

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ АТОМНОЙ БОМБЫ

Введение

Двадцатый век стал знаменит революциями в социальной сфере и в научном познании законов природы. Мир, в котором мы сейчас живём, в технологическом отношении абсолютно отличается от мира конца 19-го и начала 20-го века. Стремительное изменение условий жизни затронуло практически всё население земного шара. Постоянное внедрение в нашу повседневную жизнь изделий технологического прогресса создало в обществе опасную иллюзию неограниченности человеческого познания, а также легкомысленную уверенность в том, что создание искусственной, по существу, среды обитания не вызовет в окружающем нас мире необратимых последствий, катастрофических для всего живого. В формировании такого взгляда на жизнь не последнюю роль сыграли ученые.

Начало пересмотра привычной картины мироустройства положили открытия в философии и физике. 2400 лет назад греческие философы Люцепиус из Милета и Демокрит из Абдеры выдвинули идею о том, что Вселенная состоит из маленьких частиц - атомов. Они полагали, что все вещи можно разделить на атомы, но сами атомы не могут быть разделены на еще более мелкие части. Современные ученые показали, что Люцепиус и Демокрит были почти правы. Вселенная состоит из маленьких частиц, но многие из этих частиц могут быть разделены на части еще более мелкие. Еще до того как началось исследование ядра, ученые открыли частицы трех видов. Они обнаружили химические частицы, частицы электричества и частицы лучевой энергии. Именно химические частицы сегодня называют атомами. А мельчайшие частицы электричества были обнаружены внутри атомов. В свою очередь, проявление частиц лучевой энергии были зарегистрированы в связи с изменениями, которые происходят в структуре других частиц.

Представление о неделимости атома, о массе, как неизменном количестве вещества, о законах Ньютона, как незыблемых устоях физической картины мира рухнули в промежутке с конца 19-го до первого пятилетия 20 века. Представление о неизменных, неделимых атомах было разрушено открытием радиоактивности.

Глава 1

СТАНОВЛЕНИЕ АТОМНОЙ НАУКИ

В самом конце XIX века Антуан Анри Беккерель, пытавшийся обнаружить рентгеновское излучение при флюоресценции солей урана, открыл беккерелевы лучи. Это было новое физическое явление, которое позднее получило название радиоактивность (radio - испускать лучи, activus - действие). Открытие Беккереля заинтересовало многих, и его исследования были продолжены, помимо самого Беккереля, Марией и Пьером Кюри, Полем Вилларом (во Франции), Эрнестом Резерфордом и Содди в Англии, Эгоном Швейтлером, Стефеном Майером и Отто Ганом в Германии и Австрии.

Уже в самом начале исследований радиоактивности (1897 г.) Мария Склодовская-Кюри писала: «Радиоактивность урановых и ториевых соединений представляется атомными свойствами...» Таким образом, оказалось, что атомы урана, тория и позднее открытых полония и радия не являются мертвыми кирпичиками, а обладают активностью, испускают лучи. Затем Резерфорд, изучая радиоактивность соединений тория, писал, что эти соединения, кроме обычных радиоактивных лучей, «непрерывно испускают какие-то радиоактивные частицы, сохраняющие радиоактивные свойства в течение нескольких минут». Резерфорд назвал эти частицы «эманацией» [1].

«По мнению Резерфорда, - писала в своей диссертации Склодовская-Кюри, - эманация радиоактивного тела представляет собой материальный, радиоактивный газ, выделяющийся из этого тела».

В 1902 г. английские физики Эрнест Резерфорд и Фредерик Содди выпустили статью «Причина и природа радиоактивности». Из своего открытия Резерфорд и Содди делают важные выводы о существовании новых радиоактивных элементов, которые могут быть опознаны по их радиоактивности, даже если они имеются в ничтожно малых количествах. Чуть позже научные выводы Резерфорда и Содди подтвердились. Методы радиохимии, созданные супругами Кюри, Резерфордом и Содди, стали мощным инструментом в открытии новых элементов, позволившим отождествить новый, 101-й элемент - менделевий - в количестве всего 17 атомов.

