

К. А. КАПУСТИНСКАЯ

# Анри Беккерель

АТОМИЗДАТ · 1965

К. А. КАПУСТИНСКАЯ

# Анри Беккерель



АТОМИЗДАТ  
МОСКВА 1965

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В конце прошлого столетия было открыто явление, которое потрясло научный мир, — явление радиоактивности. Теперь с него снят покров таинственности, и даже школьники знают о его природе куда больше, чем смели догадываться величайшие ученые того времени. Однако радиоактивность заключает в себе еще столько различных загадок, что исследователей ждут многие неожиданности. И если сейчас, почти за семидесятилетнее существование, радиоактивность не исчерпала всех своих возможностей, то можно представить себе, какими заманчивыми перспективами обладала она в самом начале своей жизни!

До 1896 года — а это был год рождения радиоактивности — физика представлялась уже почти лишенной тайн. Казалось бы, в этом убеждали крупные успехи в области механики, оптики, теплоты и электродинамики. Но пытливая человеческая мысль, обратившись к изучению микромира, натолкнулась на множество загадок, решить которые предстояло ученым. И мир был буквально ошеломлен потоком открытий, спешивших заявить о себе. Открытие рентгеновских лучей, радиоактивности, электронов, квантов энергии, распространение законов термодинамики на электромагнитное излучение, наконец, создание теории относительности — вот гениальные ответы ученых на загадки Природы.

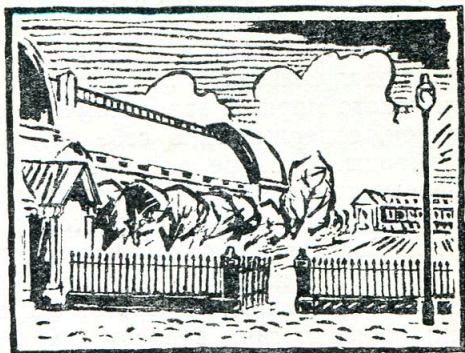
Все это вызвало гигантскую революцию в естествознании вообще и в физике в частности, начавшуюся на рубеже XIX и XX веков. Классическая физика XIX века с ее убежденностью в неделимости атома и по сути дела механистическими взглядами ушла в прошлое, уступив место новым теориям.

На пути радиоактивности есть свои замечательные вехи: это прежде всего открытие самого явления радиоактивности, открытие радия, альфа- и бета-частиц, изотопов; создание теории радиоактивного распада атомов.

За каждым из этих открытий стоят живые, упорно работающие, колеблющиеся между утверждением и сомнением, заблуждающиеся и находящие путь к истине ученые — Анри Беккерель, Мария и Пьер Кюри, Эрнест Резерфорд и многие другие, имена которых человечество всегда будет вспоминать с благодарностью.

Эта книга расскажет об одном из величайших достижений науки — открытии радиоактивности и о человеке, сумевшем найти это новое в «неразгаданном и неведомом океане истины» — замечательном французском физике Анри Беккереле.

## ЖИЗНЬ АНРИ БЕККЕРЕЛЯ



В одном из живописных уголков Парижа, среди зеленых массивов Жардэн де Плантаж потерялся маленький домик Кювье, принадлежащий Национальному музею естественной истории.

Дом этот по праву вошел в историю науки: здесь жил и работал великий французский естествоиспытатель Кювье; здесь прошла жизнь двух поколений знаменитой семьи Беккерелей и началась жизнь третьего, прибавившего «новые лучи к славе этой династии», — 15 декабря 1852 года в семье Беккерелей родился сын Анри. Именно здесь Анри Беккерелю суждено было сделать бессмертное открытие. Через сорок четыре года на фасаде старого дома, чуть пониже бюста Кювье, появилась лаконичная надпись: *«В лаборатории прикладной физики Музея Анри Беккерель открыл радиоактивность 1 марта 1896 г.»*.

Семья Беккерелей была действительно знаменита: четыре ее поколения посвятили себя физике. С этой фамилией связаны многочисленные физические исследования прошлого века.

Родоначальником этой славной династии был дед Антуан Сезар Беккерель — профессор, член Парижской академии наук. За свою девяностолетнюю жизнь Антуан Сезар Беккерель выполнил большое количество ра-

бот в разных областях физики. Он первый из Беккерелей заинтересовался фосфоресценцией, в частности ее зависимостью от электрических разрядов. В дальнейшем у Беккерелей сохранился интерес к фосфоресценции и, образно говоря, передавался по наследству, став своеобразной традицией.

Летом 1835 года в Венеции Антуан Сезар Беккерель наблюдал сказочную по красоте фосфоресценцию Адриатического моря. С этого момента он увлекся этой проблемой, содержащей в себе еще не разгаданную тайну Природы. И он не мог предполагать, конечно, что его первые труды будут началом той «фосфоресцирующей тропы», которая через полстолетия приведет его внука Анри Беккереля к открытию радиоактивности.

Научные интересы Антуана Сезара Беккереля, как и всякого крупного ученого, были весьма разносторонни: минералогия, вопросы пьезоэлектричества, метеорология. Как физик он смог сделать интересные выводы относительно влияния лесоводства на количество осадков.

В 1823 году Антуан Сезар Беккерель работал над термоэлектричеством и определением электродвижущей силы в гальваническом столбе. Будучи сторонником химической теории электричества, он выступил против Вольта и Дэви. Спустя два года он провел опыты по сравнению электропроводности различных металлов и сконструировал первый дифференциальный гальванометр. В 1829 году Антуан Сезар Беккерель определил константу гальванической батареи, по-видимому, на 9 лет опередив в этом отношении Даниеля. Эта константа объясняла зависимость мощности гальванического элемента от величины осадка на пластинах. Антуан Сезар Беккерель указал практические пути устранения подобных осадков.

Это были годы интересных электрохимических исследований ученого. В 1846 году он сконструировал первый серебряный хлоридный элемент; в следующем году он изобрел электромагнитные весы для измерения электрического тока. В 1850 году Антуан Сезар Беккерель работал в области электрометаллургии, изучая месторождения многих металлов и условия, в которых они образовывались; его особенно интересовали месторождения никеля и кобальта. В течение 40 лет он ра-

ботал в области приложения электричества к самым разнообразным разделам естествознания, в том числе и к агрономии.

Антуан Сезар Беккерель работал до самых последних дней жизни. Он умер в январе 1878 года, а всего несколькими месяцами ранее, в возрасте 90 лет, он опубликовал свою последнюю работу по электрокапиллярности.

Не менее плодотворным оказался научный путь его сына Александра Эдмонда Беккереля — отца Анри Беккереля. Александр Эдмонд Беккерель был профессором физики и руководителем Национального музея естественной истории. Уже в возрасте 18 лет он становится ассистентом своего отца и вместе с ним начинает работать в области фосфоресценции. Одновременно он занимается вопросами фотографии — каждому специалисту хорошо известен так называемый эффект Беккереля.

В 1843 году Эдмонд Беккерель делает жидкостный реостат для измерения электропроводности жидкостей. В 1853 году он исследует электропроводность раскаленных газов и измеряет температуру топки фотометрическим способом, доказав, что она оказалась не такой высокой, как предполагалось. Эдмонду Беккерелю принадлежат также многочисленные исследования в области атмосферного электричества и инфракрасных лучей.

Однако всю жизнь ученый оставался верен своему основному интересу — фосфоресценции. В 1857 году он описал приготовление многих фосфоресцирующих веществ и определил предназначенные для возбуждения каждого из них области спектра.

Он проделал опыты по возбуждению фосфоресценции с помощью индукционной катушки и первый создал фосфороскоп — прибор для наблюдения кратковременных процессов свечения. В 1869 году Эдмонд Беккерель опубликовал сводную работу по фосфоресценции, названную «Свет, его причины и действия». В книге обобщается опыт предыдущих исследователей фосфоресценции и приводится много новых мыслей и результатов наблюдений в этой интересной области физики. Недаром труд этот явился настольной книгой Анри Беккереля при работе с фосфоресцирующими веществами.

Эдмонду Беккерелю удалось установить ряд закономерностей: законы затухания фосфоресцирующего излучения со временем, зависимость интенсивности от температуры, независимость спектра фосфоресценции от спектра облучателя. В 1872 году он начал исследовать фосфоресцирующие свойства урана и уже в этих работах ему начал помогать сын Анри.

Эта небольшая летопись научной династии Беккерелей показывает ту преемственность в научных исследованиях семьи, о которой всегда говорил Анри Беккерель. Работы по фосфоресценции проходят через жизнь трех поколений Беккерелей. Вряд ли в истории науки есть еще пример такой последовательности и верности одной проблеме, как это было у Беккерелей.

Большое количество фактов и наблюдений, ценная коллекция фосфоресцирующих минералов, полученных Анри Беккерелем от деда и отца, в значительной степени помогли ученому прийти к вершине его научного творчества — к открытию радиоактивности.

Научное наследие, полученное Анри Беккерелем, сыграло свою роль. Но, быть может, еще большее значение имела та неуловимая атмосфера научного поиска, которая окружала его с раннего детства. Мальчик рос в семье крупных физиков, увлеченность которых исследованиями проявлялась, конечно, во всем и не могла не оказать влияния на формирование интеллекта Анри.

В скромном домике Кювье была настоящая физическая лаборатория. Ее основал его дед, который стремился применить чистую физику к изучению естественных наук. Сюда часто приходил Анри и с восхищением наблюдал за опытами отца — а они ему казались удивительными: фосфоресценция, усиливающаяся от небольшой искры индукционной катушки, таинственный фосфороскоп, с которым в будущем ему пришлось работать... Это было увлекательнее даже книг, которые ему читал дед, ведь здесь он лицом к лицу сталкивался с чудесами непознанного еще мира, одну из тайн которого он разгадал именно в этой маленькой лаборатории спустя тридцать с лишним лет.

Антуан Сезар Беккерель имел неограниченное влияние на внука, в воспитании которого он играл активную роль. Он знал, что Анри не обладает исключи-



тельными способностями, но в нем было нечто, что безошибочно угадывал Антуан Сезар Беккерель и что давало ему возможность говорить о внуке: «Он далеко пойдет». Это были, видимо, и неистребимая жажда знаний, отличавшая Анри с детства, и редкий дар истинного исследователя, сказывающийся порой в мелочах, но обещающий потом из этих драгоценных зерен дать ростки истинного таланта...

Когда мальчик подростом, его определили в лицей Луи Легран. Одним из первых его наставников был молодой талантливый математик Гастон Дарбу. Дарбу отлично помнил тот день, когда Антуан Сезар Беккерель привел к нему скромного мальчика, ставшего в недалеком будущем его коллегой по Академии наук.

Но вот лицей позади, и в 1872 году в возрасте девятнадцати лет Анри Беккерель поступает в Политехническую школу.

В одной группе с Беккерелем учились Анри Деландр, его будущий коллега по секции астрономии Академии наук, Кавиньяк и Антуан Брею, дед и отец которого были членами Академии наук и руководителями журнала «Научное обозрение». Товарищи любил Анри и избрали его «сержантом» или, как бы мы назвали сейчас, старостой курса.

Иногда в Политехническую школу приходил Антуан Сезар Беккерель, что всегда было праздником для Анри и его товарищей — этот жизнерадостный умный старик производил на всех очень яркое впечатление.

Еще будучи студентом, Беккерель принялся за самостоятельные научные исследования.

По окончании Политехнической школы Анри Беккерель поступает в Институт путей сообщения и три года занимается инженерным делом. Быть может, именно здесь он получил те ценные навыки экспериментатора и практика, которые ему так помогли в будущем.

Казалось, счастье улыбается ему во всем: он женится на Люси Жамен, дочери профессора-физика, которую любит давно, еще со времени обучения в лицее Луи Легран. Но этот брак оказался очень недолгим: его жена умерла в возрасте 20 лет, оставив ему сына Жана. Анри Беккерель тяжело переживает этот первый в своей жизни удар. Он больше не может оставаться в доме Жаменов на улице Гей-Люссак, где все напоминает о

его горе, и переезжает снова в квартиру Беккерелей в Музей естественной истории.

Еще в 1875 году Анри Беккерель опубликовал свою первую работу о действии магнитного поля на электрическую искру в «Журналь де физик», которая через 20 лет, во времена беспроволочного телеграфа, получила особое звучание. Эта работа заставила обратить на него внимание. И молодому, двадцатитрехлетнему ученому предоставили должность репетитора в Политехнической школе, где в 1895 году он стал профессором, сменив Потье.

Серия первых работ Анри Беккереля о вращении плоскости поляризации в магнитном поле была помещена в «Сборнике для иностранных ученых». Даже самые первые его труды были выполнены на высоком теоретическом уровне и обнаруживали редкие способности его как экспериментатора.

В 1878 году, после смерти Антуана Сезара Беккереля, Анри Беккерель становится ассистентом в Музее естественной истории и работает под руководством своего отца.

Прошло 10 лет. И вот 15 марта 1888 года Анри Беккерель представил в Сорбонну свою докторскую диссертацию. В ней он развил труды деда и отца и блестяще изложил свои собственные исследования о различиях спектров поглощения в кристаллах. Комиссия Сорбонны, состоящая из профессоров Фриделя, Дебре и Липпмана, с удовлетворением отметила, что это настоящий зрелый ученый. К этому времени в Беккереле уже полностью проявились черты, которые еще в детстве интуитивно угадал в своем внуке Антуан Сесар Беккерель: он стал не столько блестящим профессором, сколько чрезвычайно одаренным искателем, исследователем. Пожалуй, лучше всего Беккереля охарактеризовал его друг и коллега Анри Деландр: «Это был интуитив, Анри превосходно чувствовал явление»\*. Эти свойства и позволили Анри Беккерелю стать чрезвычайно точным экспериментатором.

Вместе со своим отцом Анри начал работать над магнитооптическими явлениями, которыми потом заинте-

---

\* Albert Ranc. Henri Becquerel et la découverte de la radio-activité. Paris, 1946.

ресовался его сын Жан, тоже физик, представитель уже четвертого поколения династии Беккерелей.

Эдмонд Беккерель получал истинное удовольствие от работ с сыном. Их маленькая лаборатория была не так уж хорошо оборудована, но золотые руки экспериментатора, которыми обладал Анри Беккерель, заменяли все. Он помогал отцу ставить очень тонкие и точные опыты.

Исследования Анри Беккереля начинают принимать все более самостоятельный характер. Он намечает программу своих научных работ — здесь и вопросы метеорологии, и явления, вызываемые действием света, и электрические явления.

Научный мир по достоинству оценивает успехи Анри Беккереля:

27 мая 1889 года тридцатилетнего ученого избирают в Академию наук и он занимает должность постоянного секретаря физического отделения, сменив на этом посту знаменитого Марселена Бергло.

В 1892 году Анри Беккерель становится профессором Национального музея естественной истории.

К этому времени относятся и перемены в личной жизни Анри Беккереля: кончается его более чем четырнадцатилетнее вдовство, он женится на мадемуазель Лорье. Супруги Беккерель оставляют старую квартиру в здании Музея и переезжают на бульвар Сен-Жермен. Четырнадцать лет, причем самые лучшие молодые годы, всецело отданы науке. Изменится ли что-нибудь с женитьбой? Нет, он также предан своим исследованиям, более того, ему еще предстоит сделать самое большое в жизни.

Кульминация научного творчества Анри Беккереля — а она наступила в 1896 году — заключалась в замечательном открытии явления радиоактивности.

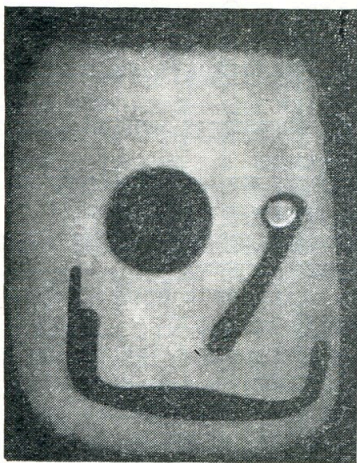
Казалось, еще совсем недавно все лаборатории мира облетело известие о рентгеновских лучах, а уже 2 марта 1896 года члены Парижской академии наук собрались, чтобы узнать о новых «беккерелевых лучах», открытых накануне их коллегой.

Это был новый вид излучения, проходящего через непрозрачные тела и испускаемого лишь урановыми соединениями.

Всю весну 1896 года Беккерель занимался напряженной экспериментальной работой. Он ставит ряд конт-

рольных опытов, подтверждающих открытие нового свойства материи. А свойство это было поистине удивительным. И даже первые опыты показали, что интенсивность нового излучения не ослабевает со временем.

Анри Беккерелю еще предстоит ответить на множество «почему», связанных с его открытием. Но факт остается фактом — науке стал известен новый вид радиации. И Беккерель решается рассказать о нем более широкой аудитории ученых, выступив с докладом в Большом амфитеатре Музея естественной истории 12 мая 1896 года.



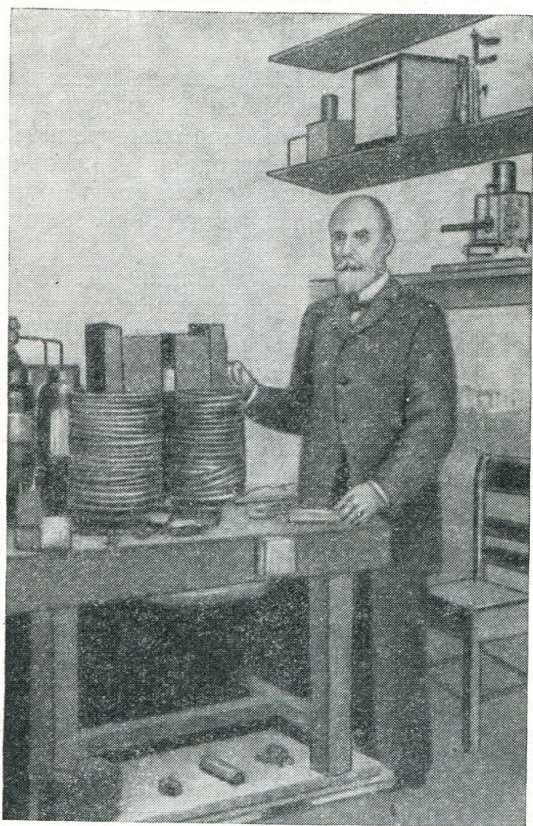
Один из первых снимков с помощью радиоактивного излучения.

В то время не все ученые понимали, какие огромные возможности таила в себе радиоактивность. Но даже то, что было о ней известно, поражало и волновало умы. Не удивительно поэтому, что на Международном физическом конгрессе в 1900 году в Париже, собравшемся, чтобы обсудить состояние физики конца XIX века, вопрос о радиоактивности был в центре внимания. Все с

нетерпением ждали 8 августа, когда в Большом амфитеатре Музея естественной истории должен был выступить Беккерель. Его доклад обещал быть интересным не только потому, что он касался феноменального явления, о котором так много говорили: для ученых разных стран было заманчивым увидеть опыты, демонстрируемые самим Беккерелем.

