. в 1933 г.)</p> <p>ГЛЭШОУ Шелдон (Glashow Sheldon) (род. в 1932 г.)</p> <p>САЛАМ Абдус (Salam Abdus) (род. 29.I.1926)</p>	<p>США, лаборатория «Белл-телефон» в Холмделе (штат Нью-Джерси)</p> <p>США, лаборатории «Белл-телефон» в Холмделе (штат Нью-Джерси)</p> <p>США, Колумбийский, Калифорнийский (Беркли) и Гарвардский университеты</p> <p>США, Стэнфордский, Калифорнийский (Беркли) и Гарвардский университеты</p> <p>Пакистан, Лахорский университет; Великобритания, Кембриджский и Лондонский университеты; Италия, Международный центр теоретической физики в Триесте</p>	<p>«За работы по радиоастрономии, в частности за наблюдательное обнаружение реликтового фонового излучения, заполняющего нашу Вселенную» (1/2 премии)</p> <p>«За фундаментальный вклад в создание теории, объединяющей слабое и электромагнитное взаимодействие»</p>	Иностранный член АН СССР с 1971 г.

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1980	КРОНИН Джеймс Уотсон (Cronin James Watson) (род. 29.IX.1931)	США, Принстонский университет, Институт ядерных исследований им. Э. Ферми Чикагского университета	«За открытие нарушения фундаментальных принципов симметрии в распаде нейтральных К-мезонов»	
	ФИТЧ Вэл Логдон (Fitch Wal Logsdon) (род. 10.III.1923)	США, Принстонский университет		
1981	БЛОМБЕРГЕН Николас (Bloembergen Nicolaas) (род. 11.III.1920)	США, Гарвардский университет в Кембридже (штат Массачусетс)		
	ШАВЛОВ Артур Леонард (Schawlow Arthur L.) (род. 5.V.1921)	США, Стэнфордский университет (штат Калифорния)		«За вклад в развитие лазерной спектроскопии» (1/2 премии)
	ЗИГБАН (Сигбан) Кай Манне (Siegbahn Kei Manne) (род. 20.IV.1918)	Швеция, Упсальский университет, Институт физики в Упсале	«За вклад в развитие электронной спектроскопии» (1/2 премии)	
1982	УИЛСОН Кеннет Геддес (Wilson Kenneth Geddes) (род. в 1936 г.)	США, Корнеллский университет	«За теоретическую работу по строению материи»	

# Лауреаты Нобелевской премии по химии (1901 — 1982 гг.)

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1901	ВАНТ-ГОФФ Якоб Генрик (van't Hoff Jacobus Henricus) (30.VIII.1852 — 1.III.1911)	Нидерланды, Ветеринарное училище в Утрехте; Берлинский университет	«В признание огромной важности открытия законов химической динамики и осмотического давления в растворах»	Чл.-корр. Петербургской Академии наук с 1895 г.
1902	ФИШЕР Герман Эмиль (Fischer Hermann Emil) (9.X.1852 — 15.VII.1919)	Германия, Берлинский университет	«В признание выдающегося значения классических работ, связанных с сахарами и пуриновыми группами»	Чл.-корр. Петербургской Академии наук с 1899 г., почетный член с 1913 г.
1903	АРРЕНИУС Сванте Август (Arrhenius Svante August) (19.II.1859 — 2.X.1927)	Швеция, Стокгольмский университет	«В признание особого значения теории электролитической диссоциации для развития химии»	Чл.-корр. Петербургской Академии наук с 1903 г., почетный член АН СССР с 1925 г.
1904	РАМЗАЙ Уильям (Ramsay William) (2.X.1852 — 23.VII.1916)	Великобритания, Лондонский университет	«В признание открытий в атмосфере различных инертных газов и определения их места в Периодической системе»	Чл.-корр. Петербургской Академии наук с 1901 г., почетный член с 1913 г.
1905	БАЙЕР Иоганн Фридрих Вильгельм Адольф (Baeyer Johann Friedrich Wilhelm Adolf) (31.X.1835 — 20.VIII.1917)	Германия, Мюнхенский университет	«В признание заслуг в развитии органической химии и химической промышленности благодаря работам по органическим красителям и гидроароматическим соединениям»	Чл.-корр. Петербургской Академии наук с 1892 г.

Год присуж- дения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1906	МУАССАН Анри Ферди- нанд Фредерик (Moissan Henri Ferdinand Frederic) (28.IX.1852—20.II.1907)	Франция, Парижский уни- верситет	«В признание большого объема исследований, по- лучения элемента фтора и введения в лабораторную и промышленную практи- ку электрической печи, названной его именем»	Чл.-корр. Петербургской Академии наук с 1904 г.
1907	БУХНЕР Эдуард (Buchner Eduard) (20.V.1860—13.VIII.1917)	Германия, Высшая сель- скохозяйственная школа в Берлине	«За работы по биологиче- ской химии и открытие внеклеточной фермента- ции»	
1908	РЕЗЕРФОРД Эрнест (Rutherford Ernest) (30.VIII.1871—19.X.1937)	Великобритания, Манче- стерский университет, Кембриджский универси- тет, Кавендишская лабо- ратория	«За исследования в обла- сти распада элементов и химии радиоактивных веществ»	Чл.-корр. Российской Академии наук с 1922 г., почетный член АН СССР с 1925 г.
1909	ОСТВАЛЬД Вильгельм Фридрих (Ostwald Wilhelm Friedrich) (2.IX.1853—4.IV.1932)	Германия, Лейпцигский университет	«В признание работ по ка- тализу, а также за иссле- дование основных принци- пов управления химиче- ским равновесием и скоро- стями реакций»	Чл.-корр. Петербургской Академии наук с 1896 г.
1910	ВАЛЛАХ Отто (Wallach Otto) (27.III.1847—26.II.1931)	Германия, Боннский и Гёттингенский универси- теты	«В признание достижений в области органической химии и химической про- мышленности, а также за пионерскую работу по алициклическим соедине- ниям»	