В своей классической работе Резерфорд и Содди коснулись фундаментального вопроса об энергии радиоактивных превращений. Подсчитывая энергию испускаемых радием альфа-частиц, они приходят к выводу, что «энергия радиоактивных превращений по крайней мере в 20 тысяч раз, а может, даже и в миллион раз превышает энергию любого молекулярного превращения». Резерфорд и Содди считали, что «энергия, скрытая в атоме, во много раз больше энергии освобождающейся при обычном химическом

превращении». Они первыми до конца осознали, что попало им в руки. Уже в 1903 году Содди написал: "Атомная энергия, по всей вероятности, обладает несравненно большей мощностью, чем молекулярная энергия, <...> и осознание этого факта должно заставить нас рассматривать планету, на которой мы живем, как склад взрывчатых веществ, обладающих невероятной взрывной силой" [2]. Таким образом, 1903 год можно считать годом открытия новой формы энергии, которую Резерфорд и Содди назвали «внутриатомной энергией». Открытие радиоактивных превращений и возникновение представления об огромных запасах внутриатомной энергии было одним из самых значимых моментов начавшейся революции в физике.

Итак, за неполные 10 лет наука вплотную приблизилась к разгадке тайны нового источника энергии, имеющего фантастическую силу.

Что заставляло ученых, занимавшихся изучением радиоактивности, делать свою работу порой просто в ужасных условиях?

Вот как выразил основной стимул научной деятельности журнал «Тайм» (в номере от 19 января 1959 г.): «Почти каждый шаг на пути познания закономерностей физического мира находит, в конечном счете, то или иное практическое приложение. Однако физики, как правило, не очень уж интересуются практическим применением своей работы. Многим, может быть, покажется удивительным, что неизбежная польза, которую приносит человечеству труд физиков, обычно не является движущей силой их деятельности. Физиков гораздо больше интересует познание секретов природы, вскрытие сущности физических явлений. Дает это практический «выход» или нет - дело второстепенное. Познание окружающего мира само по себе необычайно важно. Ведь человек - единственное существо, способное к такому познанию. Наше научное познание представляет собой центральную часть современной культуры и цивилизации»

Как показывает история физической науки, вначале учеными действительно двигало любопытство естествоиспытателей и они, на свой страх и риск, вели многолетние исследования даже с опасностью для своего здоровья.

Это хорошо видно на примере жизни Марии Склодовской-Кюри [3], которая начала исследования радиоактивных явлений еще в конце 1897 года, избрав изучение этих явлений темой своей докторской диссертации. В апреле 1898 г. была опубликована ее первая статья по радиоактивности. Она пишет: «... уран, торий и их соединения испускают беккерелевы лучи. Вещества, обладающие этим свойством, я назвала радиоактивными. С тех пор это имя стало общепринятым». Итак, с июля 1898 года, когда был опубликован новый термин в физике, начало жить важное понятие «радиоактивность».

Её муж Пьер Кюри оставил свою тематику и активно включился в работу жены. В заброшенном сарае Школы промышленной физики и химии, превращенном супругами в лабораторию, началась титаническая работа с кусками урановой руды, полученной из Иохимсталля (ныне г. Иохимов). В своей книге «Пьер Кюри» Мария Кюри описывает, в каких условиях велась эта работа: «Мне доводилось обрабатывать за раз до двадцати килограммов первичного материала и в результате уставлять сарай большими сосудами с химическими осадками и жидкостями. Это был изнурительный труд - переносить мешки и сосуды, переливать жидкости из одного сосуда в другой, несколько часов подряд мешать кипящий материал в чугунном сосуде».

Напряженный труд принес щедрые плоды. В 1898 г., используя методы разработанной ими радиохимии, ученым удалось выделить из смоляной руды новое радиоактивное вещество, по своим свойствам близкое к висмуту. Они назвали его полонием по названию страны, из которой один из них был родом. Активность полония оказалась в 400 раз выше активности урана. В декабре того же года появилась статья супругов Кюри и Бемона об открытии еще одного вещества, по химическим свойствам близкого к барию. Было получено хлористое соединение нового элемента, активность которого в 900 раз превышала активность урана. В спектре соединения была обнаружена линия, не принадлежащая ни одному из известных элементов. «Перечисленные нами доводы, - писали в заключение авторы статьи, - заставляют нас думать, что это новое радиоактивное вещество содержит какой-то новый элемент, который мы предлагаем назвать радием».

За свои работы в декабре 1903 г. А. Беккерель, Пьер и Мария Кюри были награждены Нобелевской премией.

Однако, это был не только захватывающе интересный, но и опасный труд. Тогда ученые еще не знали вредного воздействия радиоактивных излучений на живой организм. В итоге тяжелое заболевание крови, развившееся в результате длительного облучения при обращении с радиоактивными растворами, привело Марию Склодовскую-Кюри к преждевременной смерти.