Вот они, эти первые фотографические отпечатки, полученные при помощи лучей Беккереля и обнаруживающие влияние магнитного поля на излучение урана. Вот электроскоп, который разряжается под действием радиоактивного излучения. И, наконец, светящаяся трубочка с радиоактивным веществом, которую издали демонстрирует перед аудиторией Беккерель.

Следующим был доклад Пьера Кюри «О новых радиоактивных веществах и об испускаемых ими лучах». Это был своего рода отчет о работе супругов Кюри в области радиоактивности. Особенно интересными для ауди-



А. Беккерель в своей лаборатории.

тории были гипотезы Пьера Кюри относительно природы радиоактивности. Пьер Кюри не имеет еще установившегося мнения по этому вопросу. Загадка самопроизвольного излучения еще не решена. И гипотезы Пьера Кюри, которые он не раз обсуждал с Беккерелем, так и остаются гипотезами. И лишь через три года в своей

речи в Стокгольме после получения Нобелевской премии Пьер Кюри высказывается уже более определенно о природе радиоактивности.

Но вот I Международный конгресс физиков позади. И Беккерель снова принимается за свои исследования.

Ярким событием в научной жизни Беккереля явилось посещение его лаборатории Д. И. Менделеевым. Это было весной 1902 года. Д. И. Менделеев чрезвычайно интересовался работами Беккереля и супругов Кюри. Он придавал огромное значение проблеме радиоактивности и особенно обнаруженной благодаря ей превращаемости элементов, которая помогла разгадать тайну строения атома и тем самым объяснить причину периодичности химических элементов.

Еще задолго до поездки в Париж Д. И. Менделеев писал: «Мне лично, как участнику в открытии закона периодичности химических элементов, было бы весьма интересно присутствовать при установке данных для доказательства превращения элементов друг в друга потому, что я тогда мог бы надеяться на то, что причина периодической законности будет открыта и понята». Поэтому Менделеева особенно заинтересовал опыт, продемонстрированный Беккерелем и супругами Кюри, — образование эманации радия (радона). Беккерель и Пьер Кюри в то время еще сами не считали твердо установленным тот факт, что эманация является продуктом превращения радиоактивного элемента. Не удивительно поэтому, что и Менделеев не понял этого опыта и по-своему объяснил эманацию. И лишь после серии новых работ Резерфорда, Содди и Рамзая Менделеев по-иному взглянул на эту проблему. Общение с такими учеными, как Беккерель и Кюри — первооткрывателями радиоактивности, — вызвало много новых мыслей и впечатлений у Менделеева и помогло ему в конечном итоге понять причину периодичности химических элементов.

Наступил 1903 год. Он принес Беккерелю заслуженную славу — в этом году Беккерель совместно с супругами Кюри получил Нобелевскую премию. Мари и Пьер Кюри не смогли в то время приехать в Стокгольм: здоровье их было слишком слабым, чтобы предпринять путешествие в Швецию в зимнее время. Они приехали в Стокгольм только весной. И Анри Беккерелю предстоит одному присутствовать на этой церемонии.

Он отправляется в путь вместе с женой через Берлин и Треллеборг. В Берлине Беккерель встречается со своими немецкими коллегами, беседует с профессором Рубенсом, с которым всегда поддерживал тесную научную связь.

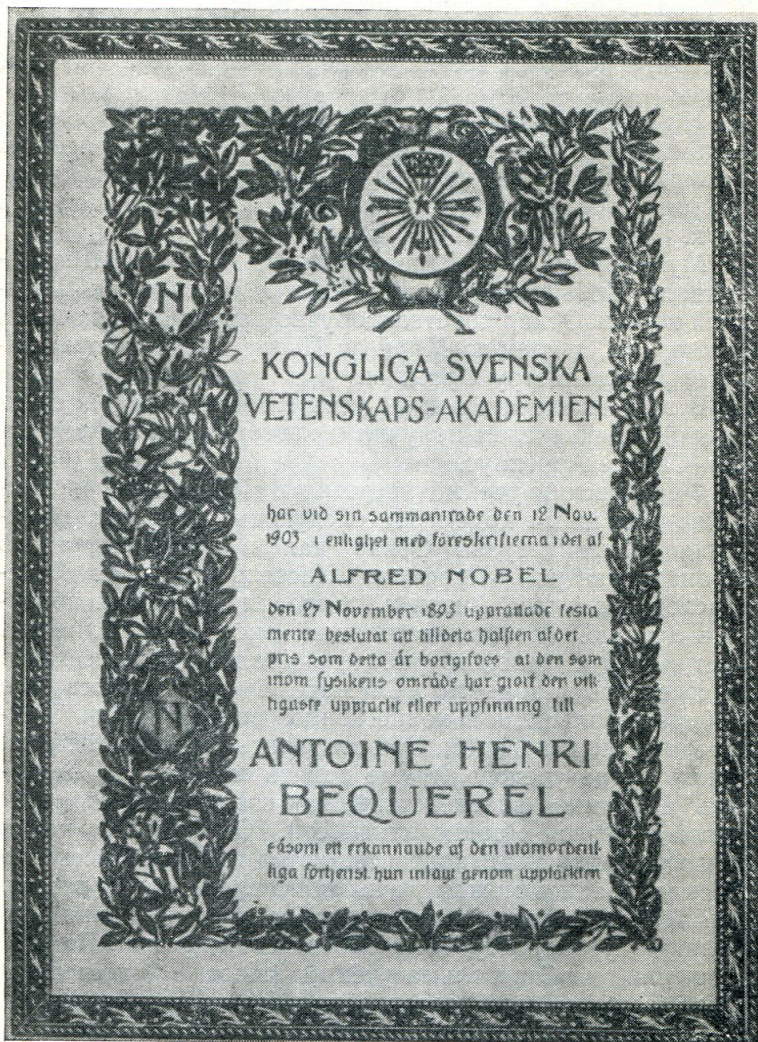
На другой день после приезда Беккерелей в Стокгольм состоялось торжественное вручение Нобелевских премий. Это происходило, как всегда, 10 декабря, в день смерти Нобеля в огромном зале Шведской академии наук.

Музыка, множество цветов около бюста Нобеля создавало необыкновенно праздничную обстановку. Шведский король Оскар собственноручно вручил премию Анри Беккерелю, а премию Мари и Пьеру Кюри их представителю — министру Франции.

В этот знаменательный день Нобелевскую премию вместе с Беккерелем получил и известный шведский химик Сванте Аррениус.

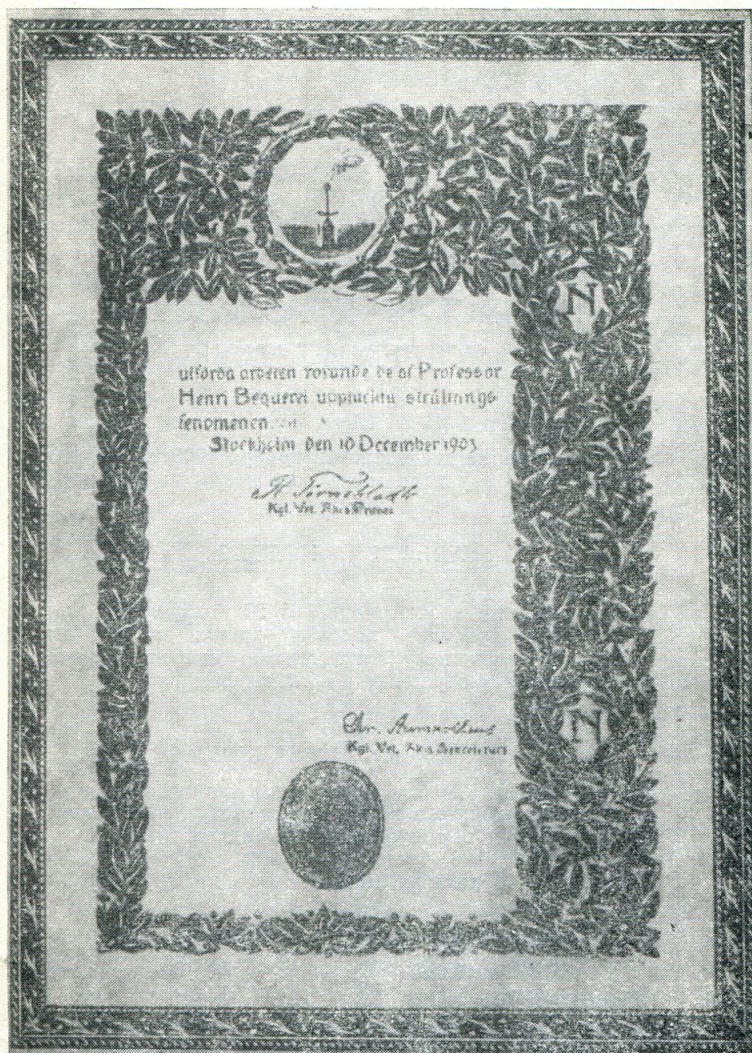
Французский ученый встретил в Стокгольме чрезвычайно радушный прием. На следующий день после вручения премии король Оскар дал в честь лауреатов Франции завтрак. Профессор Хассельберг, член Нобелевского комитета физиков, попросил Беккереля прочитать лекцию. Это был настоящий экспромт. Беккерель выступал у маленького рабочего столика, принесенного из соседнего кабинета. Слушателей становилось все больше и больше, и в конце концов они окружили Беккереля тесным кольцом. Все старались не пропустить ни одного слова ученого, лучше понять его мысли. Беккерель вспоминал впоследствии, как взволновал его этот живой интерес к радиоактивности. Он высоко ценил близость и научные контакты, которые непосредственно устанавливались между учеными во время таких встреч.

Анри Беккерель был первым физиком, привезшим во Францию медаль лауреата Нобелевской премии. По возвращении из Стокгольма ученый снова с увлечением принимается за свои исследования. Имя Анри Беккереля становится популярным. Люди начинают все больше и больше интересоваться радиоактивностью, чему способствует появление в печати множества публикаций на эту тему: оказывается, излучение изменяет процессы прорастания семян, действует на человеческий организм и может быть использовано в борьбе с тяжким недугом.



Диплом, врученный А. Беккерелю в 1903 году





(на шведском языке).

2 Анри Беккерель

ШВЕДСКАЯ КОРОЛЕВСКАЯ  
АКАДЕМИЯ НАУК

в своем заседании 12 ноября 1903 г.,  
согласно воле

АЛЬФРЕДА НОБЕЛЯ,

выраженной им в завещании от 27 ноября 1895 года,  
постановила присудить половину премии за этот год,  
предназначенной тому, кто сделает наиболее важное  
открытие или изобретение в области физики,

АНТУАНУ-АНРИ БЕККЕРЕЛЮ

в знак признания его выдающихся заслуг, выразившихся  
в открытии самопроизвольной радиоактивности.

Стокгольм, 10 декабря 1903 г.

*Р. Тёрнеблад,*  
*Президент Шведской*  
*Корол. Акад. наук*

*Хр. Ауривиллиус,*  
*Секретарь Шведск. Корол.*  
*Акад. наук*

Так, радиоактивность из абстрактного физического понятия, о котором спорили на заседаниях Академии наук, становится более реальной и доступной людям. Она теряет значительную долю своей академичности и выходит за двери Сорбонны в широкий мир. Теперь не только «бессмертные» говорят о ней — ею интересуются самые широкие круги интеллигенции. Даже небольшое объявление о лекции по радиоактивности собирает толпы энтузиастов. Во время лекций Анри Беккереля аудитории были всегда переполнены. Публика тепло встречала этого приветливого, спокойного, сдержанного ученого, входившего в аудиторию легкой юношеской походкой.

Все эти годы Анри Беккерель продолжал работать над проблемой радиоактивности. И если вначале ученый давал не совсем правильную интерпретацию природы радиоактивности, считая ее проявлением своеобразной невидимой фосфоресценции, то теперь его суждения становятся более зрелыми.

И вот 12 мая 1904 года в Большом амфитеатре Национального музея естественной истории состоялась лекция Анри Беккереля, на которой он подводит итог исследований радиоактивности. На ней присутствовали многие видные ученые, президент республики Лубэ, представители шведского посольства.

Перед двухтысячной аудиторией появился глубоко взволнованный Анри Беккерель. Он напомнил слушателям, что восемь лет назад в этот же день и в этом же зале он говорил о своем открытии радиоактивности. При этих словах буря оваций прервала звенящую тишину зала, которой почтительно был встречен известный ученый.

Анри Беккерель рассказал об основных этапах своей работы, о многочисленных экспериментах с урановыми солями и высказал собственные гипотезы о природе радиоактивности.

Когда лекция окончилась, Беккерель, президент Лубэ и сопровождающие его лица отправились в дом Кювье, в старую лабораторию, где была открыта радиоактивность. Здесь все было памятно по воспоминаниям детства. Около дома все тот же пень огромной калифорнийской секвойи, на срезе которого зарубками отмечались знаменательные даты истории Парижа. Но здесь велась летопись и семьи Беккерелей — вот зарубка, сделанная

Анри, когда он поступил в лицей Луи Лергран, а эта — когда вышла в свет его первая научная работа. Беккерель был молчалив. Ему многое вспомнилось здесь. В этой лаборатории он провел годы, полные творческих волнений, поисков, радости первооткрывателя...

Да, об Анри Беккереле заговорили. Это было безграничное признание, завоеванное истинным открытием. И если рентгеновские лучи в самом начале затмевали славу беккерелевых лучей, то теперь открытие радия придало им особое значение. В научных кругах авторитет Анри Беккереля необыкновенно возрос. Его избирают действительным членом Лондонского Королевского общества. Парижская академия наук присуждает Беккерелю все знаки отличия, которыми она располагает. А в 1907 году Академия наук избирает его своим представителем на общем Собрании пяти Академий Франции, которое происходило обычно под куполом Серронны.

На другой день после своего избрания Анри Беккерель выступил на заседании Академии наук с лекцией о развитии человеческих знаний от Фалеса до Лейбница. Он показал историю развития атомистических идей великих мыслителей древности, которые в противоположность современным научным методам не стремились подчинить контролю свои концепции и выводы, сделанные при наблюдении над Вселенной. Ученый отметил экспериментальный характер современной науки.

Анри Беккерель всегда придавал большое значение эксперименту, и его научная деятельность явилась живым свидетельством этого. Так в конце жизни к Анри Беккерелю пришла слава.

Но, несмотря на это, Анри Беккерель, как и подобает истинному ученому, остается скромным человеком, безраздельно отдающим себя науке. Он живет просто и, как и все Беккерели, находит огромное удовлетворение в своих научных исследованиях, результаты которых вознаграждают его за все труды. Ему всего 55 лет, он кажется полным сил и строит новые творческие планы. И лишь близкие знают, что усталость дает о себе знать все чаще и чаще.

29 июня 1908 года состоялось Годичное собрание Академии наук, на котором сорока девятью голосами из пятидесяти одного Анри Беккереля избирают неременным секретарем физического отделения.

Стояло жаркое лето 1908 года. Закончив дела, Беккерель уехал из душного Парижа в Круазик, в устье Луары, где он всегда отдыхал. Беккерель очень любил эти места, когда-то описанные Бальзаком. Его всегда привлекали контрасты Круазика: полуостров, утопающий в фиалках, и грустные болота Бретани. Именно здесь, после короткой болезни, 25 августа 1908 года Анри Беккереля не стало.

Его похоронили 29 августа в церкви Сен Пьер де Шело. Тысячи парижан пришли сюда, чтобы проститься с тем, кто умер бессмертным.

От имени Академии наук выступил Гастон Дарбу, первый воспитатель Беккереля по лицу. Его наставник, коллега и друг. Он говорил об открытии Беккереля, которое «предохранит навсегда от забвения его имя».

Президент Бушар произнес краткую речь, в которой отметил, что Анри Беккереля отличали «знания, приветливость, авторитет и, наконец, большое имя ученого. Он получил от своего отца, своего деда наследство, которое он обогатил своими собственными работами и блеском бессмертного открытия»\*.

На открытом заседании Академии наук, 31 августа, были оглашены многочисленные соболезнующие телеграммы, присланные из Англии, Германии, Италии от отдельных крупных физиков. Было зачитано завещание Анри Беккереля, который передавал Академии наук 100 000 франков для «использования их в целях прогресса науки».

Научная деятельность Беккерелей продолжалась на протяжении почти всего XIX века. Неожиданная смерть Анри Беккереля не прервала существование этой славной династии — дело отца продолжил физик Жан Беккерель, сын, внук и правнук трех академиков. Исследования в этой новой области физики продолжались.

Итак, можно перевернуть первую страницу книги, название которой «Радиоактивность». И хоть не стало «одного из великолепных умов, которые освещали все, за что они брались», дело Анри Беккереля продолжили другие ученые, вписавшие в нее свои победы.

---

\* Trans. Chem. Soc., 101, 2005 (1912).

## АНРИ БЕККЕРЕЛЬ КАК ФИЗИК



Обычно, говоря о каком-нибудь крупном ученом, выделяют одну самую блестящую грань его научного творчества. И это вполне понятно — ведь особенно ценно то, что имеет наибольшую заслугу перед человечеством.

Великий Д. И. Менделеев прославился открытием периодического закона. Рентген — X-лучами, А. Беккерель — открытием радиоактивности. А сколько еще можно привести подобных примеров! Но даже самое значительное, что было создано этими учеными, не исчерпывало до конца их научные интересы. А они, как у всех незаурядных умов, были широки и разносторонни. И биографы большинства крупных ученых в своих солидных трудах подробно разбирают их научное наследие.

В этом отношении Анри Беккерелю не повезло, если так вообще можно выразиться о человеке, вписавшем в историю науки одну из интереснейших страниц. Но большинство авторов, уделяя основное внимание открытию радиоактивности, почти ничего не говорит об остальных работах Беккереля. Так уж повелось, что имя Беккереля связывают только с открытием радиоактивности.

Случается, что на вопрос об Анри Беккереле ваш собеседник нередко отвечает:

«Беккерель? А, это ученый, открывший радиоактивность?» И, вспомнив какие-то обрывки школьных знаний, добавит, быть может: «Он все время занимался фотографическими пластинками...»

И это совсем не значит, что труды Анри Беккереля недооценивают, хотя за этими «занятиями фотографическими пластинками» не все чувствуют величие истинного открытия. Такой ответ вполне возможен — ведь в сущности не так уж много известно о жизни одного из первых классиков атомного века...

А ведь Беккерель занимался не только радиоактивностью. Более 50 его научных трудов посвящены разнообразным вопросам физики. И показать многогранность научной биографии Беккереля, рассказав, пусть кратко и сжато, об этих «нерадиоактивных» интересах ученого, представляется очень нужным и интересным.