1911	СКЛОДОВСКАЯ-КЮРИ Мария (Skłodowska-Curie Marie) (7.XI.1867—4.VII.1934)	Франция, Парижский университет	«В признание выдающейся деятельности в области развития химии; за открытие элементов радия и полония, за выяснение природы радия и выделение его в металлическом виде и за исследование соединений этого замечательного элемента»	Чл.-корр. Академии наук с 1907 г., почетный член АН СССР с 1926 г.	Петербургской наук с 1907 г., член АН СССР
1912	ГРИНЬЯР Франсуа Огюст Виктор (Grignard François August Victor) (6.V.1871—13.XII.1935)	Франция, университеты в Лионе и Нанси	«За открытие так называемого реактива Гриньяра, который стал весьма плодотворным инструментом в развитии органической химии за последние годы» (1/2 премии)		
	САБАТЬЕ Поль (Sabatier Paul) (5.XI.1854—14.VIII.1941)	Франция, университет в Тулузе	«За метод гидрогенизации органических соединений в присутствии мелкодисперсных металлов, который резко стимулировал развитие органической химии в последние годы» (1/2 премии)		
1913	ВЕРНЕР Альфред (Werner Alfred) (12.XII.1866—15.XI.1919)	Швейцария, Цюрихский университет	«В признание работ по связям атомов в молекулах, проведенных ранее, и за открытие новой области исследований, особенно в неорганической химии»		

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1914	РИЧАРДС Теодор Уильям (Richards Theodore William) (31.I.1868—2.IV.1928)	США, Гарвардский университет в Кембридже (штат Массачусетс)	«За точные определения атомных весов ряда химических элементов»	Премия была вручена в 1915 г.
1915	ВИЛЬШТЕТТЕР Рихард Мартин (Willstätter Richard Martin) (13.VIII.1872—3.VIII.1942)	Германия, Берлинский и Мюнхенский университеты	«За исследования растительных пигментов, особенно хлорофилла»	Чл.-корр. Российской Академии наук с 1923 г., почетный член АН СССР с 1929 г.
1916 1917	Премии не присуждались	Премия не присуждалась	денег за 1916 и 1917 гг. были переведены в Специальный фонд секции химии)	Специальный фонд секции
1918	ГАБЕР (ХАБЕР) Фриц (Haber Fritz) (9.XII.1868—29.I.1934)	Германия, Институт физической химии и электрохимии императора Вильгельма в Берлин-Далеме	«За синтез аммиака из его элементов»	Чл.-корр. АН СССР с 1924 г., почетный член с 1932 г. Премия была вручена в 1919 г.
1919	Премия не присуждалась	Премия не присуждалась	денег за 1919 г. были переведены в Специальный фонд секции химии)	Специальный фонд секции химии)
1920	НЕРНСТ Вальтер Германн Фридрих (Nernst Walter Hermann Friedrich) (25.VI.1864—18.XI.1941)	Германия, Гёттингенский университет и Институт химии Берлинского университета	«В признание работ по термодинамике»	Чл.-корр. Российской Академии наук с 1923 г., почетный член АН СССР с 1926 г. Премия вручена в 1921 г.
1921	СОДДИ Фредерик (Soddy Frederic) (2.IX.1877—22.IX.1956)	Великобритания, университеты в Глазго и Оксфорде; Канада, Макгиллский университет в Монреале	«За вклад в химию радиоактивных веществ и за исследование природы и происхождения изотопов»	Чл.-корр. АН СССР с 1924 г. Премия была вручена в 1922 г.



1922	АСТОН Френсис Уильям (Aston Francis William) (1.IX.1877—20.XI.1945)	Великобритания, Кавен- дишская лаборатория, Кембриджский универси- тет	«За открытие с помощью сконструированного масс- спектрографа изотопов большого числа нерадио- активных элементов и за открытие закона целых чисел»	Чл.-корр. АН СССР с 1924 г.
1923	ПРЕГЛЬ Фриц (Pregl Fritz) (3.IX.1869—13.XII.1930)	Австрия, университеты в Граце и Инсбруке	«За создание микроанали- за органических веществ»	
1924	Премия не присуждалась (премиальные деньги за 1924 г. были переведены в Специальный фонд секции химии)			
1925	ЗИГМОНДИ (ЖИГМОН- ДИ) Рихард Адольф (Zsigmondy Richard Adolf) (1.IV.1865—23.IX.1929)	Германия, Гёттингенский университет	«За установление гетеро- генной природы коллоид- ных растворов и за разра- ботанные в этой связи ме- тоды, имеющие фундамен- тальное значение в сов- ременной коллоидной химии»	Премия была вручена в 1926 г.
1926	СВЕДБЕРГ Теодор (Te) (Swedberg Theodor) (30.VIII.1884—26.II.1971)	Швеция, Упсальский уни- верситет	«За работы по диспер- сным системам»	Иностраннный член АН СССР с 1966 г.
1927	ВИЛАНД Генрих Отто (Wieland Heinrich Otto) (4.VI.1877—5.VIII.1957)	Германия, Мюнхенский университет	«За исследования стро- ения желчных кислот и сходных веществ»	Чл.-корр. АН СССР с 1929 г. Премия была вру- чена в 1928 г.
1928	ВИНДАУС Адольф Отто Рейнгольд (Windaus Adolf Otto Rein- hold) (25.XII.1876—9.VI.1959)	Германия, Гёттингенский Химический институт	«За работы по изучению строения стеринов и их связи с витаминами»	