Как будто предчувствуя дальнейшее развитие атомной науки, еще в 1905 году Пьер Кюри предупреждал, что **"в преступных руках радий может быть очень опасным"**, и задавал вопрос: созрело ли человечество для познания этой тайной силы природы?

Развитие физики ядра

Рождение ядерной физики можно отнести к 1911 – 1913 годам. Гипотезу о ядерном строении атома выдвинул в 1904 году Хантаро Нагаока, один из основателей японской физики. В 1908 – 1909 годах работавшие в Манчестере у Резерфорда Ханс Гейгер и Эрнест Марсден установили, что при прохождении альфа-частиц сквозь тонкие пластинки из металлической фольги подавляющее большинство пролетает навылет, но единичные частицы отклоняются на углы больше 90 градусов, или, попросту говоря, отражаются. Отсюда Резерфорд в 1911 году делает вывод о том, что такое возможно лишь в случае, если "атом содержит центральный заряд (ядро), распределенный в очень малом объеме" [2]. В том же 1913 году Нильс Бор, работавший в Манчестере у Резерфорда, положил ядерную модель в основу своей квантовой теории атома.

В 1919 году Резерфорд делает несколько важных открытий. Во-первых, он видит, что при воздействии альфа-частиц на атомы легких газов происходят ядерные превращения, а значит, понимает он, их можно вызвать искусственно. Во вторых, при этом в ряде случаев испускаются положительно заряженные частицы, которые служат основными структурными элементами ядер (Резерфорд назвал их протонами). И, наконец, его логика подсказывает ему, что должен существовать еще один структурный элемент ядра, а точнее – нейтральная частица с массой, равной массе протона, и эта частица, как пророчески заметил Резерфорд, должна "свободно проникать в структуру атомов", а посему стать "новым эффективным инструментом ее исследования" [2].

Эту частицу в 1932 году открывает Джеймс Чедвик. Исследователь получил нейтрон, предсказанный Резерфордом, его учителем по Кембриджу. И едва этот "эффективный инструмент" попал в руки физиков, как открытия стали происходить одно за другим.

Когда у наиболее упорных и талантливых одиночек появились практические результаты с выходом на новый уровень знания физического мира, наступил второй этап развития атомной науки – этап интенсивного штурма фундаментальных основ физики. В работу сразу включились целые группы их энергичных коллег. Атомная наука стала разрабатываться, как золотой прииск слетевшимися отовсюду старателями.

На втором этапе открытия пошли лавиной. Дмитрий Дмитриевич Иваненко (СССР) и Вернер Гейзенберг (Германия) создают протонно-нейтронную модель атомного ядра. Ученики Резерфорда Джон Кокрофт и Эрнест Уолтон расщепляют ядра лития протонами, ускоренными с помощью электростатического ускорителя. В США Гаролд Юри с сотрудниками открывают дейтерий, тяжелый изотоп водорода. Еще один американец, Карл Андерсон, открывает в космических лучах позитрон, положительно заряженный аналог электрона.

В 1933 году Патрик Блэккетт и Джузеппе Оккиалини подтверждают открытие Андерсона. Гилберт Льюис и Р. Макдональд в США открывают тяжелую воду. Практически одновременно - во Франции (Ирэн и Фредерик Жолио-Кюри), в Англии (Блэккетт, Оккиалини и Чедвик), в США (Андерсон) и в Германии (Л. Мейтнер) - обнаруживают рождение электронно-позитронных пар из жестких гамма квантов вблизи ядер достаточно тяжелых элементов.

В 1934 году Энрико Ферми, добавив гипотезу Вольфганга Паули о нейтрине (безмассовой нейтральной частице, вылетающей при бета-распаде) к протонно-нейтронной модели ядра, создает теорию бета-распада. Тот же Ферми публикует первые работы по облучению урана медленными нейтронами, где приходит к выводу, что ему удалось получить новые элементы номер 93 и 94 (их химическую идентификацию провести Ферми не удалось – не было достаточного количества этих веществ для проведения анализа).

Ирэн и Фредерик Жолио-Кюри экспериментально открывают явление искусственной радиоактивности химических элементов.

Ида Ноддак (Германия) теоретически предсказывает возможность деления ядер урана.

Лео Сциллард в Англии высказывает мысль о цепной ядерной реакции при облучении бериллия нейтронами, что, как он считает, можно использовать для получения мощной взрывчатки нового типа.

Маркус Олифант, Пол Хартек и Резерфорд открывают тритий, сверхтяжелый изотоп водорода.