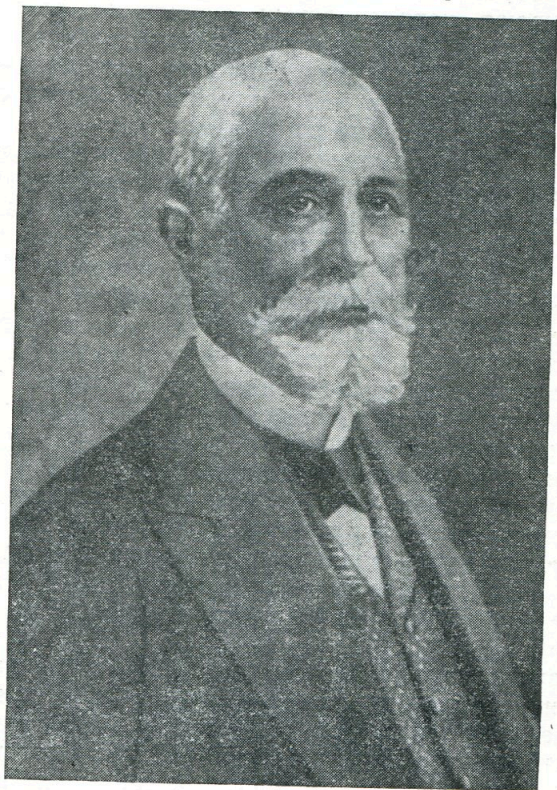
Еще в самом начале научной деятельности Анри Беккерель заинтересовался вопросами магнетизма. В то время научный мир находился под впечатлением блестящих открытий Фарадея, превративших магнетизм из таинственного явления в одну из реальных сил природы, тесно связанную с электричеством, теплотой, светом, химическим действием, кристаллизацией. С особым вниманием Анри Беккерель отнесся к открытому Фарадеем действию магнетизма на свет и пришел к выводу, что область магнитооптики представляет собой обширное поле деятельности, весьма перспективное для новых открытий.

Первые труды Беккереля были посвящены вопросам вращения плоскости поляризации в магнитном поле. И уже его первая статья «О действии магнитного поля на электричество», опубликованная в 1875 году в «Журналь де физик», сразу привлекла к себе внимание ученых. В этой работе Анри Беккерель постарался определить соотношение между вращением плоскости поляризации в магнитном поле и показателем преломления для различных веществ. Он предложил для этой зависимости выражение, относящееся к веществам близкой химической структуры и обладающим магнитными свойствами.

Беккерель показал, что для диамагнетиков это выражение имеет иной вид. Оказалось также, что угол пово-

рота плоскости поляризации изменяется, по-видимому, обратно пропорционально не квадрату длины волны, а четвертой степени; а в случае растворимых веществ с магнитными свойствами эта величина изменяется пропорционально квадрату концентрации.

Известно, что в 1846 году Фарадей сделал очень важное открытие — он наблюдал явление вращения плоско-



Анри Беккерель (1852—1908)

сти поляризации света в магнитном поле в твердых и жидких состояниях вещества. Но проявление этого эффекта в газах было в то время недостаточно изучено. И в 1878—1880 годах Анри Беккерель показал, что газы обладают такой же способностью вращения плоскости поляризации, как жидкости и твердые вещества. Ис-



ключение при этом составляет кислород благодаря своим магнитным свойствам.

Беккереля интересовали и вопросы влияния земного магнетизма на атмосферу, в частности воздействия больших толщ кислорода, находящегося в магнитном поле Земли, на свет. Более того, ученый в предварительном порядке определил интенсивность магнитного поля Земли по его действию на сероуглерод. Эти исследования дали Беккерелю возможность сделать интересные выводы и, исходя из новых представлений о связи электричества, магнетизма и света, предложить новый абсолютный стандарт силы тока. Об этом он сообщил в докладе на Международном конгрессе электриков в Париже, внося свою лепту в прекращение той путаницы, которая существовала до этого в вопросе об электрических единицах. Следует отметить, что в работе Конгресса Анри Беккерель принимал активное участие. В числе других виднейших ученых мира он вошел в состав особой «Комиссии единиц», задачей которой была унификация единиц электричества.

В этот период Анри Беккерель начинает изучать магнитные свойства различных веществ. Он публикует интересные данные по никелю и кобальту, в которых показывает, что покрытое никелем железо проявляет магнитные свойства только после нагревания до красного каления.

Из сравнения магнитных свойств кислорода и озона Беккерель пришел к выводу, что последний обладает более ярко выраженными магнитными свойствами, чем кислород.

Вместе с отцом Анри Беккерель проводит многочисленные опыты по измерению температуры магмы.

Анри Беккерелю принадлежат многочисленные труды в самых разнообразных областях физики — оптики, электричества, магнетизма, фотохимии, метеорологии, электрохимии, фосфоресценции. Однако наиболее значительные работы Анри Беккереля связаны в основном с двумя большими разделами физики — магнитооптикой и фосфоресценцией. Это дает нам возможность разделить его научное творчество на два цикла: более ранний, связанный с исследованиями в области магнитооптики, и более поздний, когда ученый начинает работать только над проблемой фосфоресценции.

Свой цикл магнитооптических работ Анри Беккерель завершает работами, связанными с эффектом Зеемана. Интерес ученого к открытию Зеемана был настолько велик, что он на некоторое время отвлекся от своих работ по радиоактивности. И на этом вопросе следует остановиться подробнее.

Голландский физик П. Зееман в августе 1896 года наблюдал изменение длины волны спектральной линии под влиянием магнитного поля. Более солидное теоретическое обоснование этого явления было дано Г. Лоренцом, предположившим, что спектральные линии испускаются электроном, колеблющимся внутри атома. Открытие Зеемана имело очень большое значение: оно, по сути дела, впервые доказало сложное строение атома и реальное существование электрона.

Известно, что исследованием действия магнитного поля на излучение занимался еще Фарадей. Однако его опыты оказались неудачными, так как он не был вооружен оптической аппаратурой с достаточной разрешающей способностью.

Анри Беккерель повторил опыты Фарадея. Позднее он рассказывал сыну, что мог бы открыть эффект Зеемана еще в 1888 году, но потерпел неудачу, так как имеющиеся в его распоряжении электромагниты и спектроскопы были недостаточно мощными.

Беккерель считал, что эффект Зеемана был прямым проявлением магнитного действия на молекулы, о котором он говорил еще раньше. Однако в 1888 году еще не было теоретического обоснования этого явления, и оно продолжало оставаться неясным и таинственным.

Но вот научный мир узнает об Амстердамском открытии — так иногда называли эффект Зеемана, — и Беккерель, еще находившийся под впечатлением своих экспериментов 1888 года, без колебания прерывает на короткое время работы по радиоактивности и вновь обращается к магнитооптике. Беккерель вспоминает свой разговор с английским физиком Джозефом Лармором, который пытался теоретически обосновать явление, открытое Зееманом. Исходя из предположения, что излучение обусловлено скорее атомами, чем электронами, Лармор решил, однако, что вычисленный Зееманом эффект слишком мал для экспериментального определения. Этот разговор с английским физиком явился своеобразным сти-

мулом для Беккереля: он принимает решение повторить опыты Зеемана. Анри Беккерель в искусном эксперименте с парами натрия наблюдает это явление, а также аномальную дисперсию оптического вращения.

Во время первых опытов Беккереля (1888 год) о существовании электрона еще не было известно, и все наблюдаемые электрические явления сводили к вихревым движениям эфира. На самом деле это, конечно, было движение электрона под действием магнитного поля.

Исходя из теории электромагнитных процессов Г. Лоренца, сторонником которой он являлся, Беккерель, повторяя опыты Зеемана, предположил, что электрически заряженные частицы занимают пространство между эфиром и веществом. Эффект Зеемана приоткрыл завесу над тайной строения атома и помог объяснить многое, что казалось столь таинственным и неясным всего полгода назад, когда была открыта радиоактивность.

Работами в области магнитооптики Беккерель начал свою научную биографию. Большинство первых магнитооптических исследований Беккерель проделал вместе с отцом и в свою очередь подготовил «стартовую площадку» для своего сына Жана. «Старт» был взят удачно, и область магнитооптики продолжает оставаться главным научным интересом Жана Беккереля. Наибольшую известность получают его работы по распространению в магнитных средах поляризованных по кругу лучей.

Жан Беккерель заинтересовался явлениями, возникающими в веществах, помещенных в магнитном поле при температурах жидкого воздуха и жидкого водорода. Совместно с голландским ученым Каммерлинг-Оннесом он исследовал эти явления в различных веществах, в частности в ксенотиме, тизоните и др. Ему удалось доказать, что для каждой полосы поглощения существует максимум интенсивности поглощения. В области низких температур многие полосы обладают определенным минимумом поглощения. Жан Беккерель обнаружил также, что для большей части полос поглощения характерна температура, близкая к температуре жидкого водорода.

Круг физических вопросов, интересующих Жана Беккереля, был достаточно широк. Но здесь мы остановимся на проблеме, которую изучал его отец и которой он придавал большое значение,— это эффект Зеемана.

Жан Беккерель наблюдал аномальную дисперсию паров натрия и изучал эффект Зеемана в плеохроичных кристаллах.

Со времени открытия Зеемана было выполнено большое количество экспериментальных и теоретических исследований. И лаборатория, которой руководил Жан Беккерель — теперь уже профессор физики Национального музея естественной истории, — не была в этом отношении исключением. Жан Беккерель стремился глубже изучить механизм испускания и поглощения света. Он изучал действие магнетизма на поглощение света твердыми телами, кристаллами и минералами при разных температурах, вплоть до температуры отвердевания водорода —  $-259^{\circ}\text{C}$ . Опыты показали, что изменение периода под действием магнитного поля в некоторых полосах происходит в направлении, соответствующем отрицательным электронам, а для некоторых других полос оно совершается в противоположном направлении. В результате этих экспериментов Жан Беккерель пришел к выводу, что величина изменения периода, совершенно не зависящая от температуры до  $-259^{\circ}\text{C}$ , характерна для вибрирующей системы и «все происходит так, как если бы некоторые из этих систем содержали положительные ионы».

10 апреля 1910 года Жан Беккерель выступил с лекцией в Большой аудитории Национального музея естественной истории. Он рассказал о своих работах в области магнитооптики, сделал краткий анализ новых открытий конца XIX — начала XX веков (открытия радиоактивности, работах Рамзая, Содди и Резерфорда) и высказал свои соображения о строении материи. То был переходный период в физике, когда возникали новые представления о строении атома и высказывались мысли о наличии положительного заряда в атоме.

Мы остановились на работах Жана Беккереля не только потому, что они интересны как своеобразный этап в развитии магнитооптики. Труды Жана Беккереля связаны с магнитооптическими работами отца и до некоторой степени являются продолжением и развитием их. Биография этого ученого лишней раз иллюстрирует преемственность в научных традициях семьи Беккерелей.

И действительно, цикл работы по фосфоресценции Анри Беккерель начал с развития идей своего отца в этой области. Он применил открытие, сделанное Эдмон-

дом Беккерелем в 1873 г., о способности инфракрасных лучей гасить определенные виды фосфоресценции, к изучению инфракрасных полос солнечного спектра, атмосферы, а также таких веществ, как вода, редкие земли и пары многих металлов.

Таким образом, метод спектрального анализа был распространен на более широкий диапазон длин волн по сравнению с видимым светом и ультрафиолетом, применявшимся ранее (1883 — 1884 годы). С особым вниманием Анри Беккерель исследовал фосфоресценцию урановых солей. Он изучил их спектр и закономерности расположения полос в этом спектре. Оказалось, что нефосфоресцирующие соли урана имеют полосы поглощения, подчиняющиеся тому же закону. Из этого Анри Беккерель сделал вывод об исключительном молекулярном строении урановых соединений. Он изучил спектры поглощения многих минералов, особенно дидима, и их зависимость от поляризации падающего света. Из всего этого Анри Беккерель заключил, что спектр поглощения молекулы не зависит от ее окружения и может служить для идентификации вещества. Выводы Беккереля относительно спектров поглощения были подтверждены впоследствии открытием празеодима и неодима: в 1885 году австрийский химик Ауэр фон Вельсбах выделил эти два элемента из дидима на основании различия их спектров поглощения.

Анри Беккерель считал, что его метод изучения спектров поглощения дает возможность знакомиться с внутренней структурой кристаллов. В одной из своих лекций Беккерель образно сравнил в этом случае ученого с прохожим, который стоит перед стеклянным домом и наблюдает за расстановкой мебели и передвижением людей в нем.

Через несколько лет, в 1891 году, Анри Беккерель впервые описал спектры фосфоресценции, испускаемой нагретыми минералами. Измерив ее длительность и яркость, можно было определить отдельные компоненты.

Все последующие годы Беккерель работал над проблемами фосфоресценции. Исследования в области фосфоресценции были лейтмотивом всей научной деятельности Анри Беккереля.

Двадцатилетним юношей Анри Беккерель начал помогать отцу в его работах по изучению урановых соеди-

нений. Он прошел у своего отца хорошую физическую школу, так как Эдмонд Беккерель — первоклассный ученый — был первым, кто приложил методы современной физики к фосфоресценции. В еще большей степени эта заслуга должна быть приписана его сыну Анри Беккерелю. И если Анри Беккерель считал, что между флуоресценцией и фосфоресценцией (кратковременным и длительным послесвечением) нет принципиальной разницы, а это было в порядке вещей при том состоянии знаний и экспериментальной техники, то ему принадлежат многие другие наблюдения и обобщения в этой области физики. Среди них достаточно назвать открытие Беккерелем периода разгорания в процессах люминесценции, которые теперь классифицируются как длительная флуоресценция, и установление зависимости между действием магнитного поля на линии кристалла и эффектами Зеемана и Штарка.

Так к Беккерелю пришла настоящая научная зрелость. Казалось, еще совсем недавно он начал с увлечением помогать своему отцу в опытах с урановыми солями. Но между тем молодым одаренным исследователем и этим известным ученым пролегли годы интересных экспериментов, теоретических выводов, обобщений в области фосфоресценции, которые так естественно привели Беккереля впоследствии к его самому значительному и фундаментальному открытию.

Две основные темы были характерны для научного творчества династии Беккерелей — магнитооптика и фосфоресценция. Первой теме положили начало работы Эдмонда Беккереля и были удачно развиты его внуком Жаном. Вторую начал Антуан Сезар Беккерель и блестяще закончил его внук Анри Беккерель.

## ЗВЕЗДНЫЙ ЧАС БЕККЕРЕЛЯ



Вряд ли мы найдем в календаре, что 1 марта 1896 года было совершено одно из крупнейших научных открытий, положившее собой начало новой эры в науке. В этот день была открыта радиоактивность. Да, мир стал другим с тех пор, как французский ученый Анри Беккерель открыл это удивительное свойство урана.

Атом — вечный и неделимый — оказался «смертным», ведь радиоактивность — это превращение элементов. История начала писать новую биографию атома. И открытия, одно удивительнее другого, опровергали старые представления об устройстве окружающего мира. Атом показал, какой исполинской силой он обладает, разрушающей или создающей, в зависимости от целей, которым он служит. Спустя полвека после открытия радиоактивности полыхнуло страшное зарево атомного взрыва в Лос-Аламосе; спустя еще десятилетие в СССР была введена в эксплуатацию первая в мире атомная электростанция; немного позднее со ступеней ленинградской верфи сошел мирный атомный ледокол «Ленин».

Мы не говорили бы сейчас «век атома», «эпоха атома», если бы не 1 марта 1896 года. Вот почему эта дата занимает одно из самых почетных мест на циферблате

звездных часов человечества, подобно другой, не менее значительной: 1 марта 1869 года Д. И. Менделеев открыл периодический закон. Символично, что оба эти величайших открытия были сделаны в первый день весны,— и действительно, они открыли в науке эпоху бурного цветения и развития.

Итак, 1 марта 1896 года французский ученый Анри Беккерель обнаружил любопытный факт: соль, которую химики называют двойным сульфатом уранила и калия, испускала лучи непонятного происхождения. О том, что предшествовало этому событию и что последовало за ним, мы и хотим рассказать в настоящей главе.

### **Был ли первым Анри Беккерель?**

С самого начала хотелось бы подчеркнуть одну мысль: открытие радиоактивности ни в коей мере не обусловлено игрой случайностей.

Начать хотя бы с того, что у Анри Беккереля был своего рода предшественник. Его звали Ньепс де Сен-Виктор. Это был всего-навсего скромный лейтенант парижской муниципальной гвардии и, по-видимому, неплохой естествоиспытатель. Из уст этого человека, за 30 лет до открытия Беккереля, академики Парижской академии наук услышали нечто весьма любопытное. Сен-Виктор не раз выступал перед почтенным форумом «бессмертных» с короткими сообщениями под названием «О новых действиях света». Он давно интересовался проблемой фотографии. Его выступления не вызывали бурных дискуссий; напротив, они проходили незамеченными. На первый взгляд Ньепс де Сен-Виктор работал над малоувлекательной проблемой. Как известно, соли серебра быстро восстанавливаются на свету. Ньепс подвергал различные вещества действию света и пытался выяснить, сохраняют ли они в темноте активность, способную восстанавливать серебро. Во многих случаях ответ получался положительным. Он не столкнулся ни с чем выдающимся, все было в порядке вещей. Но однажды...

Ньепс поместил листок картона, пропитанный раствором уранилнитрата (отметим, что именно при работе с этой солью Беккерель открыл явление радиоактивности), в герметически закрытый футляр, обшитый жестью. Спустя много месяцев Ньепс с удивлением отметил: в



присутствии этой урановой соли серебро восстанавливается так же быстро, как если бы уранилнитрат только что находился на свету!

Ньепс де Сен-Виктор оказался не единственным. Его опыты повторил итальянский химик из Турина, некто Арнодон, и получил такие же результаты. Те же загадочные лучи, которые тридцать лет спустя засветили первую фотопластинку в экспериментах Беккереля, восстанавливали серебряную соль в работах Ньепса.

Ньепс де Сен-Виктор не разгадал загадки уранилнитрата. Он лишь предположил, что испускаемые этой солью лучи имеют химическую природу.

Но нельзя винить ни самого Сен-Виктора, ни его слушателей за то, что истинный смысл открытия не был ими понят. И дело не в том, что он, быть может, не обладал качествами, присущими многим крупным ученым, у которых наблюдательность всегда сочетается со способностью развивать свои наблюдения, проверить опытом, сделать необходимые выводы. Дело в том, что ни одно настоящее открытие не рождается, так сказать, на пустом месте. С одной стороны, его вызывают к жизни уже накопленные ранее идеи и факты в данной области исследования, с другой — должны существовать предпосылки для дальнейшего его развития и обоснования. В этом смысле Беккерель находился в более выигрышном положении, нежели его соотечественник Ньепс. И тот и другой работали с фосфоресцирующими веществами (о фосфоресценции как любопытном физическом явлении мы расскажем далее), но к 1896 году сведения о природе фосфоресценции были полнее, и это, разумеется, позволяло ставить более целенаправленные эксперименты. Если задаться вопросом, каким же именно ученым наука в первую очередь обязана основополагающими исследованиями по фосфоресценции, то на одно из первых мест следует поставить династию Беккерелей, в особенности Эдмонда (отца Анри) и Антуана Сезара Беккереля (деда открывателя радиоактивности). В наследство от отца Анри Беккерелю досталась богатейшая коллекция фосфоресцирующих веществ; не удивительно поэтому, что открыть новые лучи выпало именно на его долю, так как развитие исследований по фосфоресценции — вот первый путь, который привел к обнаружению явления радиоактивности.