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1929	ГАРДЕН Артур (Harden Arthur) (12.X.1865 — 17.VI.1940)	Великобритания, Листеровский институт профизиологической медицины в Лондоне и Лондонский университет	«За исследование ферментации сахара и изучение в этой связи энзимов»	Чл.-корр. АН СССР с 1927 г.
	ЭЙЛЕР-ХЕЛЬПИН Ханс Карл Август Симон (Euler-Chelpin Hans Karl August Simon) (15.II.1873 — 6.XI.1964)	Швеция, Стокгольмский университет		
1930	ФИШЕР Ханс Эйген (Fischer Hans Eugen) (27.VII.1881 — 31.III.1945)	Германия, Высшая техническая школа в Мюнхене	«За работы по изучению структуры красящего вещества крови и растений, особенно за синтез гемина»	
1931	БОШ Карл (Bosch Carl) (27.VIII.1874 — 26.IV.1940)	Германия, фирмы BASF и I G Farbenindustrie в Гейдельберге, Гейдельбергский университет	«В признание вклада в изобретение и развитие методов высокого давления в химии»	
	БЕРГИУС Фридрих Густав (Bergius Friedrich Gustav) (11.X.1884 — 31.III.1949)	Германия, Высшая техническая школа в Ганновере, фирма I G Farbenindustrie в Мангейме-Рейнау, Гейдельбергский университет		
1932	ЛЕНГМЮР Ирвинг (Langmuir Irving) (31.I.1881 — 16.VIII.1957)	США, Нолсовская научно-исследовательская лаборатория фирмы General Electric в Скенектади (штат Нью-Йорк)	«За открытия и исследования в области химии поверхностных явлений»	

1933	Премия не присуждалась (премиальные деньги за 1933 г. были распределены следующим образом: $\frac{1}{3}$ часть — в Главный фонд, $\frac{2}{3}$ — в Специальный фонд секции химии)		
1934	ЮРИ Гаролд Клейтон (Urey Harold Clayton) (29.IV.1893—1981)	США, Колумбийский университет в Нью-Йорке	«За открытие тяжелого водорода»
1935	ЖОЛИО-КЮРИ Фредерик Жан (Joliot-Curie Frédéric) (19.III.1900—14.VIII.1958)	Франция, Институт радия в Париже, Парижский университет, Национальный центр научных исследований	«В признание синтеза новых радиоактивных элементов»
1936	ЖОЛИО-КЮРИ Ирен (Joliot-Curie Irène) (12.IX.1897—17.III.1956) ДЕБАЙ Петер Йозеф Вильгельм (Debye Peter Joseph Wilhelm) (24.III.1884—2.XI.1966)	Франция, Институт радия в Париже, Парижский университет Германия, Берлинский университет, Институт физики императора Вильгельма в Берлин-Далеме	Чл.-корр. АН СССР с 1947 г. Чл.-корр. АН СССР с 1924 г.
1937	ХЕУОРТ (ГЭВОРТ) Уолтер Норман (Haworth Walter Normann) (19.III.1883—19.III.1950) КАРРЕР Пауль (Karrer Paul) (21.IV.1889—18.VI.1971) КУН Рихард (Kuhn Richard) (3.XII.1900—31.VII.1967)	Великобритания, Бирмингемский университет Швейцария, Химический институт Цюрихского университета Германия, Гейдельбергский университет, Институт медицинских исследований императора Вильгельма в Гейдельберге	«За вклад в науку о структуре молекул благодаря исследованию дифракционных моментов и дифракции рентгеновских лучей и электронов в газах» «За исследования углеводородов и витамина С» (1/2 премии) «За исследования каротиноидов, флавинов и витаминов А и В <sub>2</sub> » «За работы по каротиноидам и витаминам»
1938			Премия присуждена в 1939 г. Медаль и диплом лауреата вручены в 1949 г.

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1939	БУТЕНАНДТ Адольф Фридрих Йоганн (Butenandt Adolf Friedrich Johann) (род. 24.III.1903)	Германия, Берлинский университет, Институт химии императора Вильгельма (ныне Фрица Габера), Институты биохимии в Берлине, Тюбинге, Мюнхене	«За работы по половым гормонам» (1/2 премии)	Медаль и диплом лауреата вручены в 1949 г.
	РУЖИЧКА Леопольд Стефен (Ruzicka Leopold Stephen) (13.IX.1887—26.IX.1976)	Швейцария, Высшая техническая школа в Цюрихе	«За работы по полиметаленам и высшим терпенам» (1/2 премии)	Иностраный член АН СССР с 1958 г.
1940 1941 1942	Премии не присуждались	премиальные деньги за 1940—1942 гг. были распределены следующим образом: 1/3 часть — в Главный фонд, 2/3 — в Специальный фонд секции химии)		
1943	ХЕВЕШИ Дьёрдь (Георг) (Hevesy George) (1.VIII.1885—5.VII.1966)	Великобритания, Манчестерский университет; Дания, Институт теоретической физики в Копенгагене; Швеция, Институт органической химии Стокгольмского университета	«За работы по использованию изотопов в качестве меченых атомов для изучения химических процессов»	Премия была вручена в 1946 г., присуждена в 1945 г.
1944	ГАН (ХАН) Отто (Hahn Otto) (8.III.1879—28.VII.1968)	Германия, Берлинский университет, Институт химии императора Вильгельма, президент общества Макса Планка в Гёттингене	«За открытие деления тяжелых ядер»	Премия присуждена в 1945 г., вручена в 1946 г.