Прорыв в ядерной физике за эти три года оказался таким значительным, что уже в 1934 году, как это видно из сегодняшнего дня, физики имели все теоретические предпосылки для создания атомной бомбы – деление урана, цепной характер этого деления и, по сути, уже открытый плутоний. Однако потребовалось еще несколько лет исследований физиков в содружестве с химиками, чтобы открыть феномен деления урана с помощью медленных нейтронов.

В 1938 году группа молодых итальянских физиков, возглавляемых Энрико Ферми, в качестве снарядов для бомбардировки ядер урана (92-й порядковый номер в таблице Менделеева) стала использовать нейтроны. И когда они «обстреляли» нейтронами уран, то установили, что после захвата нейтрона ядро урана превращается в совершенно новый, в природе неизвестный элемент с атомным номером 93.

Далее вперед вышли немцы. Отто Ган и Фриц Штрассман уверенно фиксируют расщепление ядра урана под действием медленных нейтронов. А теоретическое объяснение явлению дают Лиза Мейтнер и Отто Фриш. Они же в очередной раз, но теперь не умозрительно, а физически доказательно, указывают на то, что деление ядер должно сопровождаться высвобождением огромных количеств энергии, и Фриш это подтверждает экспериментально [2].

Как подсчитали Лиза Мейтнер и Отто Фриш, при расщеплении одного атома урана должно выделиться энергии в 50 миллионов раз больше, чем при обычном сгорании одного атома водорода в кислороде. Фриш догадался использовать осциллограф для регистрации выделяющейся при делении ядра урана энергии, поэтому сомнения в ее мощности не было - таких всплесков на экране никогда не приходилось наблюдать ранее.

На следующий день Фриш и Мейтнер написали статью «Деление урана с помощью нейтронов – новый тип ядерной реакции». В статье указывалось на возможность деления ядра урана, после захвата нейтрона, на два ядра других элементов. Так как после деления ядра новые элементы первоначально будут находиться в непосредственной близости друг от друга, и будут нести заряд одного знака (плюс), то последует их взаимное отталкивание с огромной кинетической энергией. И она будет в 20 миллионов раз превосходить взрывчатую силу тротила.

Итак, атом урана расщеплен. Какие это может иметь практические последствия? О том, что при ядерных превращениях выделяется значительное количество энергии, знали еще в 1919 году благодаря экспериментам Резерфорда. Однако именно Резерфорд проявлял до конца дней своих обоснованный скепсис в отношении практического использования этой энергии. По словам Эйнштейна, пытаться разбивать ядро элемента частицами, это все равно, что «стрелять птиц в темноте, к тому же если их вообще немного». Эта фраза Эйнштейна точно характеризовала реальное положение вещей при бомбардировке атома альфа-частицами. В экспериментах Резерфорда из миллиона альфа-частиц только одна попадала в ядро азота и вызывала реакцию превращения.

Но сейчас эта проблема выглядела уже по-иному. Выступая в аудитории университета имени Джорджа Вашингтона, Энрико Ферми дал понять, что по всей вероятности при расщеплении урана испускаются нейтроны. Это существенно меняло дело, поскольку при этом возможно возникновение цепной реакции, когда испускаемые при делении ядра нейтроны вызывают деление других ядер и процесс этот продолжается. Такой реакцией можно даже управлять.

Если ранее рождение открытий в исследованиях по физике атома разделялось годами, то с этого момента судьбу исследований стали решать дни, и даже часы.

С начала 1939 года новое явление изучают сразу в Англии, Франции, США и Советском Союзе. Нильс Бор и Джон Уилер в Соединенных Штатах, и Яков Ильич Френкель в СССР предлагают теорию деления ядер и почти сразу выясняется цепной характер реакции деления. Появляется понятие критической массы урана, при достижении которой начинается процесс деления (Френсис Перрен, Франция). Выясняется решающая роль изотопа урана-235, составляющего в природной урановой смеси всего 0,71% (Нильс Бор). Открывают два новых трансурановых элемента, 93-й и 94-й – нептуний и плутоний (Эдвин Макмиллан, Филипп Абельсон, Гленн Сиборг, США), и устанавливают, что плутоний так же хорошо делится под действием нейтронов, как и уран-235 (Джозеф Кеннеди, Сиборг, Эмилио Сегре, Артур Валь, США). Эти события замкнули логическую цепочку, содержащую все основные знания необходимые для управляемого извлечения энергии ядра. После осознания этого факта неизбежно возникла и стала обсуждаться идея о создании «ядерной взрывчатки».