

Министерства Высшего и Среднего Специального образования  
Республики Узбекистан

Ташкентский государственный технический университет

Факультет Электроники и Автоматики

Кафедра «Общей физики»

# Реферат

Тема: Открытие нейтрона. Ядерные реакции под действием  
нейтронов

Выполнил: студент группы 7-14 М.Исмоилов  
Принял: ст. преп. А.Эшқулов

Ташкент-2015

# Открытие нейтрона

## ядерные реакции под действием нейтронов

### ПЛАН

1. Открытие нейтрона
2. Медленные нейтроны

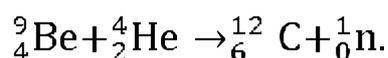
### Открытие нейтрона

Нейтроны, являясь электрически нейтральными частицами, не испытывают кулоновского отталкивания и поэтому легко проникают в ядра и вызывают разнообразные ядерные превращения. Изучение ядерных реакций под действием нейтронов не только сыграло огромную роль в развитии ядерной физики, но и привело к появлению ядерных реакторов. Краткая история открытия нейтрона такова. Немецкие физики В. Боте (1891 — 1957) и Г. Беккер в 1930 г., облучая ряд элементов, в частности ядра бериллия,  $\alpha$ -частицами, обнаружили возникновение излучения очень большой проникающей способности. Так как сильно проникающими могут быть только нейтральные частицы, то было высказано предположение, что обнаруженное излучение — жесткие  $\gamma$ -лучи с энергией примерно 7 МэВ (энергия рассчитана по поглощению).

Дальнейшие эксперименты (Ирен и Фредерик Жолио-Кюри, 1931 г.) показали, что обнаруженное излучение, взаимодействуя с водородосодержащими соединениями, например парафином, выбивает протоны с пробегами примерно 26 см. Из расчетов

следовало, что для получения протонов с такими пробегами предполагаемые  $\gamma$ -кванты должны были обладать фантастической по тем временам энергией 50 МэВ вместо расчетных 7 МэВ!

Пытаясь найти объяснение описанным экспериментам, английский физик Д.Чэдвик (1891 — 1974) предположил (1932), а впоследствии доказал, что новое проникающее излучение представляет собой не  $\gamma$ -кванты, а поток тяжелых нейтральных частиц, названных им нейтронами. Таким образом, нейтроны были обнаружены в следующей ядерной реакции:



Эта реакция не является единственной, ведущей к выбрасыванию из ядер нейтронов (например, нейтроны возникают в реакциях.



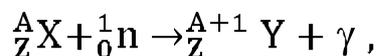
Характер ядерных реакций под действием нейтронов зависит от их скорости (энергии). В зависимости от энергии нейтроны условно делят на две группы: медленные и быстрые. Область энергий медленных нейтронов включает в себя область ультрахолодных (с энергией до  $10^{-7}$  эВ), очень холодных ( $10^{-7}$ —  $10^{-4}$  эВ), холодных ( $10^{-4}$ — $10^{-3}$  эВ), тепловых ( $10^{-3}$ — $0,5$  эВ) и резонансных ( $0,5$  —  $10^4$  эВ) нейтронов. Ко второй группе можно отнести быстрые ( $10^4$ —  $10^8$  эВ), высокоэнергетичные ( $10^8$ —  $10^{10}$  эВ) и релятивистские ( $\geq 10^{10}$  эВ) нейтроны.

Замедлить нейтроны можно пропуская их через какое-либо вещество, содержащее водород (например, парафин, вода). Проходя

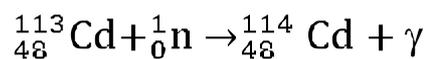
через такие вещества, быстрые нейтроны испытывают рассеяние на ядрах и замедляются до тех пор, пока их энергия не станет равной, например, энергии теплового движения атомов вещества замедлителя, т. е. равной приблизительно кТ.

### Медленные нейтроны

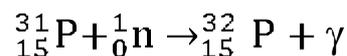
Медленные нейтроны эффективны для возбуждения ядерных реакций, так как они относительно долго находятся вблизи атомного ядра. Благодаря этому вероятность захвата нейтрона ядром становится довольно большой. Однако энергия медленных нейтронов мала, потому они не могут вызывать, например, неупругое рассеяние. Для медленных нейтронов характерны упругое рассеяние на ядрах [реакция типа (п, п)] и радиационный захват [реакция типа (п,  $\gamma$ )]. Реакция (п, $\gamma$ ) приводит к образованию нового изотопа исходного вещества:



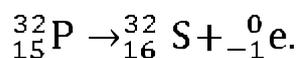
например



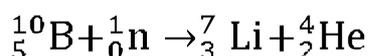
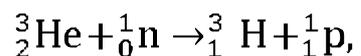
Часто в результате (п, $\gamma$ ) реакции образуются искусственные радиоактивные изотопы, дающие, как правило,  $\beta^-$  – распад. Например, в результате реакции



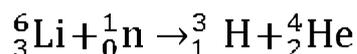
образуется радиоактивный изотоп  ${}^{32}_{15} \text{P}$ , претерпевающий  $\beta^-$  – распад с образованием стабильного изотопа серы:



Под действием медленных нейтронов на некоторых легких ядрах наблюдаются также реакции захвата нейтронов с испусканием заряженных частиц — протонов и  $\alpha$ -частиц (под действием тепловых нейтронов):

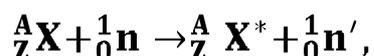


(используется для обнаружения нейтронов) или



(используется для получения трития, в частности в термоядерных взрывах;). Реакции типа (п,р) и (п, $\alpha$ ), т.е. реакции с образованием заряженных частиц, происходят в основном под действием быстрых нейтронов, так как в случае медленных нейтронов энергии атомного ядра недостаточно для преодоления потенциального барьера, препятствующего вылету протонов и  $\alpha$ -частиц. Эти реакции, как и реакции радиационного захвата, часто ведут к образованию  $\beta^-$ -активных ядер.

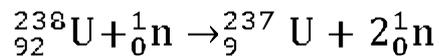
Для быстрых нейтронов наблюдается неупругое их рассеяние, совершающееся по схеме



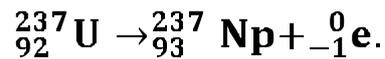
где вылетающий из ядра нейтрон обозначен как  ${}_{0}^1\text{n}'$ , поскольку это не тот нейтрон, который проник в ядро;  ${}_{0}^1\text{n}'$  имеет энергию, меньшую энергии  ${}_{0}^1\text{n}$ , а остающееся после вылета нейтрона ядро

находится в возбужденном состоянии (отмечено звездочкой), поэтому его переход в нормальное состояние сопровождается испусканием  $\gamma$ -кванта.

Когда энергия нейтронов достигает значений 10 МэВ, становятся возможными реакции типа (n,2n). Например, в результате реакции



образуется  $\beta^-$  – активный изотоп  ${}_{92}^{237}\text{U}$ , претерпевающий распад по схеме



### Литература

1. А.А. Детлаф. Курс Общей физики. Москва, Академия, 2007
2. Т.И. Трофимова. Курс Общей физики. Москва, Академия, 2007