

ИСКУССТВЕННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПО-
ТОКОМ БЫСТРЫХ ПРОТОНОВ

Телеграф принес известие о том, что в лаборатории Резерфорда двумя его молодыми сотрудниками Коккрофтом и Уолтоном осуществлено искусственное превращение некоторых легких элементов под действием быстро движущихся протонов. Этот новый крупный успех явился завершением попыток, сделанных в различных лабораториях и имевших целью перейти от естественного источника быстрых частиц, каким являются радиоактивные препараты, использованные Резерфордом, а также Петерсоном и Киршем в их первых работах, к искусственному источнику, доступному управлению со стороны экспериментатора. Таким источником является поток быстрых протонов, несущийся в разрядной трубке и ускоряемый наложенным на трубку напряжением. Легко понять огромное преимущество такого метода. Не говоря уже о возможности управления источником, позволяющей в широких пределах варьировать условия опыта, такой источник представляет огромное преимущество в отношении мощности. В самом деле, количество α -частиц, выпускаемых в секунду по всем направлениям одним граммом радия в равновесии с продуктами его распада, составляет $3,7 \times 10^{10}$. Следовательно, даже самые сильные источники α -частиц, применявшиеся в действительных опытах, не дают во всяком случае больше, чем в 10^9 α -частиц. Легко видеть, что при токе в 1 микроампер количество протонов в разрядной трубке, переносящих этот ток, будет 3×10^{12} , т. е. во всяком случае в 1000 раз больше, нежели число α -частиц от самого сильного из применявшихся радиоактивных препаратов. Если к этому

еще присоединить чрезвычайно существенное обстоятельство, что упомянутое число протонов не разбрасывается по всем направлениям, но несется внутри определенного малого телесного угла, это дает дальнейшее и притом весьма значительное увеличение относительной мощности источника по сравнению с радиоактивными препаратами. Исходя из этих соображений, довольно значительное количество исследователей почти во всех странах мира пытались разработать соответствующую экспериментальную методику искусственного превращения элементов. При этом все исследователи исходили из той казавшейся очевидной предпосылки, что для осуществления искусственного превращения необходимо бомбардирующие частицы разогнать до грандиозных скоростей, исчисляемых во всяком случае миллионами вольт. Было разработано значительное количество схем для удобного получения сверхвысоких напряжений, причем была даже сделана попытка воспользоваться для этого высокими потенциалами, заимствованными у грозowego электричества; в других случаях были придуманы остроумные схемы, позволяющие создавать нужные скорости протонов порядка миллиона вольт при помощи очень простых средств с первичными источниками напряжения, дающими всего несколько тысяч вольт. Обзор этих методов будет дан в одном из ближайших выпусков „Успехов“.

Однако положительные результаты с искусственным превращением элементов при помощи ускоренных таким образом протонов были впервые получены в той же Кэвендишеской лаборатории, где было открыто 13 лет назад и самое явление искусственного превращения элементов. В настоящий момент (конец мая 1932 г.) детали опытов еще не описаны. Результаты их однако сообщены в двух небольших сообщениях Коккрофта и Уолтона, напечатанных в *Nature*, а также в отчете о дискуссии, состоявшейся в Королевском обществе 28 апреля 1932 г. Так как эти сообщения очень коротки, то мы приведем их полностью.

Первое сообщение, опубликованное 13 февраля и датированное 2 февраля, называется: „Искусственное получение быстрых протонов“:

„В Кэвендишевской лаборатории организована лаборатория высоких потенциалов для изучения свойств положительных ионов больших скоростей. Потенциал от трансформатора высокого напряжения выпрямляется и увеличивается в четыре раза при помощи специального расположения выпрямителей и конденсаторов, дающих постоянный рабочий потенциал в 800 киловольт. При этом получают токи порядка 1 миллиампера при потенциале, сохраняющем постоянство в пределах 1 — 2%.

Протоны из разряда в водороде направляются вдоль оси двух стеклянных цилиндров диаметром в 35 см и длиной 90 см и ускоряются постоянным потенциалом выпрямителя. После этого они проходят в экспериментальную камеру при атмосферном давлении через слюдяное окошко с задерживающей силой, эквивалентной 1 миллиметру воздуха. При этом легко можно наблюдать люминисценцию воздуха.

Пробеги протонов в воздухе и водороде измерялись при помощи флуоресцирующего экрана в качестве детектора. Пробег в воздухе при нормальных условиях протона, имеющего скорость 10^9 см/сек., был найден равным 8,2 мм, между тем как соответствующий пробег для водорода был 3,2 см. Наблюдаемые пробеги в общем подкрепляют заключение Блеккета об относительных пробегах протонов и α -частиц, хотя абсолютное значение пробегов для обоих газов меньше теоретических. Пробеги и тормозящая способность измерялись более тщательно ионизационным методом.

