

Когда выяснилось, что ядра атомов имеют сложное строение, встал вопрос о том, из каких именно частиц они состоят.

В 1913 г. Резерфорд выдвинул гипотезу о том, что одной из частиц, входящих в состав атомных ядер всех химических элементов, является ядро атома водорода.

Основанием для такого предположения послужил ряд появившихся к тому времени фактов, полученных опытным путём. В частности, было известно, что массы атомов химических элементов превышают массу атома водорода в целое число раз (т. е. кратны ей).

В 1919 г. Резерфорд поставил опыт по исследованию взаимодействия α -частиц с ядрами атомов азота.

В этом опыте α -частица, летящая с огромной скоростью, при попадании в ядро атома азота выбивала из него какую-то частицу. По предположению Резерфорда, этой частицей было ядро атома водорода, которое Резерфорд назвал *протоном* (от греч. *prótos* — первый). Но поскольку наблюдение этих частиц велось методом сцинтилляций, то нельзя было точно определить, какая именно частица вылетала из ядра атома азота.

Удостовериться в том, что из ядра атома действительно вылетал протон, удалось только несколько лет спустя, когда реакция взаимодействия α -частицы с ядром атома азота была проведена в камере Вильсона.

Через прозрачное круглое окошко камеры Вильсона даже невооружённым глазом можно увидеть треки (т. е. траектории) частиц, быстро движущихся в ней (рис. 161).

На рисунке видны расходящиеся веером прямые. Это следы α -частиц, которые пролетели сквозь пространство камеры, не испытав соударений с ядрами атомов азота. Но след одной α -частицы раздваивается, образуя так называемую «вилку». Это означает, что в точке раздвоения трека произошло взаимодействие α -частицы с ядром атома азота, в результате чего образовались ядра атомов кислорода и водорода. То, что образуются именно эти ядра, было выяснено по характеру искривления треков при помещении камеры Вильсона в магнитное поле.

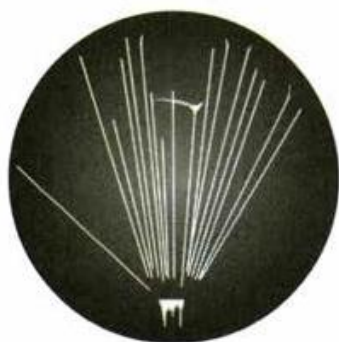
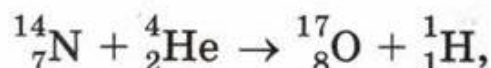


Рис. 161. Фотография треков заряженных частиц, полученных в камере Вильсона

Реакцию взаимодействия ядра азота с α -частицами с образованием ядер кислорода и водорода записывают так:



где символом ${}^1_1\text{H}$ обозначен протон, т. е. ядро атома водорода, с массой, приблизительно равной 1 а. е. м. (точнее, 1,0072765 а. е. м.), и положительным зарядом, равным элементарному (т. е. модулю заряда электрона). Для обозначения протона используют также символ 1_1p .

В дальнейшем было исследовано взаимодействие α -частиц с ядрами атомов других элементов: бора (B), натрия (Na), алюминия (Al), магния (Mg) и многих других. В результате выяснилось, что из всех этих ядер α -частицы выбивали протоны. Это давало основания полагать, что протоны входят в состав ядер атомов всех химических элементов.

Открытие протона не давало полного ответа на вопрос о том, из каких частиц состоят ядра атомов. Если считать, что атомные ядра состоят только из протонов, то возникает противоречие.

Покажем на примере ядра атома бериллия (${}^9_4\text{Be}$), в чём заключается это противоречие.

Допустим, что ядро ${}^9_4\text{Be}$ состоит только из протонов. Поскольку заряд каждого протона равен одному элементарному заряду, то число протонов в ядре должно быть равно зарядовому числу, в данном случае четырём.

Но если бы ядро бериллия действительно состояло только из четырёх протонов, то его масса была бы приблизительно равна 4 а. е. м. (так как масса каждого протона приблизительно равна 1 а. е. м.).



ДЖЕЙМС ЧЕДВИК

(1891—1974)

Английский физик-экспериментатор. Работы в области радиоактивности и ядерной физики. Открыл нейтрон

Однако это противоречит опытным данным, согласно которым масса ядра атома бериллия приблизительно равна 9 а. е. м.

Таким образом, становится ясно, что в ядра атомов помимо протонов входят ещё какие-то частицы.

В связи с этим в 1920 г. Резерфордом было высказано предположение о существовании электрически нейтральной частицы с массой, приблизительно равной массе протона.

В начале 30-х гг. XX в. были обнаружены неизвестные ранее лучи, которые называли *бериллиевым излучением*, так как они возникали при бомбардировке α -частицами бериллия.

В 1932 г. английский учёный *Джеймс Чедвик* (ученик Резерфорда) с помощью опытов, проведённых в камере Вильсона, доказал, что бериллиевое излучение представляет собой поток электрически нейтральных частиц, масса которых приблизительно равна массе протона. Отсутствие у исследуемых частиц электрического заряда следовало, в частности, из того, что они не отклонялись ни в электрическом, ни в магнитном поле. А массу частиц удалось оценить по их взаимодействию с другими частицами.

Эти частицы были названы *нейтронами*. Нейтрон принято обозначать символом 1_0n . Точные измерения показали, что масса нейтрона равна 1,0086649 а. е. м., т. е. чуть больше массы протона. Во многих случаях массу нейтрона (как и массу протона) считают равной 1 а. е. м. Поэтому вверху перед символом нейтрона ставят единицу. Нуль внизу означает отсутствие электрического заряда.

? Вопросы

1. Какой вывод был сделан на основании фотографии треков частиц в камере Вильсона (см. рис. 161)?
2. Как иначе называется и каким символом обозначается ядро атома водорода? Каковы его масса и за-

ряд? **3.** Какое предположение (относительно состава ядер) позволяли сделать результаты опытов по взаимодействию α -частиц с ядрами атомов различных элементов? **4.** К какому противоречию приводит предположение о том, что ядра атомов состоят только из протонов? Поясните это на примере. **5.** Как было доказано отсутствие у нейтронов электрического заряда? Как была оценена их масса? **6.** Как обозначается нейтрон, какова его масса по сравнению с массой протона?



УПРАЖНЕНИЕ 47

Рассмотрите запись ядерной реакции взаимодействия ядер азота и гелия, в результате чего образуются ядра кислорода и водорода. Сравните суммарный заряд взаимодействующих ядер с суммарным зарядом ядер, образованных в результате этого взаимодействия. Сделайте вывод о том, выполняется ли закон сохранения электрического заряда в данной реакции.