1945	ВИРТАНЕН Илмари (Virtanen Artturi Ilmari) (15.I.1895—11.XI.1973)	Финляндия, Хельсинкский университет	«За исследования и достижения в области сельского хозяйства и химии питательных веществ, особенно за метод консервации кормов» «За открытие явления кристаллизации энзимов» (1/2 премии)	Президент Финляндской академии наук с 1948 по 1963 г.
1946	SAMNER Джеймс Бетчелер (Sumner James Batcheller) (19.XI.1887—12.VIII.1955) НОРТРОП Джон Хоуард (Northrop John Howard) (род. 5.VII.1891) СТЭНЛИ Уэнделл Меридит (Stanley Wendell Meredith) (16.VIII.1904—15.VI.1981) РОБИНСОН Роберт (Robinson Robert) (13.IX.1866—8.II.1975)	США, Корнеллский университет в Итаке (штат Нью-Йорк)  США, Рокфеллеровский институт медицинских исследований в Принстоне США, Рокфеллеровский институт медицинских исследований в Принстоне  Великобритания, лаборатория Д. Перриса, Оксфордский университет	«За получение в чистом виде энзимов и вирусных белков» (1/2 премии)	Иностранный член АН СССР с 1966 г.
1947	ТИСЕЛИУС Арне Вильгельм Каурин (Tiselius Arne Wilhelm Kaurin) (10.VIII.1902—29.X.1971)	Швеция, Упсальский университет	«За исследование биологически важных растительных продуктов, особенно алкалоидов»	Член Нобелевского комитета по химии с 1946 г., президент—с 1960 г.
1948	ДЖИОК (ГИОК) Уильям Франсис (Jacques William Francis) (род. 12.V.1895)	США, Калифорнийский университет в Беркли	«За работы в области химической термодинамики, частично связанные с поведением веществ при экстремально низких температурах»	

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1950	ДИЛЬС Отто Пауль Герман (Diels Otto Paul Hermann) (23.I.1876—7.III.1954)	Германия, Химический институт Кильского университета	«За открытие и исследование диенового синтеза»	
	АЛЬДЕР Курт (Alder Kurt) (10.VII.1902—20.VI.1958)	Германия, Химический институт Кёльнского университета		
1951	МАКМИЛЛАН Эдвин Маттисон (MacMillan Edwin Mattison) (род. 18.IX.1907)	США, Калифорнийский университет в Беркли	«За открытие в области химии трансурановых элементов»	Иностраный член АН СССР с 1971 г.
	СИБОРГ Гленн Теодор (Seaborg Glenn Theodore) (род. 19.IV.1912)	США, Калифорнийский университет в Беркли		
1952	МАРТИН Арчер Джон Портер (Martin Archer John Porter) (род. 1.III.1910)	Великобритания, Национальный институт медицинских исследований в Лондоне	«За открытие метода рас- пределительной хромато- графии»	
	СИНГ Ричард Лоуренс Миллингтон (Synge Richard Laurence Millington) (род. 28.X.1914)	Великобритания, Роуэтт-ский исследовательский институт в Буксбурне (Шотландия)		
1953	ШТАУДИНГЕР Герман (Staudinger Hermann) (23.III.1881—8.IX.1965)	Германия (ФРГ), Государственный исследовательский институт химии макромолекулярных соединений Фрейбургского университета	«За открытия в области химии высокомолекулярных веществ»	



Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1960	ЛИББИ Уиллард Франк (Libby Willard Frank) (17.XII.1908—1981)	США, Чикагский университет и Калифорнийский университет в Лос-Анджелесе	«За введение метода использования углерода-14 для определения возраста в археологии»	
1961	КАЛВИН (КАЛЬВИН) Мелвин (Calvin Melvin) (род. 8.IV.1911)	США, Калифорнийский университет в Беркли	«За исследование усвоения двуокиси углерода растениями»	
1962	ПЕРУТЦ (ПЕРУЦ) Макс Фердинанд (Rerutz Max Ferdinand) (род. 19.V.1914) КЕНДРЮ Джон Коудери (Kendrew John Cowdery) (род. 24.III.1917)	Великобритания, Лаборатория молекулярной биологии Кембриджского университета Великобритания, Лаборатория молекулярной биологии Кембриджского университета	«За исследования в области строения глобулярных белков»	
1963	ЦИГЛЕР Карл Вальдемар (Ziegler Karl Waldemar) (27.XI.1898—8.XI.1973) НАТТА Джулио (Natta Giulio) (26.II.1903—2.V.1979)	ФРГ, Институт угля Макса Планка в Мюльгейм-Руре Италия, Технологический институт в Милане, концерн промышленной химии «Montecatini»	«За открытие и развитие фундаментальных методов синтеза органических макромолекул из простых ненасыщенных углеводородов каталитической полимеризацией»	Иностраннный член АН СССР с 1966 г.
1964	КРОУФУТ-ХОДЖКИН Дороти Мери (Crowfoot-Hodgkin Dorothy Mary) (род. 12.V.1910)	Великобритания, Оксфордский университет	«За рентгеноструктурное определение витамина В <sub>12</sub> и других важных биохимических веществ»	Иностраннный член АН СССР с 1976 г.



