

Строение ядра

Темы кодификатора ЕГЭ: нуклонная модель ядра, заряд ядра, массовое число ядра.

После опытов Резерфорда, прояснивших устройство атома, возник естественный вопрос: из чего состоит атомное ядро? Ответа пришлось ждать двадцать лет — до открытия нейтрона.

Ядро самого простого атома водорода, как вы помните, было названо *протоном*. Протон имеет положительный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл (равный по модулю заряду электрона) и массу $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг. Масса протона примерно в 1836 раз больше массы электрона.

Нейтрон был открыт в 1932 году английским физиком Джеймсом Чедвиком. Масса нейтрона $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27}$ кг оказалась очень близка к массе протона. Однако, в отличие от протона, нейтрон не имеет электрического заряда.

Открытие нейтрона послужило ключом к пониманию устройства атомного ядра.

Нуклонная модель ядра

Сразу после открытия нейтрона несколько физиков одновременно высказали идею *протонно-нейтронной*, или *нуклонной*, модели ядра. Согласно этой модели *ядро состоит из протонов и нейтронов*. Будучи «кирпичиками», из которых строится ядро, протоны и нейтроны получили общее название *нуклонов*¹.

Модель атомного ядра показана² на рис. 1. Красным цветом условно изображены протоны, чёрным — нейтроны.

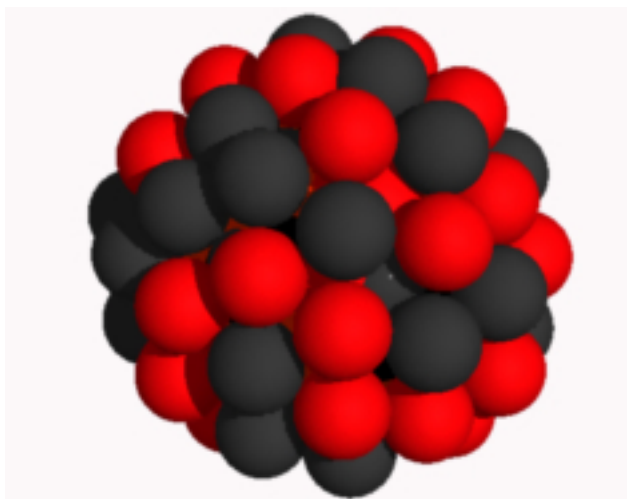


Рис. 1. Модель ядра атома

Число протонов в ядре называется *зарядовым числом* и обозначается Z . *Заряд ядра*, следовательно, равен Ze . Поскольку атом в целом электрически нейтрален, величина Z совпадает с числом электронов в атоме. Зарядовое число, таким образом, есть не что иное, как порядковый номер химического элемента в таблице Менделеева.

Общее число нуклонов в ядре называется *массовым числом* и обозначается A . Число нейтронов в ядре тогда будет равно $A - Z$.

¹От лат. *nucleus* — ядро.

²Изображение с сайта alternativephysics.org.

Запись A_ZX означает, что в ядре элемента X содержится A нуклонов, из которых Z являются протонами. Например, ядро алюминия ${}^{27}_{13}\text{Al}$ состоит из 27 нуклонов, а именно из 13 протонов и 14 нейтронов. Ядро гелия ${}^4_2\text{He}$ — так называемая α -частица — состоит из двух протонов и двух нейтронов.

Изотопы

Что будет, если изменить число нейтронов ядре? Какие-то свойства вещества в результате должны поменяться — например, плотность. Однако все химические свойства при этом останутся прежними — ведь за них отвечает зарядовое число Z , а оно-то не менялось!

Изотопы — это разновидности одного и того же химического элемента, различающиеся числом нейтронов в ядре.

Например, у водорода три изотопа: обычный ${}^1_1\text{H}$, дейтерий ${}^2_1\text{H}$ и тритий ${}^3_1\text{H}$. А химический элемент уран имеет 26 изотопов! В природе наиболее распространён уран ${}^{238}_{92}\text{U}$, а в атомной энергетике и ядерном оружии используется уран ${}^{235}_{92}\text{U}$.

Изотопы совершенно идентичны в отношении химических свойств, и их невозможно разделить никакими химическими методами. Оказывается, почти любой элемент таблицы Менделеева представляет собой смесь изотопов в различных пропорциях — вот почему атомные массы химических элементов не равны целым числам. Как правило, атомная масса всё же достаточно близка к целому числу, поскольку в природе доминирует изотоп именно с такой атомной массой (например, в природном уране доля изотопа ${}^{238}_{92}\text{U}$ составляет 93%; соответственно, в таблице Менделеева мы видим атомную массу урана, равную 238,03). Но бывают и исключения: так, атомная масса хлора равна 35,5.

Изотопы могут различаться также своими радиоактивными свойствами: у одного и того же химического элемента могут быть как стабильные изотопы, так и подверженные радиоактивному распаду (например, углерод ${}^{12}_6\text{C}$ стабилен, а изотоп ${}^{14}_6\text{C}$ — радиоактивен). Собственно, именно это наблюдение — что вроде бы одно и то же вещество бывает то радиоактивным, то нет — и навело в своё время на мысль о существовании изотопов. Радиоактивность будет темой следующего листка.