У Анри Беккереля было и другое, пожалуй, более важное преимущество перед Сен-Виктором. Конец девяностых годов — это период «лучевой лихорадки», когда очень многие ученые пытались «осчастливить» человечество открытием нового вида лучей. И все это началось с открытия в конце 1895 года профессором физики Вюрцбургского университета Вильгельмом Конрадом Рентгеном рентгеновских или X-лучей, как он их скромно назвал. Это открытие оказалось величайшей сенсацией. Оно явилось стимулом для классических работ Беккереля — таков второй путь, приведший к 1 марта 1896 года. Открытие радиоактивности не было случайностью, оно было подготовлено всем предыдущим ходом развития науки.

Иногда говорят, что вольтов столб, периодический закон Менделеева, благородные газы Рамзая и многие другие открытия науки сделаны учеными мимолетно, «случайно». Однако внимательный анализ всех этих научных открытий приводит нас к противоположному выводу, правильно сформулированному знаменитым Гельмгольцем: «Иногда и счастливый случай может прийти на помощь и раскрыть неизвестное соотношение, но случай вряд ли найдет применение, если тот, кто его встречает, не собрал уже в своей голове достаточно наглядного материала, чтобы убедиться в правильности предчувствованного».

### **Путеводные нити Беккереля**

Итак, два пути — флуоресценция и рентгеновские лучи — неизбежно должны были привести исследователя к открытию радиоактивности. Этим исследователем оказался Анри Беккерель, и толчком к его открытию послужили знаменитые X-лучи.

Известно, что Рентген весьма недоверчиво относился к репортерам. Однако приведем интервью, данное профессором Рентгеном представителю одной из солидных парижских газет, который оказался «счастливчиком» — ему удалось проинтервьюировать немецкого ученого в его лаборатории в Вюрцбурге.

— Какова история Вашего открытия? — спросил журналист Рентгена.

— Оно не имеет истории, — ответил ученый. — В течение долгого времени меня интересовала проблема ка-

тодных лучей, выделяемых в трубках, изготовленных Герцем и Ленардом. Я следил за их исследованиями и работами других ученых-физиков с большим интересом, и у меня появилось решение произвести их самому, когда у меня освободится время. Этот момент наступил в конце октября 1895 года. Я работал совсем немного, прежде чем открыл нечто новое.

— А когда именно?

— 8 ноября.

— И в чем же состояло открытие?

— Я работал в темноте с трубкой Крукса, обернутой черным картоном. На столе лежала бумага, пропитанная платиноцианидом бария. Я заметил, что бумага начала фосфоресцировать. Между тем никакой свет не мог выходить из трубки по той причине, что она была обернута картоном, который ее прикрывал и представлял собой непрозрачный экран для любого известного света, даже для света электрической дуги.

— И что же Вы подумали?

— Я не думал, я искал. Пришлось проделать несколько опытов, и уже через несколько минут сомнения рассеялись. Лучи действительно исходили из трубки и производили люминесцентное действие на бумагу. Я испытывал последовательно все большие и большие расстояния, до двух метров. Должно быть, явление возбуждалось новым видом лучей.

— Является ли это светом?

— Нет. Эти лучи не отражаются и не преломляются.

— Следовательно, это электричество?

— Но только не в известной форме.

— Тогда что же это такое?

— Я этого еще не знаю. Открыв существование нового вида лучей, я решил изучить, каковы могут быть их свойства. Опыты показали, что они обладают проникающей мощностью, степень которой ни с чем не сравнима. Они легко проходили через бумагу, дерево и ткани, причем толщина этих веществ не оказывала заметного влияния до определенного предела. Они проходили через все испытанные в экспериментах металлы с легкостью, которая варьировала, однако, в зависимости от их плот-

ности. Я тщательно обсудил это явление в моем отчете Вюрцбургскому обществу\*.

Отчет Рентгена назывался «Новый вид лучей».

Многие исследователи работали в подобных условиях с катодными трубками, но никто из них не открыл X-лучей. Позднее профессор Смит с досадой вспоминал, что он случайно «пропустил» это открытие. Ведь он не раз наблюдал, что фотопластинки, находящиеся недалеко от действующей трубки Крукса, делаются мутными. Смит приписал это действию обычных химических испарений — озону или окиси азота. Он распорядился держать коробки с фотопластинками в шкафу, хорошо защищенном от влияния паров, осторожность, казалось бы, вполне естественная для экспериментатора. Ученый не стал ломать себе голову над сущностью этого явления, усмотрев в нем лишь помеху его основным исследованиям.

Ленард так и не смог простить Рентгену его открытия, которое мог совершить он, Ленард, — знаток катодных трубок. Рентген сумел заметить этот интересный феномен, обладая большей наблюдательностью в сочетании с тщательностью экспериментатора — чертами, которые позднее помогли Беккерелю сделать свое открытие, мимо которого, так же как и в случае X-лучей, прошли другие ученые.

Итак, Рентген нашел, что X-лучи возникают именно в той части трубки Крукса, где катодные лучи ударяются о стеклянную стенку. Но ведь как раз в этом месте трубки и наблюдается наиболее сильная фосфоресценция! Над этим явлением задумался известный французский математик Анри Пуанкаре. Если рентгеновские лучи вызывают фосфоресценцию, то не может ли сама фосфоресценция сопровождаться выделением этих невидимых лучей? Проверить мысль Пуанкаре экспериментально взялись многие физики — члены Парижской академии наук. И, действительно, если бы его мысль подтвердилась, то источником рентгеновских лучей могла бы быть не только трубка Крукса. Известно, что фосфоресценция, т. е. холодное свечение, может быть вызвана самыми разнообразными причинами.

---

\* Albert Ranc. Henri Becquerel et la découverte de la radioactivité. Paris, 1946.

А теперь предоставим французским ученым спокойно заниматься своими опытами для подтверждения гипотезы Пуанкаре; позднее мы увидим, что из этого вышло, а сами тем временем совершим небольшой экскурс в одну из интереснейших областей физики, занимающуюся изучением явления фосфоресценции или люминесценции, как, может быть, правильнее сказать с точки зрения современной физики. Но мы не будем вдаваться во все тонкости этого вопроса и воспользуемся терминологией времен Беккереля, когда это явление называлось фосфоресценцией.

Человек уже очень давно сталкивался с холодным свечением: фосфоресцировало море, разливалось радужной северное сияние, в ночных лесах мерцали светлячки, холодным светом тлели гнилушки. И человеку, не вооруженному знаниями, это казалось таинственным, чуть ли не колдовским. Да и не мудрено. Ведь с тех пор как человек впервые добыл огонь, в его сознании укрепилась мысль, что свет всегда сопровождается выделением тепла. А здесь люди впервые столкнулись с так называемым холодным светом. В те времена люди, конечно, не могли понять, что термин «теплый свет» так же условен и неправилен, как и «холодный свет», ибо с физической точки зрения теплота и свет — совершенно разные явления.

О природе фосфоресценции задумывался еще Ломоносов. Он писал: «Надо подумать о безвредном свете гниющих деревьев и светящихся червей. Затем надо написать, что свет и теплота не всегда взаимно связаны и потому различествуют».

Только в XVII веке ученые приступили к разгадке тайны фосфоресценции. Одним из первых среди этих ученых был Галилео Галилей. Его внимание привлек знаменитый «болонский камень», представляющий собой образец естественного кристаллофосфора. Галилей называл свечение «болонского камня» «одним из величайших чудес природы». Теперь мы знаем, что «болонский камень» представляет собой сернистый барий, активированный, по-видимому, каким-то тяжелым металлом.

Прошло немало времени, пока накопленные веками факты по фосфоресценции получили правильное научное объяснение и ученые смогли ответить на множество «почему».

В самом деле, почему светится гниющая рыба, о чем писал еще Аристотель? Теперь известно, что это так называемая хемилюминесценция, т. е. свечение, сопровождающее химический процесс. В данном случае люминесцируют сложные органические молекулы, а энергия возбуждения возникает в результате реакции окисления. Этот же тип люминесценции наблюдается обычно при гниении мяса, древесных гнилушек, свечении насекомых. Эти простейшие одноклеточные организмы, известные под названием ночесветок, встречаются в огромных количествах в Черном и Средиземном морях, вызывая изумительную по красоте морскую фосфоресценцию. Все эти насекомые являются носителями особых фосфоресцирующих веществ, которые, окисляясь, вызывают свечение. Фосфоресценцию может вызвать сам свет: под его действием начинают светиться многие кристаллы и стекла. С течением времени люди узнавали и другие способы, с помощью которых можно было вызвать свечение тех или иных веществ. Фосфоресценция, оказывается, возникает и от простого механического удара. Попробуйте ударить молотком по кристаллам азотнокислой соли урана — во все стороны «брызнут» красивые зеленоватые искры, причем температура самой урановой соли почти не изменится. Подобное свечение — характерный пример фосфоресценции. И вот что интересно: зеленоватые «брызги» продолжают еще какие-то доли секунды светиться в полете. Свечение наблюдается даже после того, как прекратила действие причина, вызывающая его. Это одно из основных свойств фосфоресценции. Ученые обнаружили, что фосфоресценцию может вызвать и электрический ток. Теперь становится понятной загадка полярных сияний и грозových зарниц. Ведь это типичный пример электролюминесценции в природе, возникающей в результате прохождения через разреженные газы верхних слоев атмосферы отрицательно заряженного электричества.

Химические процессы, механический удар, действие света и электричества — вот причины, вызывающие фосфоресценцию. Это явление может возникать только в результате поглощения определенной первичной энергии, энергии возбуждения, что находится в полном согласии с законом сохранения энергии. И вот эта поглощаемая энергия возбуждения не вся переходит в тепловое распределение. Возбужденные молекулы, способные к фос-

флуоресценции, аккумуляруют в себе эту энергию и изолируют ее от теплового распределения.

Подобное свойство зависит от строения частиц флуоресцирующего вещества. Однако до сих пор наука не может дать вполне определенный ответ на вопрос, от каких особенностей строения зависит способность веществ флуоресцировать.

Итак, кратко можно было бы определить флуоресценцию как избыток света над тепловым излучением тела, избыток, обладающий так называемой конечной длительностью послесвечения.

Длительность флуоресценции — свойство, отличающее ее от других видов свечения. Она может варьировать для разных веществ от долей секунды до многих часов. Наибольшей длительностью послесвечения обладают особые неорганические соединения — кристаллофосфоры. Природные кристаллофосфоры были известны почти четыре столетия назад, искусственные же научились готовить сравнительно недавно. Повышенное послесвечение кристаллофосфоров, а у некоторых из них оно превышает 10—12 часов, делает их особенно ценными в практическом отношении. Это свойство объясняется особенностью строения кристаллофосфоров. Известно, что атомы кристалла образуют определенную кристаллическую решетку. Если нарушить правильность ее строения, изменятся свойства вещества. Ученые научились, прокаливая вещество при высокой температуре или выдерживая его в парах данного вещества, вводить в кристаллическую решетку атомы других веществ. Сейчас хорошо известны кристаллы сернистого цинка, в кристаллическую решетку которых при длительном прокаливании вводятся атомы меди, серебра и др.

Кроме длительности послесвечения можно назвать еще одно очень интересное свойство флуоресценции: цвет флуоресцирующего вещества всегда смещен в красную сторону спектра по сравнению с цветом возбуждающим. Для иллюстрации этого свойства можно описать следующий опыт. Известно, что даже чистая серная кислота всегда содержит небольшие органические примеси из воздуха, которые начинают флуоресцировать при возбуждении их светом. А для этого можно воспользоваться светом ртутной лампы, пропуская его через разные стекла. Если возбуждать флуоресценцию

через черное стекло, которое пропускает только ультрафиолетовые лучи, то возникает голубое свечение; через синее стекло свечение делается зеленым. И, наконец, заменим синее стекло зеленым: фосфоресценция принимает коричневатый оттенок.

Итак, по мере перемещения цвета возбуждения в красную часть спектра в ту же сторону сдвигается и цвет фосфоресцирующего вещества. Собственно, в этом и заключается основной закон фосфоресценции, известный под названием закона Стокса.

Фосфоресценция — поистине замечательное свойство, имеющее большие перспективы.

В свое время электрическая лампочка накаливания совершила настоящую революцию в технике. Но это достижение имело очень крупный недостаток: в обычной стоваттной электрической лампе только 3,5 ватта энергии превращались в свет, а 96,5 ватта (!) обращались в тепло. Да, это было дорогое удовольствие в полном смысле этого слова. Зато в «холодных» источниках света большая часть поглощенной веществами энергии возбуждения, будь то быстрые электроны или ультрафиолетовые лучи, не поступает в тепловое распределение, а излучается прямо в виде света. Можно без преувеличения сказать, что «холодные» лампы — это завтрашний день светотехники. Ведь фосфоресценция — это в конечном итоге телевидение и радиолокация, это рекламные и электрические разрядные лампы высокого напряжения, это живопись светящимися красками.

Так была разгадана тайна светлячков и гнилушек, всего этого бесхитростного материала природы, свойство которого — фосфоресценцию — современные ученые подчинили решению крупнейших технических задач.

Как часто и как много думал Анри Беккерель над проблемой, изучением которой занимался еще его дед! Вечерами, в сумраке своего кабинета, он сидел за бюро, за которым работал его отец, Эдмонд Беккерель. Анри внимательно изучал многолетний труд своего отца «Свет, его причины, его действия». Ведь в этой книге заключена вся история явления, известного еще с глубокой древности: здесь и средневековые фосфоры Бодуэна, Кюнжеля, Бессариа, Кантона; опыты Кистерне Люфей 1780 года, опыты Дезея и других. И, наконец, 1835 год, когда его дед изучает фосфоресценцию моря в Венеции.



Но время идет, и изучение фосфоресценции делается более научным и последовательным. Эдмонд Беккерель вместе со своим отцом и Био начинают изучать действие электрического разряда на фосфоресценцию. И, наконец, большое значение в последующей разработке проблемы фосфоресценции имел 1872 год. Ведь именно в этом году было начато изучение фосфоресценции урановых соединений, а в 1885 году Анри продолжил эти исследования.

Такова краткая летопись этой «фосфоресцирующей династии».

Теперь мы уже знаем, что фосфоресценция урановых солей совершенно не связана с их радиоактивными свойствами, более того, это свойство присуще далеко не всем урановым солям, а только ураниловым соединениям. Многие подумают, что Беккерель гораздо раньше мог бы открыть явление радиоактивности, — ведь для этого достаточно было ему пробыть со своей коллекцией ураниловых солей в полной темноте каких-нибудь 20—30 минут. Быть может, он бы понял тогда, что причина свечения урановых солей заключается в медленном распаде его атомов... Но Беккерелю суждено было открыть радиоактивность другим путем.

Итак, наше путешествие в область фосфоресценции уже заканчивается. Теперь пора вернуться в Париж, на заседания Парижской академии наук, где в то время разворачиваются оживленные дискуссии по поводу многочисленных опытов, проверяющих гипотезу Пуанкаре...

### **Пока еще только гипотезы...**

10 февраля 1896 года ученые заслушали сообщение Шарля Анри об его опытах с сернистым цинком; немногим позже эти опыты повторил французский ученый Нивенгловский, но уже с солями сернистого кальция. Методика у обоих была в общем одинаковая. Ученые брали фотографическую пластинку, завертывали ее в черную непрозрачную бумагу, а сверху клали кусочек исследуемого вещества. Все это выставлялось на солнечный свет, под действием которого вещества начинали фосфоресцировать. И в этом, и в другом случаях на пластинках после проявления обозначились темные пятна, повторяющие контуры фосфоресцирующих веществ. По-

добные опыты проделал и член Парижской академии наук Трост. На заседаниях Академии наук он говорил коллегам: «Выбросьте свои хрупкие стеклянные трубки Крукса. Невидимые X-лучи можно получить всюду, где есть фосфоресцирующие вещества».

Ученые собрания Парижской академии наук уже устали заслушивать сообщения о простых способах получения X-лучей. Сенсация переставала быть сенсацией.

Казалось бы, мысль Пункаре нашла быстрое и простое подтверждение. Ведь даже дерево при гниении излучает холодный свет, светятся особые микроорганизмы и насекомые. Так неужели даже эти слабые источники фосфоресценции, хотя бы в ничтожной степени, выделяют эти чудесные рентгеновские лучи, которые решительным образом изменяют все наши привычные понятия о прозрачности и непрозрачности, видимом и невидимом?

Конечно, с точки зрения современной науки такие предположения кажутся довольно нелепыми, но тогда... тогда над этим ученые могли призадуматься. Среди всех этих ученых, по своему увлеченных и знающих людей, только один не переставал серьезно размышлять над проблемой X-лучей и фосфоресценцией. Это был Анри Беккерель. Он хорошо помнил свой знаменательный разговор с Анри Пункаре 20 января в Академии наук. В тот день Пуанкаре демонстрировал первые рентгенограммы. Ученых уже давно связывали узы дружбы. И до этого они не раз беседовали на научные темы. Но этот разговор был особенным — он пробудил в Беккереле интересные мысли.

В своей беседе с Беккерелем Пуанкаре высказал идею, что источником X-лучей были светящиеся пятна на стенке стеклянной трубки, которая принимала на себя удар катодных лучей. А если рентгеновские лучи сопровождаются фосфоресценцией, то не может ли последняя сопровождаться испусканием X-лучей?

Эта идея взволновала Беккереля. «Действительно, — подумал он, — ведь новое излучение может быть вызвано вибрирующим движением частиц, которое дает начало фосфоресценции, и тогда...» Казалось, он боялся закончить свою мысль. Да, это была всего лишь гипотеза, которую надо было проверить экспериментально.

И Беккерель начал серию экспериментов. Он уже знал о результатах Шарля Анри и Нивенгловского. Осо-

бенно замечательным ему показался один из опытов Нивенгловского: покрытый порошком сульфида кальция экран подвергали действию света, и он начинал фосфоресцировать. Этого излучения было вполне достаточно, чтобы отпечатать фотографические пластинки через картон и черную бумажку.

Беккерель начал с того, что повторил опыты Шарля Анри и Нивенгловского и получил те же результаты. Неужели действительно существовала зависимость между X-лучами и фосфоресценцией?

Два научных направления, два пути исканий, которые в итоге привели к открытию новых лучей, начали сближаться. Где-то они должны были пересечься. Этот перекресток искали многие ученые, но никто из них не догадывался, насколько удивительным он окажется. Никому не могло прийти в голову, что от него потянутся в разные стороны новые пути человеческих познаний, прекрасные и заманчивые.

Близость большого открытия волнует Анри Беккереля. И не считаясь со временем, сорокачетырехлетний член Парижской академии наук ищет связь между двумя явлениями — фосфоресценцией и испусканием X-лучей. Так загорается первый маяк, так появляется первая логическая веха на пути открытия радиоактивности. Правда, ученого немного смущает, что силуэты фосфоресцирующих веществ на фотографической пластинке получались размытыми и неясными. Ему хочется получить более безоговорочное подтверждение гипотезы Пуанкаре.