Максимальная энергия протонов, полученных до сих пор, была 710 киловольт при скорости $1,16 \times 10^9$ см/сек., а соответствующий пробег в воздухе 13,5 мм. Мы не видим никаких трудностей в работе с нашим аппаратом при потенциалах до 800 киловольт“.

Следующее сообщение, датированное 16 апреля 1932 г., носит название „Разложение лития быстрыми протонами“. Сообщение гласит:

„В предыдущем сообщении мы описали метод получения постоянного потока быстрых протонов с энергиями до 600 киловольт путем наложения высоких потенциалов; мы описали также опыты с измерением пробега этих протонов

вне трубки. Мы воспользовались тем же самым методом для того, чтобы исследовать эффект, происходящий вследствие бомбардировки слоя лития потоком этих ионов, причем литий был расположен внутри трубки под углом 45° к пучку. Сбоку трубки имелось окошко, заклеенное слюдой, с тормозящей способностью, эквивалентной 2 см воздуха, и возникновение излучения лития исследовалось методом сцинтилляций вне трубки. Толщина слюдяного окошка была значительно больше той, какая необходима для того, чтобы не позволить рассеянными протонами проникнуть наружу при наивысших применяемых потенциалах.

Когда наложенный потенциал достигал примерно 120 киловольт, внезапно наблюдалось появление некоторого количества ярких сцинтилляций, число которых быстро возрастало вместе с потенциалом вплоть до наивысшего применявшегося потенциала, а именно до 400 киловольт. При этих условиях наблюдалось несколько сот сцинтилляций в минуту, когда ток протонов составлял несколько микроампер. Никаких сцинтилляций не наблюдалось, когда ток протонов выключался или когда литий загоразивался от него металлическим экраном. Пробег частиц измерялся введением слюдяных экранов на пути лучей; он был найден равным приблизительно 8 см в воздухе и заметно не изменялся при изменении потенциала.

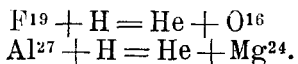
Для того чтобы выяснить природу этих частиц, были произведены опыты с камерой Вильсона-Шимизу, причем были наблюдаемы пути, напоминающие пути α -частиц, и пробеги, найденные из измерения этих путей, близко совпадали с найденными по сцинтилляциям. Было оценено, что при 250 киловольт 1 частица получается примерно на 10^9 протонов.

Яркость сцинтилляций и толщина путей, наблюдаемых в камере Вильсона, внушают мысль, что эти частицы являются нормальными α -частицами. Если эта точка зрения окажется справедливой, то представляется не невероятным, что изотоп лития с массой 7 случайно захватывает протон и получающееся ядро с массой 8 распадается на две α -частицы, каждая с массой 4 и каждая с энергией приблизительно восемь миллионов вольт-электронов. Выделение

энергии, согласно этому взгляду, составляет около 16 миллионов вольт-электронов на акт распада, что приблизительно совпадает с вычисленным по уменьшению атомной массы, происходящему при этом разложении.

Экспериментальное исследование явлений, получающихся в других элементах при бомбардировке потоком быстрых протонов и других частиц, в настоящее время — в ходу.

Некоторые дальнейшие сведения о результатах работы Кэвендишеской лаборатории в том же направлении имеются в кратком отчете о дискуссии на тему „Строение атомных ядер“, состоявшейся 28 апреля в Королевском обществе. Опыты были продолжены с другими элементами, причем было найдено, что бериллий, бор, углерод, возможно азот, фтор и алюминий — все дают частицы с характерным пробегом и с большей энергией, нежели налетающие протоны. Кислород и медь не дали эффекта. Разложение бора и алюминия начинается уже при энергии протонов в 150 киловольт, между тем как для других элементов необходимо больше 300 киловольт для того, чтобы получить заметный эффект. Таким образом представляется весьма вероятным, что значительное большинство легких элементов может быть разложено бомбардировкой протонами. Окончательных данных о природе получающихся при этом продуктов еще не имеется. Можно высказать по поводу них весьма вероятные предположения. Так например, для фтора и алюминия можно ожидать следующих процессов:



Однако никаких экспериментальных данных, подтверждающих эти предположения, пока еще не имеется.

Несомненно, что изложенные здесь результаты вместе с открытием нейтронов представляют собою начало новой эпохи в исследовании строения атомного ядра. Вот почему мы сочли необходимым ознакомить читателей „Успехов“ с теми еще немногочисленными предварительными данными, которые в настоящее время имеются.

Э. Шпольский.