1965	ВУДВОРД Роберт Бёрнс (Woodward Robert Burns) (10.IV.1917—8.VII.1979)	США, Гарвардский университет в Кембридже (штат Массачусетс)	«За выдающийся вклад в искусство органического синтеза»	Иностранный член СССР с 1976 г.	АН
1966	МАЛЛИКЕН Роберт Сандерсон (Mulliken Robert Sanderson) (род. 7.VI.1896)	США, Чикагский университет	«За фундаментальную работу по химическим связям и электронной структуре молекул, проведенную с помощью метода молекулярных орбиталей»	Иностранный член СССР с 1976 г.	АН
1967	ЭЙГЕН Манфред (Eigen Manfred) (род. 9.V.1927)	ФРГ, Институт физической химии Макса Планка в Гёттингене	«За исследование сверхбыстрых химических реакций с помощью смещения молекулярного равновесия очень коротким импульсом энергии»		
	НОРРИШ Роналд Джордж Рейфорд (Norrish Ronald George Rayford) (9.XI.1897—7.VI.1978)	Великобритания, Институт физической химии Кембриджского университета			
	ПОРТЕР Джордж (Porter George) (род. 6.XII.1920)	Великобритания, Шеффилдский университет, Королевский институт в Лондоне			
1968	ОНЗАГЕР (ОНЗАГЕР) Ларс (Onsager Lars) (27.XI.1903—5.X.1976)	США, Йельский университет в Нью-Гавене (штат Коннектикут)			
1969	БАРТОН Дерек Харолд Ричард (Barton Derek Harold Richard) (род. 8.IX.1918)	Великобритания, Королевский институт Лондонского университета	«За открытие соотношений взаимности в необратимых процессах, названных его именем, которые имеют принципиально важное значение для термодинамики необратимых процессов»		
			«За исследования в области конформационного анализа»		

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
	ХАССЕЛЬ Одд (Hassel Odd) (род. 17.V.1897)	Норвегия, университет в Осло		
1970	ЛЕЛУАР Луис Федерико (Leloir Luis Federico) (род. 6.IX.1906)	Аргентина, Институт физиологии в Буэнос-Айресе	«За открытие первого сахарного нуклеотида и изучение его функций в превращениях сахара и в биосинтезе сложных углеводородов»	
1971	ХЕРЦБЕРГ (ГЕРЦБЕРГ) Герхард (Herzberg Gerhard) (род. 25.XII.1904)	Канада, Национальный исследовательский совет в Оттаве	«В признание вклада в познание электронной структуры и геометрии молекул, особенно свободных радикалов»	
1972	АНФИНСЕН Кристиан Бемер (Anfinsen Christian Boehmer) (род. 26.III.1916)	США, Национальный институт здоровья в Бетесде (штат Огайо)	«За основополагающий вклад в химию ферментов»	
	МУР Стэнфорд (Moore Stanford) (род. 4.IX.1913)	США, Рокфеллеровский университет в Нью-Йорке		
	СТАЙН Уильям Хоуард (Stein William Howard) (род. 25.VI.1911)	США, Рокфеллеровский университет в Нью-Йорке		

1973	ФИШЕР Эрнст Отто (Fischer Ernst Otto) (род. 10.XI.1918) УИЛКИНСОН Джеффри (Wilkinson Geoffrey) (род. 14.VII.1921)	ФРГ, Мюнхенский университет, Высшая техническая школа в Мюнхене США, Массачусетский технологический институт; Великобритания, Королевский институт Лондонского университета	«За исследования по химии металлоорганических соединений»	
1974	ФЛОРИ Пол Джон (Flory Paul John) (род. 19.VI.1910) ПРЕЛОГ Владимир (Prelog Vladimir) (род. 23.VII.1906) КОРНФОРТ Джон Уоркап (Cornforth John Warcup) (род. 7.IX.1917)	США, Стэнфордский университет (штат Калифорния) Швейцария, Высшая техническая школа в Цюрихе Великобритания; США, Лаборатория химической энзимологии в Ситтингборне (штат Массачусетс)	«За вклад в науку о полимерах»	
1975	ЛИПСКОМБ Уильям Нанн (Lipscomb William Nan) (род. 9.XII.1919) ПРИГОЖИН Илья Романович (Prigogin Ilya Romanovich) (род. 25.I.1917)	США, Гарвардский университет в Кембридже (штат Массачусетс) Бельгия, Брюссельский университет, Международный институт физики и химии в Брюсселе; США, Техасский университет	«За исследование стереохимии реакций органических молекул» (1/2 премии) «За исследование стереохимии реакций ферментативного катализа» (1/2 премии) «За исследование структуры боранов и решение проблемы природы химических связей в них»	Иностранный член АН СССР с 1966 г.
1976	МИТЧЕЛЛ Питер (Mitchell Peter) (род. 29.IX.1920)	Великобритания, Эдинбургский университет, Глинновские исследовательские лаборатории (полуостров Корнуэлл)	«За исследование биогенетических процессов в клетке»	Иностранный член АН СССР с 1982 г.