Тот день, когда Беккерель впервые взял в руки еще влажные негативы с отпечатками фосфоресцирующих веществ, казался бесконечно долгим. Ученый просидел в лаборатории до позднего вечера. Он принимает решение провести эксперименты с солями урана, т. е. с наиболее сильно фосфоресцирующими веществами.

Почему выбор Беккереля пал именно на соли урана? Спустя семь лет в своей речи, произнесенной в Стокгольме 11 декабря 1903 года, Анри Беккерель сказал: «Среди фосфоресцирующих тел для исследования особенно подходили соли урана вследствие необычного строения, которое, по-видимому, обнаруживается гармоническим рядом полос, образующим их спектры поглощения и фосфоресценции».

О том, что некоторые соли урана превосходно фосфоресцируют, знал еще Эдмонд Беккерель. Вот все они — редкая коллекция минералов, гордость его отца — стоят в заветном шкафу. И здесь, в этой маленькой лаборатории, свидетельнице еще нехитрых по своей методике опытов деда, а затем и отца Анри, лаборатории, спокойная и строгая обстановка которой вдохновляла уже третье поколение ученых, именно здесь было суждено начаться целой серии экспериментов с урановыми соединениями. Нетерпение Анри Беккереля так велико, что он хотел бы сразу приступить к опытам. Он подошел к шкафу и достал флакон с мельчайшими кристаллами, образующими прозрачную корку, — это двойной сульфат уранила и калия. Увы, этого вещества оказалось неожиданно мало для постановки серии опытов! Беккерель вспоминает, что большую часть этой соли урана он дал для экспериментов своему другу Липпману. Остается одно — ждать следующего дня.

...Февраль 1896 года радовал парижан яркими солнечными днями. Таким был и тот день, когда Беккерель с нетерпением ждал прихода посылного из Сорбонны от Липпмана. Но кристаллы принесли только после полудня — и еще один день прошел в томительном ожидании: ведь только яркое солнце могло заставить вещества сильнее фосфоресцировать.

Было еще совсем раннее утро, когда Беккерель пришел в свою лабораторию. Погода благоприятствовала эксперименту. В темном кабинете Беккерель обернул фотопластинку Люмьера, покрытую бромжелатиновой эмульсией, двойным слоем черной бумаги, и выставил этот небольшой диапозитив на окно на целый день. Вечером, проявив пластинку, Беккерель обнаружил, что она совсем не потускнела. Следовательно, черная бумага надежно предохраняла светочувствительный слой пластинки. На другой день утром Беккерель повторил то же самое с той лишь разницей, что поверх обернутой в черную бумагу фотопластинки он поместил вырезанную из металла узорчатую фигуру, которую покрыл слоем урановой соли. Этот диапозитив он также выставил на яркий солнечный свет, а сам уехал завтракать.

Вернулся в Музей он через четыре часа, и все это время урановая соль подвергалась действию света — срок вполне достаточный, чтобы заставить вещество

сильно фосфоресцировать. Беккерель проявил пластинку и увидел на ней отчетливый силуэт фигуры, на которой располагались кристаллы двойного сульфата уранила и калия. Да, эта пластинка не шла ни в какое сравнение с бледными, тусклыми отпечатками, полученными в опытах с сернистым цинком и кальцием.

Беккерель много раз повторял этот эксперимент — результат был тот же. И вот 24 февраля 1896 года на заседании Академии наук Беккерель объявил, что у такого фосфоресцирующего вещества, как двойной сульфат уранила и калия, выставленного на свет, наблюдается невидимое излучение, подобно рентгеновскому, проходящее через черную непрозрачную бумагу и восстанавливающее соли серебра. Если повторные опыты приведут к таким же результатам, то справедливой окажется гипотеза Пуанкаре: фосфоресценция действительно сопровождается испусканием рентгеновских лучей. И тогда перед учеными встанет задача объяснить, почему это происходит именно так. Еще не ясна причина фосфоресценции, как и природа всепроникающих X-лучей, чего не берется пока объяснить даже Вильгельм Конрад Рентген. Быть может, если взглянуть на эти явления в их взаимной связи, то картина прояснится?

В последующие дни Беккерель усовершенствовал методы работы, сконструировав особые экраны в виде непрозрачных рам, обтянутых черным полотном. В каждую раму могла помещаться фотографическая пластинка. Сбоку рамы закрывались пластиной алюминия. И вот настала среда 26 февраля, когда Беккерель возобновил свои опыты. Однако и в среду, и в четверг, 27 февраля, погода была пасмурной. Не было солнца, а без него вещества не фосфоресцировали; опыты пришлось отложить. Досадуя на непогоду, Беккерель спрятал уже приготовленные, но так и не подвергшиеся освещению диапозитивы в ящик своего стола. Они пролежали там в полной темноте еще два дня, таких же пасмурных и ненастных, как и предыдущие. Кончился февраль 1896 года, а Беккерелю все никак не удавалось продолжить свои опыты. В ночь на 1 марта ветер разогнал плотные тучи, что окутывали парижское небо в течение нескольких томительных дней. Наступил рассвет, и медленно встало солнце. Сегодня оно будет радовать парижан не только своим уже по-весеннему ярким блеском; его лу-

чи сверкнут для того, чтобы зажечь свет еще более ослепительный, они помогут сделать открытие, которое в своем зародыше хранит объяснение многих мировых загадок.

### **Атом оказался смертным**

1 марта 1896 года из ящика стола Беккерель извлек диапозитивы, цена им всего несколько франков. Но Анри Беккерель не знает еще, что через несколько часов эти заурядные фотографические пластинки окажутся бесценным сокровищем. Маятник часов мерно отстукивает минуты, последние минуты старого мира. Сейчас наступит эра превращения элементов. Атом — единый и неделимый — сейчас окончит свое существование и окажется смертным.

Но в своем порыве научных исканий Беккерель остается достаточно бесстрастным, ибо ему неизвестно величие того, что ему предстоит сегодня открыть; Анри Беккерель остается верным самому себе — педантичным и хладнокровным экспериментатором. Простая логика подсказывает: несколько дней пластинки пролежали в темном ящике, что с ними могло случиться? Ведь еще ни одно вещество не фосфоресцировало без света... Выставить пластинки на солнечный свет, через несколько часов проявить их и (а Беккерель уверен в успехе) послать Анри Пуанкаре короткую записку, что его гипотеза подтвердилась... Но, будучи тщательным экспериментатором, Беккерель, прежде чем выставлять на солнечный свет эти диапозитивы, решил проявить их: ведь фотографические пластинки в течение многих дней пребывали в контакте с соединениями урана, а это могло нарушить единство условий опыта в первом и во втором случаях. Ученый говорил позднее: «Я сделал новый опыт, который я все равно провел бы рано или поздно, когда я систематически изучил бы формы действия и их продолжительность для фосфоресцирующих веществ через непрозрачные тела на фотографическую пластинку»\*.

Итак, прежде чем продолжать опыты, Беккерель вернулся в свою темную комнату при лаборатории и проявил фотографические пластинки.

---

\* Trans. Chem. Soc., 101, 2033 (1912).

Но разве не случайность, что Беккерель решил проявить свои диапозитивы прежде, чем выставить их на солнечный свет? Ведь не мог же он предугадать результат своего решения! Безусловно, есть здесь момент случайности, но именно тот момент, без которого не делается ни одно мало-мальски стоящее научное открытие. Не 1 марта и не Анри Беккерель, а кто-нибудь другой мог бы проделать то же самое.

Беккерель проявил свои фотопластинки. То, что он увидел, поразило его: черные силуэты образцов резко и четко обозначились на фотопластинках! Какое-то излучение, аналогичное лучам Рентгена, проходящее через непрозрачную черную бумагу, вызывало засвечивание фотопластинки!

На всю жизнь запомнил Беккерель это утро 1 марта 1896 года.

Было 11 часов утра. Над Парижем стоял обычный воскресный звон колоколов церковной службы. Но никто: ни идущие мимо Музея естественной истории прохожие, ни играющие поблизости в Жардэн де Плант дети — не предполагал, конечно, что за стенами старого дома в этот миг рождалось новое открытие.

Весь день 1 марта Беккерель проводит в лаборатории. Ученый спешит подтвердить свою догадку и проделывает следующий опыт: в коробку из непрозрачного картона он поместил две фотографические пластины, на светочувствительных сторонах которых расположил образцы ураниловой соли. В одном случае светочувствительный слой пластинки был отделен от соли урана стеклом, в другом случае — алюминием. Все это оставалось в полной темноте около пяти часов. После проявления на фотографической пластинке отчетливо обозначились черные силуэты образцов. Следовательно, проникающая способность этого «нечто» очень напоминает рентгеновские лучи.

Результаты этого опыта еще раз подтвердили предположение ученого о том, что это явление вызывается каким-то невидимым излучением, проходящим через непрозрачные тела. Но каким? На этот вопрос ученый еще не мог ясно ответить. Было очевидно одно: если эти лучи испускают соли уранила даже в темноте, без всякого солнечного света, то, конечно, никакой связи между явлением фосфоресценции и рентгеновским излучением нет. На-

ука встретила еще с одним видом излучений, о чем Анри Беккерель и сообщил 2 марта 1896 года на заседании Парижской академии наук. Пока это только констатация факта; пока Беккерель с очень большой осторожностью заявляет об открытии новых лучей; никто еще не произносит слова «радиоактивность», так как открытие Беккереля нуждается в подтверждении, в тщательном и всестороннем изучении.

«Но не рано ли ниспровергать гипотезу Пуанкаре? — задавали Беккерелю вопрос члены Парижской академии наук. — Ведь такие серьезные исследователи, как Шарль Анри, Нивенгловский, проводили опыты с сернистым цинком и кальцием. Эти вещества превосходно фосфоресцировали и засвечивали фотопластинки. И в первых опытах самого Анри Беккереля такой же эффект дала двойная соль уранила и калия».

Это были достаточно серьезные возражения. И Беккерель снова и снова повторяет опыты Шарля Анри и Нивенгловского. Тщетно. Результаты оказываются невозпроизводимыми. Сернистый цинк и сернистый кальций преспокойно фосфоресцируют — и только. Никакого засвечивания фотопластинок не обнаруживается. Беккерель подвергал эти вещества длительному действию света, освещал их ярчайшими вспышками магния. Но силуэты образцов так и не отпечатались на фотопластинках.

Позднее Беккерель писал, что причина мгновенного появления и исчезновения активности сульфидов цинка и кальция в опытах Шарля Анри и Нивенгловского остается ему неизвестной. Быть может, эти исследователи применяли недоброкачественные фотоматериалы; быть может, сернистые соединения цинка и кальция под действием солнечного света разлагались, выделяя сернистые газы, эти газы проникали через поры черной бумаги и вступали в реакцию со светочувствительной эмульсией, засвечивая фотопластинку в тех местах, где располагались образцы фосфоресцирующих соединений. Все могло быть, но в своих опытах, в тщательности их проведения Беккерель был уверен.

Да, гипотеза Пуанкаре не подтвердилась! Лишь двойная соль уранила и калия засвечивала фотопластинку независимо от того, фосфоресцировала она или нет. Соль эта оказывалась последней соломинкой для тонущей гипотезы Пуанкаре.



И тут появляется вторая логическая веха в истории радиоактивности: Беккерель оставляет мысль, что калийуранилсульфат засвечивает фотопластинку за счет своей фосфоресценции. Другое, пока еще неизвестное и неясное излучение, испускаемое солью, вызывает этот эффект. Что же это — некая уникальная особенность двойной соли уранила и калия? Неожиданная догадка осеняет Беккереля: проверить, как ведут себя иные урановые соединения. Таких соединений множество. Фосфоресцируют далеко не все из них, а только те, в состав которых входит радикал уранила. Но все исследованные Беккерелем урановые соединения засвечивали фотопластинку независимо от того, обладали они свойством фосфоресценции или нет. И в неясной еще форме появляется у Анри Беккереля мысль, не представляет ли собой уран «первый пример металла, обнаруживающего свойство, подобное невидимой фосфоресценции».

Однако следует подробнее изучить, что представляет собой этот новый вид радиации. И Беккерель поставил опыты, которые доказали, что интенсивность этого излучения не меняется в течение многих и многих месяцев.

Он открыл еще одно интересное свойство этого излучения: оказалось, что оно обладает способностью разряжать наэлектризованные тела. К этому выводу он пришел, используя электроскоп, который ему дал для работы его друг Деландр. В скором времени Беккерель сам построил электроскоп, применив в нем листочки золота, и исследовал степень их опадания под влиянием различных урановых соединений. Он даже установил продолжительность разряда и скорость спада в зависимости от времени.

Беккерель показал, что излучение урановых солей разряжает наэлектризованные тела в воздухе независимо от потенциала и от знака заряда.

И вот 23 марта 1896 года Беккерель сообщил в Академии наук о новом свойстве открытой им радиации и о своих работах с электроскопом.

Казалось, урановые лучи имели много общего с рентгеновскими: и те и другие были невидимыми; и те и другие засвечивали фотографическую пластинку, как бы плотно она ни была завернута в черную бумагу, оба излучения обладали способностью электризации. Беккерель заметил также, что полученные на фотопластинке

отпечатки урановых образцов окаймлены белыми линиями. На этом основании он приписал своему излучению свойства света и высказал предположение, что оно может отражаться и преломляться. Беккерель решил проверить свою гипотезу в опытах с радием и полонием, только что полученными супругами Кюри.

И эксперименты трижды дали отрицательный результат. Нет, радиоактивные вещества не обладали способностью поляризации и отражения. Быть может, Беккерель, проводя свои первоначальные опыты с урановыми лучами, был введен в заблуждение тем «рассеянным отражением», которое скорее всего можно было объяснить своеобразной вторичной эмиссией?

И, наконец, преломление. Нет, и этим свойством не обладают радиоактивные излучения. Признаться, результаты опытов несколько обескуражили Беккереля. Ведь если радиоактивные излучения не обладают этими специфическими для фосфоресценции свойствами, значит, радиоактивность не является особой невидимой фосфоресценцией, как это считал вначале Беккерель. Все это нанесло солидный удар первоначальным взглядам ученого на природу радиоактивности.

Два месяца прошло со дня открытия радиоактивности — и это было время, наполненное напряженной работой ученого, совершенствованием методики исследования, многочисленными контрольными опытами.

Скромная картонная коробка, куда Беккерель помещал некогда соли урана, была заменена сейчас двойным свинцовым ящиком. Фотографическая пластинка вставлялась теперь ниже черной бумаги, натянутой на дне ящика. Двойные свинцовые стенки ящика надежно защищали урановую соль от любого другого излучения и создавали наиболее благоприятные условия для опыта.

Все эти опыты окончательно подтвердили открытие нового вида радиации.

На 18 мая 1896 года было назначено заседание Парижской академии наук, на котором должен был выступить Беккерель. Нет, это была не заявка на открытие, взволновавшее ученого, стремившегося поделиться им со своими коллегами. Это был уже своеобразный итог работ по изучению нового вида радиации. Беккерель заявил, что все соли урана, которые он изучал (независимо от того, фосфоресцировали они на свету или нет, были ли

они кристаллическими или расплавленными), непрерывно испускают невидимое излучение, которое засвечивает фотографическую пластинку, проходит через непрозрачные тела и разряжает электрически заряженные тела. Поэтому можно было предположить, что элемент уран, входящий в состав всех этих соединений, и был причиной нового излучения. На горизонте науки неожиданно ослепительно ярко блеснуло слово «уран».

Биография этого элемента поистине удивительна.

Образно говоря, уран родился несколько раз. Много десятилетий считалось, что «крестным отцом» элемента был берлинский химик Мартин Генрих Клапрот, который в 1789 году выделил уран из руды, известной ныне под названием «урановая смолка». Это было первое рождение элемента. Но в 1843 году француз Эжен Пелиго выделил, наконец, этот элемент в чистом виде, доказав, что Клапрот принимал за металл его окисел. Уран «увидел свет» во второй раз.

Ученые неправильно определили атомный вес элемента, и это доставило немало хлопот великому Менделееву, когда он разрабатывал свою периодическую систему: свойства урана не соответствовали месту в таблице, куда он был помещен согласно величине его атомного веса. И автор периодического закона смело изменил величину атомного веса урана, что вскоре подтвердили эксперименты. Так уран стал последним, самым тяжелым элементом периодической системы: за ним не было других элементов, за ним простиралось неведомое...

Менделеев не только содействовал «третьему рождению» урана — он ждал от него «неожиданностей». И он не ошибся: уран оказался связанным с открытием радиоактивности. Незадолго до своей смерти Менделеев написал пророческие слова: «Убежденный в том, что исследование урана, начиная с его природных источников, поведет еще ко многим новым открытиям, я смело рекомендую тем, кто ищет предметов для новых исследований, особо тщательно заниматься урановыми соединениями».

Сбылись пророчества Менделеева в великих открытиях нашего столетия: было осуществлено деление урана под действием медленных, т. е. низкоэнергетических нейтронов и доказано спонтанное (самопроизвольное) деление урана.

Итак, третья логическая веха на пути исследования нового излучения возникла перед Беккерелем: доказать, что носителем «урановых лучей» действительно является сам элемент уран. Нужен был образец металлического урана.

К счастью, параллельно с исследованиями Беккереля французский химик Анри Муассан разработал удобный способ приготовления чистого металлического урана. Беккерель попросил у Муассана немного уранового порошка и легко установил, что излучение чистого урана более интенсивно, чем излучение его различных соединений. Значение этого открытия трудно было переоценить. Свойство радиоактивности оказывалось присущим не различным соединениям урана, а самому элементу. И если развивать далее эту мысль, то напрашивался вывод, что ученые на примере урана столкнулись с неизвестным ранее свойством атомов данного элемента постоянно и неизменно выделять энергию.

Беккерель не стал спешить с публикацией своих новых данных: он ждал, когда Муассан сообщит о своих исключительно интересных работах. К этому обязывала научная этика. И вот на заседании Парижской академии наук, 23 ноября 1896 года, Муассан доложил о своих работах по получению чистого урана, а Беккерель рассказал о новом свойстве, присущем этому элементу. На этом заседании ученый впервые назвал эти лучи урановыми.

### **Открытие супругов Кюри**

Но только ли урану и его соединениям присуще подобное излучение? Быть может, существуют другие вещества, обладающие такой же способностью?

Своими соображениями Беккерель поделился с профессором физики и химии Пьером Кюри. Молодой ученый, уже известный научному миру своими работами в области физики, был частым гостем лаборатории Беккереля — урановые лучи его очень интересовали. Беккерель сказал ему как-то: «Пьер, ведь вы и физик и химик одновременно, проверьте, не имеется ли в этих излучающих телах примесей, играющих особенную роль»\*. Эта

---

\* Albert Ranc. Henri Becquerel et la découverte de la radioactivité, Paris, 1946.

мысль часто приходила в голову Беккерелю. И не случайно, ибо он был физик, специалист в области фосфоресценции, и кто, как не он, мог лучше других оценить большую роль примесей в явлении фосфоресценции. Быть может это наблюдается и в случае испускания урановых лучей?

