

# Деление урана: от Клапрота до Гана

А. ВАСИЛЬЕВ

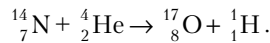
Вильгельм Клапрот (1789) → Анри Беккерель (1896) → Пьер и Мария Кюри (1898) →  
Эрнест Резерфорд (1911) → Ганс Бете (1932) → Джеймс Чедвик (1932) →  
Ирен и Фредерик Жолио-Кюри (1934) → Энрико Ферми (1935) →  
Лизе Мейтнер, Фриц Штрассман, Отто Ган (1938)

**Д**ЕВЯНОСТО ВТОРОЙ ЭЛЕМЕНТ периодической таблицы Менделеева уран был открыт Вильгельмом Клапротом в 1789 году. Через сто с лишним лет, в 1896 году, Анри Беккерель обнаружил, что уран радиоактивен, а еще через два года супруги Пьер и Мария Кюри выделили из урановой руды два новых химических элемента – полоний и радий. Как оказалось, радиоактивность радия в миллион раз превышала радиоактивность естественного урана. Свойство радиоактивности заключается в том, что радиоактивные элементы излучают либо  $\alpha$ -, либо  $\beta$ -частицы и превращаются в другие элементы. Как показал Резерфорд,  $\alpha$ -частицы представляют собой двукратно положительно заряженные ядра гелия, а  $\beta$ -частицы – это отрицательно заряженные электроны.

Окончательно постулат о неделимости и неизменности химических элементов завершил свое существование при появлении гипотезы Резерфорда и Содди о распаде атомов. Уже на заре изучения радиоактивности были установлены три цепочки радиоактивного распада. Две из них начинались от урана, а одна – от девяностого элемента тория. Периоды полураспада не управлялись никакими физическими и химическими воздействиями, а конечным продуктом всех этих цепочек был свинец. (Факт существования двух различных цепочек распада урана был понят лишь в результате многолетней интенсивной работы ученых разных стран.)

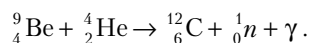
Вначале Резерфорду в 1911 году с помощью бомбардировки ядер  $\alpha$ -

частицами удалось преобразовать один элемент в другой, как это видно, например, из реакции



Впоследствии было открыто много таких реакций, однако не с тяжелыми элементами – они эффективно отталкивали  $\alpha$ -частицы.

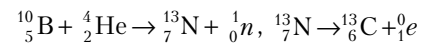
Затем в 1932 году были открыты позитрон, тяжелый водород и, наконец, нейтрон. Облучая бериллий  $\alpha$ -частицами, Бете и Беккер в Германии обнаружили сильно проникающее излучение, которое они приняли за  $\gamma$ -лучи. Жолио-Кюри показал, однако, что эти лучи выбивают протоны из водородосодержащих соединений, что невозможно для  $\gamma$ -излучения. То, что сильно проникающим излучением являются нейтроны, показал Чедвик, изучая реакцию



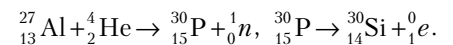
С открытием нейтронов прояснился, наконец, долго мучивший химиков вопрос дробных масс элементов, т.е. существования изотопов. Оказалось, что и уран имеет два основных изотопа:  ${}^{235}_{92}\text{U}$  и  ${}^{238}_{92}\text{U}$  – они и являются родоначальниками двух радиоактивных цепочек.

Открытие Чедвика позволило использовать при бомбардировке атомных ядер не только  $\alpha$ -частицы, но и нейтроны. Между двумя этими процессами вскоре обнаружилось существенное различие. Бомбардировка  $\alpha$ -частицами почти всегда приводила к образованию стабильных атомов, если при этом происходило также излучение протона. Если же при бомбардировке атомов  $\alpha$ -частицами

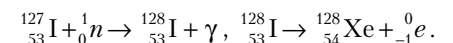
происходило излучение нейтрона, то наряду с ним также излучался позитрон. Излучение позитрона иногда происходило уже после того, как облучение  $\alpha$ -частицами прекращалось. Наблюдение таких реакций Ирен и Фредериком Жолио-Кюри в 1934 году предопределило открытие искусственной радиоактивности. Первыми такими реакциями стали:



и



Исключительно важное значение нейтронов для проведения ядерных реакций осознал Ферми. Его команда облучила нейтронами почти все элементы периодической системы и открыла множество искусственных радиоактивных элементов. Например:



На этом пути Ферми добрался до урана и, облучая его нейтронами, обнаружил множество трансмутантов. Некоторые из вновь полученных продуктов облучения обладали очень малыми периодами полураспада. Поскольку многие из этих продуктов излучали электроны, Ферми предположил, что он получил 93-й и 94-й трансурановые элементы. Предположение Ферми, однако, было принято научной общественностью с осторожностью, причем многие полагали, что наиболее надежно установленный так называемый 13-минутный элемент был на самом деле протактинием – элементом с номером 91.

Лизе Мейтнер и Отто Ган решили перепроверить эксперимент Ферми