Год присуждения премии	Имя лауреата и годы жизни	Место основных исследований	Формулировка Нобелевского комитета (за что присуждена премия)	Примечания
1979	БРАУН Герберт Чарлз (Brown Herbert Charles) (род. 22.V.1912)	США, Университет Пердью в Лафайетте (штат Индиана)	«За разработку новых методов органического синтеза сложных бор- и фосфорсодержащих соединений»	
1980	ВИТТИГ Георг (Wittig George) (род. 16.VII.1897)	ФРГ, Тюбингенский университет, Гейдельбергский университет	«За фундаментальные исследования биохимических свойств нуклеиновых кислот, в том числе рекомбинантных ДНК» (1/2 премии)	
	БЕРГ Пол (Berg Paul) (род. 30.VI.1926)	США, университет Дж. Вашингтона в Сент-Луисе (штат Миссури), Стэнфордский университет (штат Калифорния)	«За существенный вклад в установление первичной структуры ДНК» (1/2 премии)	
1981	ГИЛБЕРТ Уолтер (Gilbert Walter) (род. 21.III.1932)	США, Национальный научный фонд в Гарварде, Гарвардский университет в Кембридже (штат Массачусетс)	«За вклад в развитие теории механизмов химических реакций»	
	СЕНГЕР Фредерик (Sanger Frederick) (род. 13.VIII.1918)	Великобритания, Королевский институт Кембриджского университета, Медицинский исследовательский совет в Кембридже		
	ФУКУИ Кеничи (Fukui Kenichi) (род. 4.X.1918)	Япония, Университет Киото		

ХОФФМАН Роналд  
(Hoffman Ronald)  
(род. 18.VII.1937)

США, Гарвардский университет в Кембридже (штат Массачусетс), Корнелльский университет в Итаке (штат Нью-Йорк)

1982

КЛУГ Аарон  
(Klug Aaron)  
(род. в 1926)

Великобритания, Лаборатория молекулярной биологии Медицинского исследовательского совета в Кембридже

«За развитие кристаллографической электронной микроскопии и за разъяснение биологически важных нуклеиновых протеиново-кислотных комплексов»

## Литература для советских читателей

### Хронологический указатель

- Лауэ М. История физики. Перев. с нем.—М.: Гостехиздат, 1956.  
Биографический словарь деятелей естествознания и техники.—М.: БСЭ, 1958—1959.  
Выдающиеся физики мира. Рекомендательный указатель.—М., 1958.  
Файнбом И. Б. Эрнест Резерфорд.—М.: Знание, 1959  
Кюри М. Пьер Кюри.—Кюри Е. Мария Кюри. Пер. с франц.—М.: Молодая гвардия, 1959.  
Лэпп Р. Атомы и люди. Пер. с англ.—М.: ИЛ, 1959.  
Ферми Л. Атомы у нас дома. Пер. с англ.—М.: ИЛ, 1958.  
Юнг Р. Ярче тысячи солнц. Пер. с англ.—М.: Атомиздат, 1960.  
Глессстон С. Атом. Атомное ядро. Атомная энергия. Развитие современных представлений об атоме и атомной энергии. Пер. с англ.—М.: ИЛ, 1961.  
Нильс Бор и развитие физики. Сборник, посвященный Нильсу Бору в связи с его семидесятилетием. Под. ред. В. Паули. Пер. с англ.—М.: ИЛ, 1961.  
Корякин И. М. Биография атома.—М.: Атомиздат, 1961.  
Гоудсмит С. Миссия «Алсос». Пер. с англ.—М.: Атомиздат, 1962.  
Буянов А. Ф. Ядра, атомы, молекулы.—М.: Атомиздат, 1962.  
Бикар П. Фредерик Жолио-Кюри и атомная энергия. Пер. с франц.—М.: Атомиздат, 1962.  
Кларк Р. Рождение бомбы. Пер. с англ.—М.: Атомиздат, 1962.  
Старосельская-Никитина О. А. История радиоактивности и возникновения новой физики.—М.: Изд-во АН СССР, 1963.  
Янг Ч. Элементарные частицы. Краткая история некоторых открытий в атомной физике. Пер. с англ.—М.: Атомиздат, 1963.  
Трифонов Д. Н. Если бы не было урана и тория.—М.: Изд-во АН СССР, 1963.  
Коттон Э. Семья Кюри и радиоактивность. Пер. с франц.—М.: Атомиздат, 1964.  
Бобров Л. В. Тени невидимого света. Научный биографический рассказ о В. К. Рентгене.—М.: Атомиздат, 1964.  
Абрамов А. И. Измерение «неизмеримого».—М.: Атомиздат, 1964.  
Юз Д. История нейтрона. Пер. с англ.—М.: Атомиздат, 1964.  
Беккерман И. М. Невидимое оставляет след.—М.: Атомиздат, 1964.  
Гольдшмидт Б. Атомная проблема. Пер. с франц.—М.: Атомиздат, 1964.  
Зелиг К. Альберт Эйнштейн. Пер. с нем.—М.: Атомиздат, 1966.  
Кедров Ф. Эрнест Резерфорд.—М.: Атомиздат, 1965.  
Ляпиль П. Энрико Ферми. Пер. с франц.—М.: Атомиздат, 1965.  
Месси Г. Новая эра в физике. Пер. с англ.—М.: Атомиздат, 1965.  
Рузе М. Роберт Опенгеймер и атомная бомба. Пер. с франц.—М.: Атомиздат, 1965.