Так возникла очередная задача: выяснить, только ли уран обладает свойством радиоактивности, или же оно присуще и другим веществам, может быть, и тем, которые еще не открыты. Решением этой задачи по совету мужа занялась Мари Кюри.

Старая методика Беккереля, основанная на использовании фотографических пластинок, завернутых в черную бумагу, была слишком трудоемкой и кропотливой. Ученой предстояло исследовать очень многие вещества. И она взяла на вооружение электроскоп Беккереля.

Пьер Кюри построил по такому же типу прибор, напоминающий обычный плоский конденсатор. Состоял этот прибор из двух металлических пластин, между которыми была воздушная прослойка. Одна из пластин соединялась с землей, другая — с батареей аккумуляторов. В таком положении цепь была разомкнутой, поскольку воздух электричества не проводит. Под действием урановых лучей воздух становился проводником электричества. Поэтому по силе тока в цепи можно было судить об интенсивности уранового излучения.

Уже в конце 1897 года Мари Кюри объявила в Академии наук результаты своих исследований о проводимости воздуха под влиянием урановых лучей. Для того чтобы установить, нет ли в природе еще какого-либо вещества, обладающего, как и уран, способностью самопроизвольно излучать энергию, она исследовала огромное количество металлов, солей, минералов.

Научный мир с интересом наблюдал за опытами Мари Кюри. Ученые старались помочь талантливой исследовательнице. От Анри Муассана Мари получила уран. Одна из лабораторий дала ей чистые соли и окислы. Из минералогической коллекции Музея Альфред Лакруа присылал ей самые разнообразные минералы. Эжен Демарсей по ее просьбе предоставил ей окислы редких и редкоземельных металлов.

Мари Кюри работала с необыкновенным упорством и увлечением. Через ее руки прошло уже огромное коли-

чество самых разнообразных минералов, но листочки электроскопа по-прежнему оставались неподвижными. Но вот однажды они дрогнули. В этот момент Мари Кюри исследовала соединение элемента тория. Неужели найден еще один элемент, который подобно урану испускает невидимые лучи? Эта победа придала новые силы исследовательнице.

Потянулись томительные дни, когда снова стрелка электроскопа продолжала бездействовать, несмотря на то, что на нижней пластине конденсатора уже побывало множество различных соединений.

Пришлось снова заняться ураном и его соединениями. Опыты еще и еще раз подтвердили правоту Беккереля: чистый уран обладает наибольшей радиоактивностью, чем любые его соединения.

И вдруг... неожиданность! Два урановых минерала — хальколит и смоляная руда — показали гораздо большую активность, чем уран. Значит, эти минералы содержат еще какое-то неизвестное вещество, обладающее большей радиоактивностью, чем металлический уран.

Для проверки своей гипотезы Мари Кюри решила приготовить искусственный хальколит с таким же составом, как у естественного, и с содержанием урана в нем точно в таких же количествах.

Но когда искусственный хальколит проверили с помощью электроскопа, оказалось, что его активность во много раз меньше, чем у естественного. Было совершенно очевидным, что естественный хальколит содержит какой-то новый элемент, обладающий значительно большей радиоактивностью, чем уран. Мари и Пьер Кюри предложили дать этому, пока еще гипотетическому элементу название «полоний» в честь Польши — родины Мари Кюри.

В своей статье от 18 июля 1898 года супруги Кюри писали: «Если существование нового простого тела подтвердится, то это открытие можно будет объяснить новым способом исследования, который дали лучи Беккереля».

Жизнь очень скоро подтвердила эти слова Кюри: из хальколита был выделен полоний. А вслед за тем в результате поистине титанической работы супруги Кюри выделили из смоляной обманки новый элемент — «радий», что по латыни означает «луч».

Природа радиевых и урановых лучей была одинаковой, разница заключалась в степени их активности. А она была потрясающей. 26 декабря 1898 года Пьер и Мари Кюри и Ж. Бемон сообщили: «Мы получили хлористые соединения этого вещества, причем они оказались в 900 раз активнее аналогичных соединений урана».

30 января 1899 года в журнале «Ревю Женераль де Сьянс» была опубликована большая статья Мари Кюри: «Лучи Беккереля и полоний». В этой статье она говорила о заслугах Беккереля перед наукой, которые были очень велики, так как Беккерель не только открыл удивительное явление, но и указал метод продолжения опытов, что было широко использовано в ее собственных работах и исследованиях лорда Кельвина. Свою статью Мари Кюри закончила с полным основанием так: «Урановые лучи часто называют лучами Беккереля; можно распространить это название, применяя его не только к урановым лучам, но и к излучениям той же самой природы, и я назвала «радиоактивными» веществами, которые испускают лучи Беккереля».

Так Мари Кюри ввела в научную терминологию выражение «радиоактивность». Открытие радия имело огромное значение. Оно помогло объяснить истинную природу новых излучений.

### **Как Анри Беккерель объяснял открытое им явление**

Беккерель считал радиоактивность свойством элемента урана. И лишь после открытия Мари Кюри радиоактивность стали понимать как качество, присущее атомам радиоактивных элементов, т. е. как атомарное свойство.

Следует, однако, отметить, что Беккерель, будучи более блестящим экспериментатором, чем теоретиком, не смог на первых порах правильно интерпретировать природу радиоактивности. Как это ни покажется парадоксальным, фосфоресценция — одна из дорог, приведших Беккереля к открытию радиоактивности, — превратилась со временем в своеобразный тормоз, препятствующий ученому объяснить сущность открытого им явления. Беккерель не смог сразу избавиться от своих «фосфоресцентных» увлечений и некоторое время продолжал оши-

бочно считать радиоактивность своеобразной невидимой фосфоресценцией. Однако постоянство нового излучения несколько смущало Беккереля. Поставленные им опыты показали, что активность радиации не ослабевает в течение длительного времени. Было обнаружено, что интенсивность нового излучения не уменьшается в течение 6, затем 15 дней и даже в течение 6—8 месяцев. Было совершенно очевидным, что такое длительное излучение не имеет ничего общего с обычной фосфоресценцией и кто, как не Беккерель, мог лучше других это знать.

Шли не только недели и месяцы, но и годы, а интенсивность урановых излучений, которые наблюдал Беккерель, не давала видимых уменьшений. И Беккерель вынужден был отказаться от своих первоначальных взглядов на радиацию как на своеобразную невидимую фосфоресценцию и постараться глубже взглянуть на открытое им явление. Ученый выдвигает свои гипотезы, способные, по его мнению, объяснить природу радиоактивности. Беккерель обращает внимание на структуру урановых соединений, считая, что в этом может таиться разгадка нового вида излучения. Ведь еще раньше Беккерель высказывал мысль, что «урановые соединения имеют замечательное молекулярное строение».

Да, Беккереля заинтересовала молекула, а не атом. А ведь именно атом урана и таил в себе разгадку этого феномена. Но в то время среди многих физиков была более популярна именно молекула. Молекулы было проще себе представить в определенных комбинациях: сцепленными в твердых телах, представить себе их поведение в газах, жидкостях. Казалось, их можно было проще подчинить действию каких-либо физических законов. Все это было более объемно и реально, чем атом. Безусловно, при таком состоянии научной мысли физикам тех лет трудно было объяснить явление радиоактивности идеей превращаемости атомов.

Но, заинтересовавшись внутренним строением урановых соединений, Беккерель, как мы это увидим дальше, пошел по иному пути. Многочисленные опыты говорили ученому, что урановые соединения обладают большими запасами этой особой энергии, интенсивность которой не уменьшалась со временем. Естественно, возникал вопрос: откуда эти вещества получают энергию?



Над этим задумывались и другие ученые. Осенью 1896 года Рамзай, лорд Кельвин и Д. Стокс посетил лабораторию Беккереля. Рамзай вспоминал, что «эти знаменитые физики недоумевали, откуда мог бы взяться неисчерпаемый запас энергии в солях урана. Лорд Кельвин склонялся к предположению, что уран служит своего рода западней, которая улавливает ничем другим не обнаруживаемую лучистую энергию, доходящую до нас через пространство, и превращает ее в такую форму, в виде которой она делается способной производить химические действия».

Да и Беккерель рассматривал радиоактивность как запасенную ранее и полученную извне энергию. А аккумулировать эту энергию урановые соединения могли, по мнению Беккереля, именно благодаря особенностям своего молекулярного строения. Беккерель предполагал, что с помощью «химических реакций радиоактивность можно было убрать, а это говорило о том, что она уходила с определенной разновидностью молекул».

Но как урановые соединения восстанавливали свою активность? Беккерель делает вывод, что возвращение радиоактивности объясняется тоже какими-то молекулярными изменениями. Для проверки своих гипотез он ставит ряд экспериментов, пытаясь «убрать радиоактивность» из соединений урана. С этой целью он нагревал кристаллы азотнокислого уранила вплоть до выделения его «кристаллизационной воды». Этот раствор, конечно, терял способность видимо фосфоресцировать, но продолжал испускать лучи. И на какие бы хитрости Беккерель не пускался, что бы ни делал он с кристаллами: растворял ли их, или плавил, в любом случае он никакими способами не мог избавиться от этой чудодейственной энергии, и причина ее заключалась в уране — элементе, присутствующем во всех этих экспериментах.

Нет, здесь дело было в чем-то ином. Беккерель не смог сразу правильно ответить на эту загадку природы. И лишь работы Мари Кюри показали, что радиоактивность была свойством атомов безотносительно к каким-либо молекулярным комбинациям, в которые они входят.

Но мог ли Беккерель дать правильное объяснение сущности радиоактивности? Конечно, нет. Ведь в то время даже под словом «луч» понимали поперечное колебание «эфира». В 1896 году наука не имела исчерпыва-

ющих фактов для правильной рабочей гипотезы Беккереля.

Но конец XIX века был очень насыщен научными открытиями. Прошло каких-нибудь два года и люди узнали, что имеются частицы, меньшие атома водорода, и что под «лучом», которому во время открытия Беккереля давали довольно путаное объяснение, следует понимать узкий пучок волн или движущихся частиц. Атом уже перестали считать пределом делимости материи, но полной картины строения атома еще не было. Это время было своего рода перепутьем в науке, когда физики, по выражению В. И. Ленина, от «атома отошли, а до электрона еще не дошли».

Эти два года составили в науке целую эпоху.

Глубокая ломка старых представлений, новые открытия, напряженная работа человеческой мысли — все это заставило учащенное биться пульс науки. Кажется, что даже время изменило свой неумолимый ход.

1897 год дал миру электрон; 1898 год — другие радиоактивные элементы. Вот они, эти недостающие звенья рабочей гипотезы Беккереля. И уже после 1897 года Беккерель начинает рассматривать свои лучи как потоки быстро движущихся электронов, а после блистательного открытия супругов Кюри ученый приходит к окончательному выводу, что открытое им излучение результат медленного изменения атомов радиоактивных веществ.

И пусть не Беккерель, а именно супруги Кюри — ведь открытие радия и других радиоактивных элементов дали им в руки могучее оружие — высказали мысль, что радиоактивность является атомарным свойством некоторых элементов. Это нисколько не умаляет значения открытия Беккереля. В истории науки есть немало случаев, когда открытые одними учеными закономерности получали окончательное обоснование в работах других исследователей.

Многие известные ученые, такие, как лорд Кельвин, Резерфорд, Смолуховский и другие, стремились экспериментально изучить природу радиоактивности. Так стало известно, что радиоактивные вещества излучают все виды энергии: тепло, свет, электрические заряды, оказывают химическое действие, испускают гамма-лучи, подобные до известной степени рентгеновским. Всеми эти-

ми свойствами обладал и уран, но в значительно меньшей степени. А радий был почти в миллион раз активнее урана. Стоило ли удивляться тому, что при свете крошечного кристалла радия в полной темноте можно было читать книгу!

Оказалось, что новое излучение действует и на человеческий организм. Первые исследования в этой области были сделаны в Германии примерно в октябре 1900 года. А во Франции физиологические свойства радия совершенно невольно испробовал на себе сам Анри Беккерель.

Это было в апреле 1902 года. На одной из конференций Пьер Кюри хотел продемонстрировать несколько дециграммов хлористого бария  $BaCl_2$ , содержащего чрезвычайно активный радий. Это вещество было помещено в герметически закрытую маленькую стеклянную трубочку, завернутую в бумагу.

За несколько часов до начала конференции этот препарат был передан Беккерелю, который положил его в правый угол своего жилетного кармана. В своей лаборатории вместе с помощником Луи Мату Беккерель проделал эффектный опыт: он повернулся спиной к экрану из платиноцианида бария, и все-таки экран сильно фосфоресцировал — лучи радия свободно прошли через тело!

Мату заметил, что, быть может, опасно подвергаться такому облучению, но Беккерель не придал этому никакого значения: он был слишком увлечен опытом. «К тому же, — сказал Беккерель, — я не хочу расставаться с этой трубкой, она слишком драгоценна». И образец радия пролежал в жилетном кармане Беккереля вплоть до начала конференции, т. е. почти шесть часов. Об этом инциденте можно было бы забыть, но радий быстро напомнил о себе. Спустя дней десять после этой конференции Беккерель заметил, что на его коже на том месте, где был жилетный карман, появилось красное пятно. Уже на другой день пятно сделалось более темным, а к 24 апреля образовалась язва.

Встретившись с Пьером и Мари Кюри, Беккерель сказал: «Я очень люблю радий, но я на него в обиде».

В течение месяца язву лечили как простой ожог. Она прошла нескоро, оставив после себя рубец. Так, в результате случайного стечения обстоятельств ученый, от-

крывший радиоактивность, оказался и первым человеком, испытавшим на себе ее действие.

После этого случая Беккерель стал более осторожным. И отправившись вскоре на конференцию в Роттердам, он положил в жилетный карман радиоактивное вещество на этот раз уже в свинцовой трубке. Свинец оказался надежной защитой: на коже не появилось никаких повреждений.

Через год Беккерель посетил Лондон, Кембридж и Манчестер, где продемонстрировал перед научными аудиториями несколько дециграммов чрезвычайно активного хлористого радия, также заключенного в свинцовую трубку. И все же, вернувшись на родину, ученый обнаружил потемнение кожи до темно-коричневой окраски в местах, которые были ближе всего к радиоактивному веществу. Потемнение это продержалось в течение года. В данном случае свою роль сыграла длительность контакта с радием: она превышала 40 часов, и даже свинец, хотя и в незначительной степени, пропустил радиоактивное излучение.

В небольшой заметке, написанной совместно с Пьером Кюри, Беккерель сообщил научному миру свои первые наблюдения относительно действия радиоактивных веществ на человеческий организм. Но человечество узнало не только о физиологических свойствах радиоактивных веществ. В 1901 году Луи Мату нашел, что радиоактивность имеет применение и в биологии: излучение радия, оказывается, изменяло процессы прорастания зерен. Из всех стран в первые годы XX века стали поступать сообщения о биологических и медицинских последствиях открытия явления радиоактивности.

Начиная с 1896 года скапливалось большое количество новых физических, химических и биологических фактов, явившихся результатом открытия Беккереля. Совершенно ясной стала необходимость их как-то систематизировать, собрать воедино. Беккерелю уже не раз приходила в голову мысль написать обобщающую работу по радиоактивности, что и было им сделано в 1903 году. «Исследование нового свойства материи» — так озаглавил Беккерель свой исторический труд.

Открытие радиоактивности было по-разному встречено научным миром. Анри Пуанкаре по заслугам оце-

нил замечательную работу Беккереля. Он писал, что Анри Беккерель в 1896 году добавил «новые лучи к славе своей династии».

Тем более непонятным было замалчивание открытия Беккереля некоторыми учеными. В годовом обзоре по физике во французском журнале «Ревю Женераль де Сьянс» об открытии Беккереля говорится лишь мельком. И даже президент Академии наук Франции Корню в своем выступлении на годовичном заседании Академии наук 21 декабря 1896 года, проявив исключительный интерес к работам Рентгена и назвав их научным событием года, почти ничего не сказал о работах Беккереля.

Это было тем более досадно, что Корню был известен как прекрасный физик, безукоризненный экспериментатор, тонкий критик. И вот этот ученый, к голосу которого можно было прислушаться, хранил молчание. По-видимому, как считал Пуанкаре, Корню на сей раз изменила объективность.

История знает немало случаев, когда настоящее большое открытие не сразу получало признание, как трудно иногда новое входило в жизнь.

Открытие Беккереля не являет собой подобного примера. Эти мелкие уколы, на которых даже можно было и не останавливаться, меркли на фоне общего признания научным миром заслуг Беккереля. Анри Беккерель имел счастливую участь ученого, талант которого был оценен при его жизни.

И все же хотелось бы проанализировать причины, почему открытие урановых лучей Беккерелем было менее сенсационным, чем открытие X-лучей Рентгеном.

Быть может, в этом был виноват «дух времени», так называемая лучевая эпоха, когда многочисленные «открытия» новых излучений как бы обесценили поистине замечательное открытие Беккереля? Чтобы лучше разобраться во всем этом, обратимся к истории науки.

### **«Лучевая лихорадка».**

Всего пять месяцев отделяло рождение радиоактивности от открытия Рентгена. Не слишком ли много для столь короткого срока? Известия об этих открытиях подействовали возбуждающе на умы многих физиков.

Ученых охватила «лучевая лихорадка». Они начинают искать и видеть лучи там, где их подчас совсем нет. Стремление открыть новые лучи было так велико, что часто желаемое выдавалось за действительное. Нет, это не была спекуляция на новом открытии, это был скорее самый обычный пример самовнушения.

Вот особенно поразительный пример.

23 марта 1903 года, Париж. На заседании Парижской академии наук выступил профессор физики университета в Нанси Блондо. Он заявил, что при пропускании тока через трубку Крукса в окружающем ее пространстве можно наблюдать наряду с лучами Рентгена еще какие-то особые лучи. В честь своего родного города он назвал эти лучи *N*-лучами.

Опыт Блондо заключался в следующем: напротив трубки Крукса с проходящим через нее электрическим током пропускали маленькую индукционную искру, отделенную от трубки листком алюминия. Блондо заметил, что в течение опыта блеск искры иногда усиливался. Ученый приписал это действию новых *N*-лучей. Позднее Блондо сообщил, что ему с помощью фотографирования удалось убедиться в разной степени блеска индукционной искры до и во время действия на нее *N*-лучей.

В течение 1903 года Блондо сделал более 10 докладов о своих лучах. Члены Парижской академии наук были буквально ошеломлены новыми сообщениями Блондо. Оказалось, что *N*-лучи испускают не только трубка Крукса, но и ауэровская горелка, лампа Нернста, листовое железо, тела в состоянии напряженного молекулярного равновесия (закаленная сталь, закаленное стекло), тела в состоянии сильного сжатия или давления, Солнце. Обнаружилось, что эти лучи способны проходить через разные среды: накалившую платину, алюминий, слабый раствор соли  $\text{NaCl}$ , бумагу, стекло, каменную соль. Наоборот, такие среды, как холодная платина, свинец, дерево и даже тончайший слой воды, оказались для них совершенно непроницаемыми. Новые лучи обладали способностью отражаться, преломляться, интерферировать и поляризоваться.