Эйнштейн А. Физика и реальность. Пер. с англ.—М.: Наука, 1965.  
 Несис Е. И. Путешествие в глубь атома.—М.: Просвещение, 1965.  
 Зубов В. П. Развитие атомистических представлений до начала XIX века.—М.: Наука, 1965.  
 Вайскопф В. Наука и удивительное. Как человек понимает природу. Пер. с англ.—М.: Наука, 1965.  
 Капустинская К. А. Анри Беккерель.—М.: Атомиздат, 1965.  
 Дуков В. М. Электрон: История открытия и изучения свойств.—М.: Просвещение, 1965.  
 Данин Д. Неизбежность странного мира.—М.: Молодая гвардия, 1966.  
 Лоуренс У. Л. Люди и атомы. Открытие, использование и будущее атомной энергии. Пер. с англ.—М.: Атомиздат, 1966.  
 Шаскольская М. П. Жюлио-Кюри.—М.: Молодая гвардия, 1966.  
 Понтекорво Б. М. Нейтрино.—М.: Знание, 1966.  
 Нильс Бор. Жизнь и творчество. Пер. с дат.—М.: Наука, 1967.  
 Старосельская-Никитина О. А. Эрнест Резерфорд.—М.: Молодая гвардия, 1967.  
 Данин Д. Эрнест Резерфорд.—М.: Молодая гвардия, 1967.  
 Емельянов В. С. Атом и мир.—М.: Атомиздат, 1967.  
 Проценко А. Н. Покорение атома.—М.: Атомиздат, 1967.  
 Андерсон Д. Открытие электрона. Развитие атомных концепций электричества. Пер. с англ.—М.: Атомиздат, 1968.  
 Кюри М. Пьер Кюри.—Ирен и Фредерик Жолио-Кюри о Марии и Пьере Кюри. Пер. с франц.—М.: Наука, 1968.  
 Кузнецов Б. Г. Пути физической мысли.—М.: Наука, 1968.  
 Азимов А. Нейтрино—призрачная частица атома. Пер. с англ.—М.: Атомиздат, 1969.  
 Кедров Б. М. Три аспекта атомистики. В 3-х книгах.—М.: Наука, 1969.  
 Льюис М. История физики. Пер. с итал.—М.: Мир, 1970.  
 Френкель И. Я. На заре новой физики.—Л.: Наука, 1970.  
 Кудрявцев П. С. История физики. В 3-х томах.—М.: Учпедгиз, 1956—1971.  
 Резерфорд Э. О физике XX века. Пер. с англ.—М.: Знание, 1971.  
 Понтекорво Б. Энрико Ферми.—М.: Знание, 1971.  
 Соловьев Ю. И., Петров Л. П. Вильям Рамзай.—М.: Наука, 1971.  
 Пономарев Л. По ту сторону кванта.—М.: Молодая гвардия, 1971.  
 Выдающиеся химики мира. Библиографический указатель.—М.: Книга, 1971.  
 Клайн Б. В поисках. Физики и квантовая теория. Пер. с англ.—М.: Атомиздат, 1971.  
 Кнорре Е. С. Путешествие в мир трансуранов.—М.: Атомиздат, 1971.  
 Кузнецов Б. Г. Эйнштейн.—М.: Наука, 1972.  
 Понтекорво Б., Покровский Б. Энрико Ферми в воспоминаниях учеников и друзей.—М.: Наука, 1972.  
 Готт В. С. Философские вопросы современной физики.—М.: Высшая школа, 1972.  
 Липсон Г. Великие эксперименты в физике. Пер. с англ.—М.: Мир, 1972.  
 Борн М. Моя жизнь и взгляды. Пер. с англ.—М.: Прогресс, 1973.  
 Учение о радиоактивности. История и современность.—М.: Наука, 1973.

Резерфорд — ученый и учитель. К 100-летию со дня рождения. — М.: Наука, 1973.

Сегре Э. Энрико Ферми — физик. Пер. с англ. — М.: Мир, 1973.

Кудрявцев П. С. Курс истории физики. — М.: Просвещение, 1974.

Кляус Е. М., Франкфурт Е. И., Френк А. М. Гендрик Антон Лоренц. — М.: Наука, 1974.

Трифонов Д. Н., Кривомазов А. Н., Лисневский Ю. И. Учение о периодичности и учение о радиоактивности. — М.: Атомиздат, 1974.

Гернек Ф. Пионеры атомного века. Великие исследователи от Максвелла до Гейзенберга. Пер. с нем. — М.: Прогресс, 1974.

Гладков К. А. Атом от А до Я. — М.: Атомиздат, 1974.

Готт В. С. Удивительный, неисчерпаемый, познаваемый мир. — М.: Знание, 1974.

Тригг Дж. Решающие эксперименты в современной физике. Пер. с англ. — М.: Мир, 1974.

Кедров Ф. Цепная реакция идей. — М.: Знание, 1975.

Джуа М. История химии. Пер. с итал. — М.: Мир, 1975.

Тютюнник В. М. — Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева, 1975, № 6, с. 603

Нейтрон: предыстория, открытия, последствия. — М.: Наука, 1975.

Кедров Ф. Ирен и Фредерик Жолио-Кюри. — М.: Атомиздат, 1975.

Франкфурт У. И., Френк А. М. У истоков квантовой теории. — М.: Наука, 1975.

Васильев М. В., Станюкович К. П. В глубины неисчерпаемого. — М.: Атомиздат, 1975.

Крицман В. А. Роберт Бойль, Джон Дальтон, Амедео Авогадро: создатели атомно-молекулярного учения в химии. — М.: Просвещение, 1976.

Вяльцев А. Н., Кривомазов А. Н., Трифонов Д. Н. Правило сдвига и явление изотопии. — М.: Атомиздат, 1976.