Блондо сконструировал даже спектроскоп с алюминиевыми линзами и призмой и получил спектр из линий, разделенных темными интервалами, что показывало различную преломляемость и длину *N*-лучей. Блондо изме-

рил длину своих лучей. А это уже было не из области мистики. То были факты, а с фактами ученые привыкли считаться.

К началу 1904 года в «Конт Рендю» появилось уже около 100 статей о *N*-лучах. «Лучевой лихорадкой» «заболел» и сын Анри Беккереля, тоже физик, Жан Беккерель. Ему принадлежит 10 статей, посвященных излучению *N*-лучей. В одной из них Жан Беккерель заявил, что ему удалось передать *N*-лучи по проводу.

Одним из самых интересных свойств *N*-лучей, по мнению Блондо, было их физиологическое воздействие на организм. Он писал: «Если рассматривать какой-нибудь предмет в полумраке таким образом, чтобы он был виден в самых общих чертах и затем направить на глазное яблоко пучок *N*-лучей, то ясность предмета увеличится».

Вскоре Блондо описал новую разновидность *N*-лучей и назвал их  $N_1$ -лучами. Новые лучи обладали свойствами, прямо противоположными первым: они не увеличивали, а ослабляли свечение тел.

Казалось, не было конца новым «лучевым» открытиям. Так прошел год. И вот в той же Парижской академии наук был заслушан доклад другого профессора физики из Нанси, Шарпантье. Он нашел, что живой организм также является источником *N*-лучей. Эта разновидность лучей была названа физиологическими. Оказалось, что наибольшее количество их выделяют мышечная и нервная ткани. Шарпантье «открыл», что физиологические лучи испускаются растениями, овощами и даже трупом человека. Под влиянием этих лучей обостряется не только зрение, но даже слух и обоняние. Из всех опытов Шарпантье наиболее поразительным казался следующий: фосфоресцирующий экран, помещенный против спины человека, начинал усиленно светиться по всей длине позвоночника, причем особенно сильно против шейного и поясничного позвонков. При усиленной умственной работе экран, помещенный против лба, давал значительное увеличение фосфоресценции.

Вслед за этими работами стали раздаваться голоса медиков, считавших необходимым использовать *N*-лучи в клинике нервных болезней. Некоторые психиатры считали даже возможным с помощью *N*-лучей передавать мысли на расстояние.

Эта лавина сенсационных сообщений захватила широкий круг ученых. *N*-лучами заинтересовались не только физики, но и химики, биологи, физиологи, медики и геологи. А физики? Физики различных лабораторий Европы взялись воспроизвести *N*-лучи.

Но, удивительное дело: получить *N*-лучи удавалось немногим. Казалось, что это достояние лишь французских ученых. Все чаще и чаще стали раздаваться разочарованные голоса. И, действительно, немецкий профессор Рубенс, в течение двух недель повторяя опыты французов, не смог получить положительных результатов. И многие начинают задумываться над достоверностью открытия Блондо, которого Французская академия уже успела увенчать своими лаврами — золотой медалью и премией Лаланда в 20 000 франков. В печати стали появляться статьи, опровергающие работы Блондо и Шарпантье.

Но самое сильное поражение открытию Блондо и Шарпантье нанесли работы известного американского физика Вуда, посетившего Нансийскую лабораторию. По возвращении из Франции Вуд поместил в журнале «Нейче» статью, самым решительным образом опровергающую существование *N*-лучей.

Вуд, известный своим скептическим складом ума, блестяще разрешил все сомнения, терзавшие ученых.

Блондо поставил перед американским ученым ряд опытов. Первый из них заключался в следующем: в темной комнате на стене помещали слабо освещенные часы. Блондо утверждал, что если держать над глазами плоский напильник, то на часах можно различить даже стрелки. Вуд попросил разрешения подержать напильник, причем в темноте он незаметно заменил его плоской деревянной линейкой, лежащей на столе. Блондо, несмотря на это, продолжал утверждать, что он яснее стал видеть стрелки часов, хотя, как известно, *N*-лучи никогда не излучались деревом.

Этот факт сразу же насторожил Вуда. Однако главная проверка заключалась в опытах со спектроскопом, который вместо окуляра имел вертикальную нить, окрашенную светящейся краской. Эту нить можно было передвигать вдоль той поверхности, где мог находиться спектр *N*-лучей. Блондо утверждал, что нить, пересекая невидимые линии спектра *N*-лучей, начинает ярче све-



тяться; при этом он называл вслух цифры деления шкалы для ряда линий. Вуд попросил его повторить измерения, а сам в темноте снял со спектроскопа алюминиевую призму. Блондо повторил те же цифры!

Продолжать опыты дальше уже не было никакого смысла. В дальнейшем Вуд писал: «Пробыв в лаборатории более трех часов и будучи свидетелем различных экспериментов, я не только не в состоянии сообщить хотя бы об одном наблюдении, способном обнаружить существование этих лучей, но я уехал оттуда с весьма прочным убеждением, что те немногочисленные экспериментаторы, которые достигли положительных результатов, в значительном числе случаев создали себе иллюзии». После этого разоблачения на страницы «Ревю съантифик» устремился целый поток писем возмущенных читателей.

Профессор Ле-Белль писал: «Какое зрелище представляет собой французская наука, если один из ее значительных представителей измеряет положение спектральных линий, в то время как призма спектроскопа покоится в кармане его американского коллеги!»

Конец Блондо был поистине трагическим: он сошел с ума и вскоре умер.

Нет, Блондо не был шарлатаном, как считали многие. Он был знающим ученым. Вся эта бесславная «лучевая» эпопея явилась типичным примером самовнушения или чрезмерного воображения после многих лет лабораторной работы в темноте.

И все же, отчего могли наблюдаться подобные явления? Попробуем разобраться в этом. Три причины могли вызвать так называемые *N*-лучи. Это прежде всего физический фактор. Известно, что фосфоресценция может увеличиваться от тепловой энергии, выделяемой телом живого организма. Вторая причина — физиологическая. Известно, что сила свечения экрана, подвергнутого предварительно действию света, потом в темноте идет все время на убыль. А наблюдателю яркость экрана кажется то ослабевающей, то усиливающейся. И, действительно, достаточно одного малейшего движения, чтобы вызвать это ощущение. И, наконец, необходимо было считаться с психологическим фактором — известной долей самогипноза.

А как же отнестя к *N*-лучам Беккерель? Ведь вся эта шумиха происходила как раз в то время, когда его имя было в зените славы, а, кроме того, его сын, Жан, относился к числу приверженцев *N*-лучей. Нет, Беккерель не принял это «открытие». Он считал, что *N*-лучи никаких объективных изменений фосфоресценции не вызывают, а лишь временно усиливают чувствительность сетчатки глаз, повышая таким образом наше восприятие светящейся поверхности.

Вся эта история с лучами Блондо и Шарпантье была очень некстати. Известный советский физик академик А. Ф. Иоффе в своей книге «Встречи с физиками» \* приводит слова Рентгена, который считал, что «после его лучей появилось столько сенсаций, что они сделались «дурным тоном» у физиков: описания всяких излучений и их воздействий производят впечатление чего-то несолидного». И не послужило ли это причиной того, что замечательное открытие Беккереля не получило на первых порах должного признания, так как его затмили все эти дешевые сенсации?

Для некоторых не очень дальновидных ученых открытие Беккереля не имело немедленного практического применения в противоположность «фотографированию невидимого» *X*-лучами. Эксперименты Беккереля были труднее воспроизводимы и менее эффектны, чем опыты Рентгена.

Оба открытия были сделаны в одном году; величие одного соперничало с величием другого. Но если рентгеновские лучи в самом начале затмили славу беккерелевых лучей, то теперь открытие радия бросало на них особо яркий свет.

Открытие радиоактивности поставило физику на путь истинного творчества. Недаром супруги Кюри высоко ценили работы Беккереля, считая, что открытие радиоактивности открыло дверь в новую, еще не изведанную область науки. И первым на пороге новой эры в физике вписал свое имя Анри Беккерель. И это не случайность, ибо Беккерель был настоящим ученым и блестящим экспериментатором.

---

\* А. Ф. Иоффе «Встречи с физиками». М., Физматгиз, 1962, стр. 17.

## Кто еще имел «ключ» к открытию радиоактивности!

Образно говоря, открытие радиоактивности было тем ключом, которым были заведены гигантские часы атомного века. И, как ни странно (впрочем, в истории науки такие случайности встречаются нередко), подобный «ключ» почти держал в руках современник Беккереля английский ученый Сильванус Томпсон, который был близок к открытию радиоактивности, но так и прошел мимо него.

Томпсон проводил свои эксперименты почти в одно время с Беккерелем. Он тоже заворачивал фотографические пластинки в черную непрозрачную бумагу, поверх которой клал металлические листочки, а на них образцы полевого шпата, сульфиды щелочноземельных металлов, нитрат уранила, куски уранового стекла и несколько платиноцианидов. Через некоторое время пластинки были проявлены. На одних отпечатались следы образцов, другие были пусты. Следы обозначились только на тех пластинках, на которых располагались образцы, содержащие уран.

Томпсон пришел к выводу, что эти вещества выделяют весьма проникающую радиацию, которая прошла через металлические листочки, плотную черную бумагу и засветила фотопластинки. Но вместо того, чтобы задуматься над вопросом, что же это за радиация. Томпсон пошел по другому пути. И так же, как в свое время Смит пропустил X-лучи, Томпсон прошел мимо урановых лучей. Его заинтересовал совсем другой вопрос: несоответствие этого явления с основным законом фосфоресценции — законом Стокса.

Из закона Стокса следовало, что длина волны излучения, испускаемого при фосфоресценции, должна быть всегда больше длины волны возбуждающего света. Томпсон, зная, что любое проникающее излучение имеет короткую длину волн, увидел несоответствие открытого им явления закону Стокса. Ученый написал об этом Джорджу Стоксу, желая узнать его мнение по этому вопросу. Стокс быстро откликнулся на это письмо, указывая на возможные недоработки открытой им закономерности. Стокс первый обратил внимание Томпсона на важность

его опытов с фотографическими пластинками, но, писал он: «Я опасаюсь, что Вы уже опережены Беккерелем».

Томпсон был опережен всего на три дня, но дело, конечно, не в этом. Английский ученый ничего не знал об опытах Беккереля, тем более о его выводах: ведь они работали почти одновременно. Но он не задумался о сущности нового вида излучения, как это сделал Беккерель, открывший радиоактивность. Анри Беккерель был глубоким и серьезным ученым, не раз подчеркивавшим значение коллективных исследований.

Так, Беккерель сумел правильно оценить свое собственное открытие. Он был первым, кто познал эту тайну Природы, но всегда считал, что его открытие было подготовлено всем предыдущим развитием научной мысли и явилось логическим итогом многих работ, последовательно выполнявшихся в области фосфоресценции.

В этом отношении мысли Беккереля были созвучны высказыванию известного немецкого физика Макса Лауэ, который примерно через пятьдесят лет после открытия Беккереля писал в своей книге «История физики»: «Только совместная работа многих ученых обеспечила необходимую полноту наблюдений и вычислений и непрерывность прогресса; только разнообразие интересов и дарований помешало тому, чтобы исследование протекало в немногих определенных направлениях; их деятельность была и остается необходимой предпосылкой для появления выдающихся или даже гениальных открытий. Физика, по крайней мере с конца XVII столетия, является плодом коллективной работы».

В одной из своих лекций Беккерель, говоря об эволюции идей, отметил единство человеческой мысли в веках. Беккерель считал, что мысль человека, по чудесному определению Паскаля, «представляет целую серию людей в течение многих веков, которая продолжает все время познавать». Беккерель признавал традиции в решении тех или иных научных вопросов. Недаром он считал, что одна из причин, способствующих продуктивности их лаборатории, заключалась в непрерывности выполняемых там работ.

Антуан Беккерель начал изучение фосфоресценции веществ под действием электрических разрядов. Эдмонд Беккерель развивал эти работы и узнал исключительные свойства солей урана. Анри Беккерель продолжил рабо-

ту и дошел до высшей кульминационной точки. И вполне закономерной поэтому явилась следующая оценка, данная Беккерелем своему собственному открытию: «Было совершенно ясным, почему открытие радиоактивности было сделано в нашей лаборатории и, если бы мой отец был жив в 1896 году, он был бы тем, кто сделал это» \*.

### **И лишь Анри Беккерель узнал Неведомое...**

На подступах к открытию радиоактивности стояли многие. Но ни англичанин Сильванус Томпсон, ни скромный лейтенант Парижской муниципальной гвардии Ньепс де Сен-Виктор не смогли, — а для этого нужен был только один шаг — узнать Неведомое. И лишь профессору физики Анри Беккерелю улыбнулось счастье. Это был знающий ученый и добросовестный экспериментатор, у которого «редкая изобретательность сочеталась с исключительной силой стремления к исследованиям». Всю свою жизнь он свято поддерживал академические традиции своей среды, будучи связан с ней не только работой, но и своим происхождением.

Казалось бы, ничто не предвещало в нем яркой вспышки таланта, той кульминации научного творчества, что выпадает на долю незаурядных людей. Но еще очень давно Антуан Сезар Беккерель, вверяя своего внука Гастону Дарбу, сказал: «Он далеко пойдет». И эти слова оказались пророческими. Маститый ученый как бы предвидел будущую славу своего внука.

Область магнитооптики, в которой работал Анри вместе со своим отцом, не дала особых открытий. К этому времени Беккерель успел стать знающим ученым с «необыкновенно уравновешенным складом ума», как не раз отмечали его коллеги. И только. Но его час еще не пробил, хотя и был близок: ведь Беккерель стал заниматься фосфоресценцией — областью, которая привела его к открытию.

И вот работы Рентгена. Это был толчок, стимул для многих ученых, заинтересовавшихся природой лучей. Одно открытие часто прокладывает путь другому. Над природой невидимых лучей задумались многие.

---

\* Trans. Chem. Soc., 101, 2042 (1912).

Открытие радиоактивности было подготовлено всем предшествующим развитием научной мысли, и Беккереля ни в коем случае нельзя считать талантливой одинокой, которому было «предопределено» сделать это замечательное открытие. Но в его собственной научной биографии, в его жизни открытие радиоактивности было поистине звездным часом. Уже после знаменательной беседы с Пуанкаре 20 января 1896 года ученого не оставляет волнение; нет, это скорее вдохновение, озарившее человека, стоявшего на пороге великого открытия. Казалось бы, в этом человеке вдруг нашел воплощение дух «лучевой эпохи», собрались воедино и дошли до кульминационной точки все те усилия ученых, которые маленькими кирпичиками создавали новое здание науки, имя которому — радиоактивность.

А опыты ученого? Что заставило Беккереля проявить фотопластинки, бывшие в темноте в те пасмурные парижские дни? Явилось ли это скрупулезностью и точностью экспериментатора, хотя, зная прежнего Беккереля, можно было предположить именно это. Нет, не только. То был скорее творческий порыв ученого, который как бы чувствовал, что в уране и его соединениях скрывается чудесное, доселе неизвестное свойство.

Открыв радиоактивность, оказавшись в зените славы, Беккерель остается прежним Беккерелем, скромным профессором и уравновешенным ученым. Он, как эстафету, передает радиоактивность своим двум талантливейшим коллегам — Мари и Пьеру Кюри, которым спустя два года суждено было открыть радий, совершивший настоящую революцию в науке.

А Беккерель? Нет, он не отходит от этой проблемы, он интересуется ею, работает совместно с Мари и Пьером Кюри. Но звезда его, ярко вспыхнув, продолжает гореть теперь спокойным светом.

### **Великие успехи физики после открытия радиоактивности**

Обычно имя Анри Беккереля связывают лишь с самим открытием радиоактивности и первоначальными исследованиями урановых лучей, а говоря о последующей истории изучения этого явления, называют, как правило, другие имена.

В самом деле, радиоактивность уже вскоре заинтересовала многих исследователей, среди которых были Пьер и Мари Кюри, Эрнест Резерфорд и Стефан Майер — ученые с мировым именем. Развернутое наступление на неожиданно возникшую загадку природы начало быстро приносить свои плоды. Уран утратил свое значение единственного радиоактивного элемента: были открыты его собратья, неизвестные ранее элементы. Супруги Кюри подарили миру полоний и радий и вместе с австрийским ученым Г. Шмидтом доказали радиоактивность тория; француз Дебьерн доказал существование актиния; Резерфорд и Содди открыли новый инертный газ — эманацию радия (радон). Резерфорд и Содди разобрались в природе лучей, испускаемых радиоэлементами, и предложили схемы радиоактивных распадов, доказав, что радиоактивность сопровождается превращением элементов.

Великие имена и великие успехи, поистине революционные открытия, которых не знала классическая физика XIX века, вольно или невольно оттеснили в глазах последующих поколений имя Беккереля на второй план. Но оттеснили совершенно незаслуженно.

Кто, как не Беккерель, подал Пьеру Кюри идею разобратсья в том, не существуют ли в уране примеси, более активные, чем сам уран? И нам уже известно, что эта догадка вскоре нашла свое разрешение в блистательных работах супругов Кюри.

Ученый до конца своей жизни следил буквально за всеми исследованиями по радиоактивности, причем между ним и четой Кюри всегда существовал тесный научный контакт; до 1905 года Беккерель проводил собственные эксперименты в области открытого им явления.

В 1899 году, независимо от других исследователей (Ф. Гизеля, С. Майера, Э. Швейдлера), Беккерель сделал вывод, что излучение радия отклоняется под действием магнитного поля. Он помещал фотографическую пластинку, завернутую в черную бумагу, горизонтально между двумя полюсами магнита и клал на нее крупинку радиоактивного вещества. Через несколько минут пластинка проявлялась. На этой пластинке, рядом с пятном, которое обозначало положение источника активности, четко вырисовывалось затемнение; оно как раз и вызывалось излучением, отклоненным магнитным полем.

Вслед за этим Беккерель приходит к другому интересному выводу: в условиях опыта, аналогичных предыдущему, лучи полония не обнаруживали отклонения. Ученый сделал заключение, что существуют два вида лучей: сильно отклоняемые магнитным полем и, по-видимому, не отклоняемые.

Известно, какое большое значение для науки имело изучение действия магнитного поля на излучения радиоактивных элементов. Применение в совокупности с магнитным электрического поля во многом способствовало выяснению природы радиоактивных излучений — и в этом деле вклад Беккереля велик.

Своеобразный итог своим работам по радиоактивности Беккерель подвел в речи «О новом свойстве материи, называемом радиоактивностью», произнесенной 11 декабря 1903 года в Стокгольме.

К этому времени исследования различных ученых дали уже большое количество данных по радиоактивности; среди бесспорных результатов было немало путаных, противоречивых и неверных. Разобраться в этом изобилии фактов мог лишь человек, обладавший ясным аналитическим умом и превосходно знающий область исследования. Анри Беккерель, стоявший у истоков открытия радиоактивности, был именно таким ученым. Он сумел нарисовать отчетливую картину состояния достижений в новой отрасли физики.

Вот что говорил Беккерель в заключение своего доклада.

«В итоге вполне определенными на сегодняшний день радиоактивными веществами можно считать уран, торий, радий, полоний; к ним можно прибавить актиний, хотя об этом веществе опубликовано еще очень мало данных. Нужно отнестись с осторожностью к различным другим веществам, полученным г-ном Гизелем, а также к продуктам висмута или активного теллурия, полученного г-ном Марквальдом при помощи электролиза.

Уран испускает бета-лучи и гамма-лучи; он не выделяет эманации в воздух, но активация, которую он производит в растворах, может быть приписана действию некоторой эманации.

Торий и радий испускают  $\alpha$ -  $\beta$ - и  $\gamma$ -лучи и эманацию, активирующую газы.



Полоний не выделяет  $\beta$ -лучей. Он испускает  $\alpha$ - и  $\gamma$ -лучи, но теряет со временем свою активность.

Актиний, по-видимому, имеет замечательную активизирующую способность.

Наряду с ураном и торием один только радий обладает признаками, позволяющими рассматривать его как простое тело, свойства которого близки к свойствам бария, хотя и отличны от них. Следует, однако, заметить, что это вещество не содержится даже в виде следов в обычных рудах бария, а встречается лишь в урановой руде, где сопутствует барию. Этот факт имеет, может быть, особое значение, которое выяснится для нас впоследствии».

Через два года, в Льеже, на Первом международном конгрессе по изучению радиологии и ионизации Беккерель выступил с докладом на тему «Анализ излучений радиоактивных веществ», в котором уже подробнее охарактеризовал каждый вид излучения в отдельности.

Наибольший интерес вызвала характеристика альфа-лучей, являющихся, по мнению Беккереля, «одним из главных путей расходования веществом энергии через излучение».

Беккерель повторил свою прежнюю точку зрения, которую он отстаивал еще в Стокгольме, что «уран излучает только  $\beta$ - и  $\gamma$ -лучи». Но ведь еще в 1900 году Крукс выделил высокоактивный ураник UX, причем стало известно, что уран, освобожденный от UX, испускает только альфа-лучи.

Кроме того, Резерфорд, изучая ионизацию в газах, вызванную урановым излучением, нашел, что это излучение состоит из сильно поглощаемых альфа-лучей и более проникающих бета-лучей, причем Резерфорд сразу же отметил особую важность альфа-излучения.

Чем же объясняется утверждение Беккереля, что альфа-излучение не свойственно урану?

Еще раньше Беккерель установил, что излучения полония отличаются от излучения урана и радия большей поглощаемостью. На этом основании он сделал вывод, что альфа-лучи характерны скорее для полония, а не для урана.

Многие физики того времени придавали особое значение именно бета-излучению. И это казалось естествен-

ным, так как радиоактивность связывалась в основном с наиболее проникающим излучением, каким и было бета-излучение. Оно оказывало активное действие на фотопластинку и заставляло фосфоресцировать некоторые вещества. Ученые считали поэтому, что радиоактивности свойственно в основном бета-излучение. Первоначально думали, что альфа-лучи не отклоняются магнитным полем. Резерфорд с помощью простого и остроумного опыта доказал, что это не так.

Беккерель уточнил измерения Резерфорда с помощью фотографической пластинки и установил гомогенность альфа-лучей и зависимость радиуса от расстояния пробега в воздухе. Измерение пробега в воздухе позволило определить энергию излучения различных радиоактивных веществ.

Далее Беккерель подробно рассказал о бета-излучении, акцентируя внимание слушателей на том факте, что между отклоняемым пучком бета-лучей и неотклоняемыми лучами имеется разрыв. Беккерель установил, что бета-излучение, подобно катодным лучам, обладает спектром лучей с разной скоростью. Ученый описал эксперимент Пьера Кюри, заключающийся в изоляции бета-лучей и устанавливающий их тождественность катодным лучам.

Беккерель охарактеризовал и третий вид лучей — гамма-лучи, найденные Вийаром. В то время они были мало изучены. Они очень походили на лучи Рентгена: обладали огромной проникающей способностью и не отклонялись магнитным полем.

Свой доклад Беккерель иллюстрировал многочисленными фотоснимками, в частности он продемонстрировал снимок, показывающий, что излучение радия в неоднородном магнитном поле концентрируется на полях и может закручиваться вдоль силовых линий.

Льежский доклад Беккереля представлял собой большой интерес, так как он подробно характеризовал все виды излучений, что было очень важно в изучении природы радиоактивных веществ и в познании строения атома вообще.

Беккереля давно интересовал вопрос о природе радиоактивности. Ученый писал в 1903 году: «радиоактивные тела, и в особенности радий, выделяют энергию во всех известных формах: в виде тепла, света, химических

действий, электрических зарядов,  $\gamma$ -излучения. Они, по видимому, сохраняют в течение неопределенного времени одно и то же состояние, а источник, из которого они черпают испускаемую энергию, нам неизвестен».

Но каков же он, этот источник? Беккерель высказывает свои соображения по поводу гипотезы о природе радиоактивности, высказывает кратко и осторожно, предоставляя возможность высказаться более подробно Пьеру Кюри, которому также предстоит произнести речь как лауреату Нобелевской премии. В самом деле, впервые в научной литературе возможные причины радиоактивности выдвигались Мари Кюри еще в 1899 и 1900 годах, и не исключено, что эти гипотезы были обсуждены совместно с Беккерелем.

Ари Беккерель считал, что фактического материала накоплено недостаточно, чтобы делать какие-нибудь строгие суждения о природе радиоактивности. К этому времени ученый отходит от своих первоначальных взглядов на этот вопрос, и теперь уже, после работ Мари и Пьера Кюри, он считает наиболее правдоподобным, что излучение энергии является результатом медленного изменения атомов радиоактивных веществ. Беккереля интересует вопрос, является ли преобразование атома медленной и самопроизвольной эволюцией, или оно зависит от поглощения внешнего излучения, недоступного нашим чувствам.

На этот вопрос попытался ответить Пьер Кюри 6 июня 1905 года в своей речи перед Шведской академией наук. Он выдвинул две гипотезы о природе радиоактивности.

Первая гипотеза: радиоактивные тела заимствуют излучаемую энергию от внешней радиации; поэтому излучение их является вторичным. Действительно, говорил Пьер Кюри, нет особых возражений против предположения, что все пространство пронизано сильно проникающими излучениями и некоторые тела (те, которые и являются радиоактивными) способны их улавливать.

Вторая гипотеза: радиоактивные вещества черпают выделяемую ими энергию в самих себе. В этом случае они должны медленно и постепенно видоизменяться, хотя некоторые из них сохраняли бы видимую неизменность состояния. Радий, например, за несколько лет выделяет такое огромное количество тепла, которое не

идет ни в какое сравнение с теплом, образующимся при любой химической реакции с таким же количеством вещества. Поэтому можно думать, что преобразование радиоактивных веществ является гораздо более глубоким, чем обычные химические превращения. В химических реакциях атом неизменен; радиоактивные процессы способны перестраивать его, и, следовательно, мы имеем дело с превращением элементов.

И Пьер Кюри делает очень смелый вывод: «Неорганическая материя, безусловно, эволюционирует на протяжении веков и по незыблемым законам». Мы вернемся к этому выводу в конце книги.

И поэтому дальнейшая наша задача — рассмотреть кратко те «последствия», к которым привело великое открытие, сделанное французским ученым Анри Антуаном Беккерелем 1 марта 1896 года.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Открытие радиоактивности Беккерелем дало толчок своеобразной цепной реакции открытий, приведших в итоге к созданию ядерной физики с ее безграничными перспективами, уводящими нас от недр атома к звездам далеких миров, с ее осуществленной фантастикой и могуществом.

И среди этих научных побед в первую очередь следует назвать создание Резерфордом и Содди теории радиоактивного распада атомов. Резерфорд первый объяснил, что выделение энергии радиоактивных веществ происходит за счет превращений атомов химических элементов. Поэтому под радиоактивностью следует понимать самопроизвольное превращение одних атомных ядер в другие.

Естественные радиоактивные процессы, встречающиеся в природе и приводящие к превращению элементов, независимы от воли человека. Но уже вскоре после открытия Беккереля и разгадки природы радиоактивности возникла мысль подчинить человеческой воле таинственные процессы, происходящие в глубинах атома, померяться один на один с силами природы, с огромными могучими силами, скрытыми в крошечной частице материи.

А для этого человеку предстоял поистине титанический труд: разрушить электронную оболочку атома, преодолеть отталкивающее действие ядра, словом, полностью нарушить его структуру. Эта задача казалась почти фантастической. И решил ее первый «волшебник XX века» Эрнест Резерфорд.

Английский ученый нашел остроумный выход из положения, он победил атомное ядро его же собственным оружием. Он вторгся в пределы ядра атома азота, «обстреляв» его альфа-частицами, или ядрами атомов

гелия. И получил кислород! Так в 1919 году английский ученый Резерфорд впервые превратил один элемент в другой. Старинная мечта алхимиков, погребенная в сырых и мрачных подземельях средневековья, возродилась подобно легендарной птице Феникс.

Лет семьдесят назад любой ученый на вопрос, может ли свинец образовываться из урана, ответил бы: «Да это так же абсурдно, как и нелепые попытки алхимиков превратить ртуть в золото!» Современная наука опровергла подобные взгляды. Теперь мы знаем, что свинец образуется из урана, ибо, как писал Пьер Кюри, «неорганическая материя эволюционировала во все времена по неизблемым законам».

Ученым стало известно, что в урановых рудах всегда содержится радий, радон является продуктом альфа-распада радия, а в продуктах превращения радона содержится полоний. И, конечно, в урановых рудах находится ее неперемный спутник — нерадиоактивный свинец. Все эти элементы взаимно связаны невидимой нитью радиоактивных превращений.

Да, в этом незаметном, но великом процессе распадаются атомы урана и тория, полония и радия, актиния и многих других элементов. И человек не в силах приостановить этот неизбежный закон природы. Ни огромная температура порядка тысячи градусов, ни температура, близкая к абсолютному нулю, не сможет изменить этот неизменный процесс. Но разрушение и созидание всегда идут в природе рука об руку. Из распадающихся атомов урана, радия, тория образуются атомы гелия и свинца.

В результате ядерных превращений образуются разновидности химических элементов, имеющие разный атомный вес и радиоактивные свойства, но обладающие одинаковыми химическими и физическими характеристиками, или изотопы, как их назвал в 1910 году английский ученый Содди. Понятие изотопии, введенное им, явилось тоже значительной вехой в истории радиоактивности.

Выяснилось, что все изотопы радиоактивных элементов входят в так называемые радиоактивные семейства, или ряды радиоактивных превращений, и родоначальниками этих семейств являются наиболее долгоживущие изотопы — уран-238, уран-235 и торий-232.

И, наконец, мир узнал об открытии Ирен и Фредериком Жолио-Кюри явления искусственной радиоактивности. Без этого открытия были бы невозможны все последующие успехи ядерной физики. А они оказались поистине потрясающими. И уже в 1934 году Энрико Ферми осуществляет бомбардировку урана медленными нейтронами и получает трансурановые элементы. Ган, Штрисман и Лиза Мейтнер открывают, что ядро атома делимо.

Ядерная физика идет вперед семимильными шагами. Ученые создают ядерные реакторы и мощные ускорители, в которых было получено большое количество искусственных элементов.

На горизонте науки сверкнули новые слова — «ядерная химия», которая подошла к интереснейшей проблеме происхождения элементов в природе и помогла разобраться в вопросе образования атомов.

Теперь мы знаем, как наивны, как далеки были попытки алхимиков от достижений современной физики, которая посредством сложных методов превращает один элемент в другой, освобождает и использует полезную для человека энергию атома. Мы знаем теперь, что, как писал Резерфорд, между средневековыми и «современными алхимиками» ни в целях, ни в средствах нет ничего общего, но в наш век побед человеческого гения, в век, когда люди способны превратить ртуть в золото, мы вспоминаем нередко алхимиков, которые, казалось, бились над невозможным.

Успехи ядерной физики дали возможность ученым глубже познать мир, изучить условия образования атомов, узнать об эволюции нашей планеты и даже всей Вселенной. С помощью радиоактивных изотопов ученые смогли определить возраст Земли. Они пытались сделать это и раньше, прибегая к разным методам, которые давали грубо приближенные результаты. Возраст Земли варьировал по этим расчетам от 20 до 5000 миллионов лет. Метод радиоактивных изотопов внес значительные коррективы: Земля и впрямь оказалась старушкой — ей исполнилось почти 5 миллиардов лет.

Как же ученым удалось это установить?

Для этого давайте вернемся немного назад и вспомним о свинце и уране. Сейчас известно, что два радиоактивных элемента — уран и торий — после длинной

цепи распада превращаются в стабильные изотопы свинца или в так называемый радиогенный свинец.

Зная период полураспада урана и количество свинца, накопившегося в урановой руде, ученые определяют ее возраст.

Главы радиоактивных семейств уран-238, уран-235 и торий-232 обладают самыми большими периодами полураспада — от 10 миллиардов до 700 миллионов лет; они самые «долгоживущие»; они являются «свидетелями» образования Солнечной системы, поэтому ученые и выбрали их в качестве своеобразного эталона времени для определения возраста Земли и горных пород. По словам Ирен Жолио-Кюри, «естественные радиоэлементы представляют собой, с одной стороны, редкие пережитки, время жизни которых настолько продолжительно, что они не исчезли со времени той отдаленной эпохи; с другой стороны, это радиоэлементы, происшедшие от первых путем преемственности. Искусственные радиоэлементы, которые получают в настоящее время, тождественны тем, которые существовали тогда».

Радиоактивность позволила изучать ядерные реакции в земной коре, изучать процессы, протекающие в звездах, и подвела к решению увлекательной проблемы происхождения элементов.

Человек смог искусственно получить одиннадцать элементов тяжелее урана, трансурановых элементов, которых фактически нет в земной коре. И роль их очень велика, нисколько не меньше, чем обычных классических элементов. И вот осуществление искусственного синтеза элементов позволяет сделать предположение, что все химические элементы образовались в результате ядерных реакций в какой-то определенный момент развития Солнечной системы. Радиоактивные изотопы дали возможность человеку заглянуть в глубь веков и помочь историкам и археологам в датировке тех или иных археологических находок.

Роль «радиоактивных часов» в данном случае выполняет радиоактивный углерод-14. С его помощью определяют возраст остатков органического происхождения: угля, дерева, растений, скелета человека и животных. Этот метод сейчас широко используют в археологии и с его помощью датируют образцы, сохранившиеся от исторических и доисторических эпох.



Вездесущие изотопы находят применение и в медицине. Мы помним, как простодушно реагировал Беккерель на свою «встречу» с радием, ожог от которого не проходил в течение длительного времени. Ученый не знал тогда о мощном воздействии радиоактивных веществ на человеческий организм. Иначе он не смог бы так спокойно наблюдать свой эффектный опыт с пробиркой радия, положенной в жилетный карман, когда лучи радия, пройдя через его тело, вызвали сильную фосфоресценцию стоящего за его спиной экрана. Сейчас мы можем подивиться смелости ученого, но это была смелость неведения, так как о лучевой болезни тогда еще ничего не было известно.

Однако очень скоро стали появляться сведения о добрых делах радия, с помощью которого люди стали бороться со страшным врагом — злокачественными опухолями. Физиологическое воздействие радиоактивных веществ явилось одним из первых проявлений этого чудодейственного излучения.

Здесь трудно перечислить все те «последствия», к которым привело открытие радиоактивности. И рассказ о победах человека, сумевшего использовать радиоактивность в своих целях, сам по себе может явиться предметом самостоятельной книги.

Не так уже много времени прошло с того знаменательного дня, когда Беккерель увидел темные пятна на своих проявленных фотопластинках. Урановые лучи прошли через черную непрозрачную бумагу и засветили фотопластинку — и уже это казалось необыкновенным. На самой заре существования радиоактивных излучений ученые могли ставить простые задачи: заставляли их проходить через бумагу, дерево, стекло, мышцы тела. И лучи оставляли на фотопластинках «фотографию невидимого».

Во времена Беккереля даже самый безудержный мечтатель не мог, конечно, предвидеть, что радиоактивные лучи проникнут когда-нибудь сквозь толщу горных пород, заглянут в глубь веков, расскажут людям о тех климатах, которые были в невообразимо далекие времена, помогут человеку в борьбе с тяжким недугом, расскажут об эволюции нашей планеты и всей Вселенной — словом, помогут познать Мир и сделать Человека его властелином.

Как каждый ученый, радуясь открытому им феномену, Беккерель и не догадывался даже, какую сложную задачу поставил он перед человечеством в то солнечное мартовское утро — научиться гуманно использовать могучую энергию радиоактивного излучения, которая может быть и другом, и врагом людей. Анри Беккерель открыл новую область знания, которая, несмотря на огромные достижения в наши дни, еще имеет неограниченные перспективы, ибо природа задает людям вечные загадки.

И вспоминаются слова большого друга и коллеги Беккереля, известного французского ученого А. Пуанкаре: «Как бы ни было разнообразно воображение человека, природа еще в тысячу раз богаче».

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Глава I. Жизнь Анри Беккереля . . . . .	5
Глава II. Анри Беккерель как физик . . . . .	22
Глава III. Звездный час Анри Беккереля . . . . .	31
Был ли первым Анри Беккерель? . . . . .	32
Путеводные нити Беккереля . . . . .	34
Пока еще только гипотезы . . . . .	41
Атом оказался смертным . . . . .	46
Открытие супругов Кюри . . . . .	52
Как Анри Беккерель объяснял открытое им явление . . . . .	55
«Лучевая лихорадка» . . . . .	61
Кто еще имел «ключ» к открытию радиоактивности? . . . . .	67
И лишь Анри Беккерель узнал Неведомое . . . . .	69
Великие успехи физики после открытия радиоактивности . . . . .	70
Заключение . . . . .	77

**Ксения Анатольевна Капустинская**  
**АНРИ БЕККЕРЕЛЬ**

Тематический план 1965 г. № 76

Редактор *К. А. Пиличевская*  
Обложка художника *Н. Я. Вовк*  
Художественный редактор *А. С. Александров*  
Техн. редактор *Н. А. Власова*  
Корректор *Э. А. Авдюшева*

---

Сдано в набор 9. XII. 1964 г.  
Подписано в печать 5. II. 1965 г.  
Бумага 84 × 108<sup>1/32</sup> Физ. печ. л. 2,62  
Привед п. л. 4,37 Уч.-изд. л. 4,12  
Заказ изд. 1117 Тираж 20 000 экз. Зак. тип. 899  
Т-03074 Цена 12 коп.

Атомиздат, Москва, Центр, ул. Кирова, 18

---

Московская типография № 12  
Главполиграфпрома Государственного  
комитета Совета Министров СССР  
по печати  
Цветной бульвар, 30

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
20	17 св.	Серонны.	Сорбонны.
26	17 сн.	действия на молекулы,	взаимодействия молекул.
42	9 св., 20 сн.	Пункаре	Пуанкаре
79	7 св.	Шгриссман	Штрассман