Пути в неизвестное. Сб. 1—13. — М.: Советский писатель, 1961—1977.

Кюри Е. Мария Кюри. Пер. с франц. 4-е изд. — М.: Атомиздат, 1977.

Борн М. Размышления и воспоминания физика. Сб. статей. — М.: Наука, 1977.

Кляус Е. М., Франкфурт У. И., Френк А. М. Нильс Бор. 1885—1962. — М.: Наука, 1977.

Кривомазов А. Н. Фредерик Содди. — М.: Наука, 1978.

Тригг Дж. Физика XX века: ключевые эксперименты. Пер. с англ. — М.: Мир, 1978.

Эйнштейн и современная физика. — М.: Знание, 1979.

Гернек Ф. Альберт Эйнштейн. Пер. с нем. — М.: Мир, 1979.

Власов П. Беседы о рентгеновских лучах. — М.: Молодая гвардия, 1979.

Гарднер Дж. Атомы сегодня и завтра. Пер. с англ. — М.: Знание, 1979.

Ахиезер А. И., Рекало М. П. Биография элементарных частиц. — Киев.. Наукова думка, 1979.

Данин Д. Бор. — М.: Молодая гвардия, 1979.

Губарев В. С. В двух шагах от эпицентра. — М.: Советская Россия, 1979.

Содди Ф. История атомной энергии. Пер. с англ. — М.: Атомиздат, 1979.

Мякишев Г. Я. Элементарные частицы. — М.: Наука, 1979.

Ийриш А. И., Морохов И. Д. Хиросима. — М.: Политиздат, 1979.



*Иойриш А. И., Морохов И. Д., Иванов С. К. А-бомба.— М.: Наука, 1980.*

*Хунд Ф. История квантовой теории. Пер. с нем.— Киев.: Наукова думка, 1980.*

*Дмитриев И. С., Семенов С. Г. Квантовая химия—ее прошлое и настоящее. Развитие электронных представлений о природе химической связи.— М.: Атомиздат, 1980.*

*Удивительный мир физики.— М.: Знание, 1980.*

*Бронштейн М. П. Атомы и электроны.— М.: Наука, 1980.*

*Кедров Ф. Эрнест Резерфорд. Рождение ядерной физики.— М.: Знание, 1980.*

*Кляус Е. М., Франкфурт У. И. Макс Планк.— М.: Наука, 1980.*

*Физика микромира. Маленькая энциклопедия.— М.: Советская энциклопедия, 1980.*

*Фейнберг Дж. Из чего сделан мир? Пер. с англ.— М.: Мир, 1981.*

*Биографии великих химиков. Пер. с нем.— М.: Мир, 1981.*

*Вяльцев А. Н. Открытие элементарных частиц.— М.: Наука, 1981.*

*Шалинец А. Б., Фадеев Г. Н. Радиоактивные элементы.— М.: Просвещение, 1981.*

*Френкель В. Я., Явелов Б. Е. Эйнштейн—изобретатель.— М.: Наука, 1981.*

*Данин Д. Вероятностный мир.— М.: Знание, 1981.*

## **СОДЕРЖАНИЕ**

---

**Предисловие редактора перевода**  
**5**

**Предисловие**  
**9**

**Атом — от Кембриджа до Хиросимы**  
**11**

**Творцы атомной науки**  
**149**

**Биографические заметки об иностранных  
ученых-атомщиках, упомянутых в книге**  
**149**

**Лауреаты Нобелевской премии  
по физике (1901 — 1982 гг.)**  
**205**

**Лауреаты Нобелевской премии  
по химии (1901 — 1982 гг.)**  
**225**

**Литература для советских читателей**  
**241**

**Уважаемый читатель!**

**Ваши замечания о содержании книги, ее оформлении, качестве перевода и другие просим присылать по адресу: 129820, Москва, И-110, ГСП, 1-й Рижский пер., д. 2, издательство «Мир».**

Манолов Каляня Рачев  
Тютюнник Вячеслав Михайлович

### БИОГРАФИЯ АТОМА

Научный редактор Н. А. Васина  
Мл. научный редактор И. И. Землячева  
Художник В. Н. Конюхов  
Художественный редактор М. Н. Кузьмина  
Технический редактор Г. Б. Аллолина  
Корректор А. Я. Шехтер

ИБ № 3697

Сдано в набор 02.11.83.  
Подписано к печати 07.03.84.  
Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>.  
Бумага типографская № 1.  
Гарнитура таймс. Печать высокая. Объем 3,88 бум. л. Усл. печ. л. 13,02. Усл. кр.-отт. 13,52. Уч.-изд. л. 15,54. Изд. № 3/2899. Тираж 50 000 экз. Зак. 2338.  
Цена 85 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»  
129820, Москва. И-110, ГСП, 1-й Рижский пер., 2.

Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени  
Первая Образцовая типография имени А. А. Жданова Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и  
книжной торговли. Москва, М-54, Валовая, 28.

Атом... Невидимая, полная загадок мельчайшая частица вещества волновала мыслителей еще в древности. Теперь атом вызывает всеобщий интерес. Люди знают об этой микроскопической и могущественной частице достаточно много. Меньше известно о жизни и деятельности ученых, которые посвятили себя изучению атома, овладению скрытой в нем энергии. Для тех, кто хотел бы приоткрыть занавес к секретам атома, узнать о трудном пути познания истины, и написана эта книга. Все события, ситуации, факты почерпнуты из литературы, написанной самими участниками эпопеи или очевидцами.

