

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА АТОМНЫХ ЯДЕР

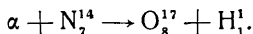
§ 1. Введение

Почти вся масса атома, имеющего размеры порядка 10^{-8} см, сосредоточена в небольшом положительно заряженном объеме — атомном ядре, поперечник которого порядка $5 \cdot 10^{-13}$ см.

Плотность вещества в атомном ядре составляет примерно 10^{14} г/см³. Малые размеры, огромная плотность вещества и энергии резко отличают ядерное вещество от других тел, с которыми мы имеем дело в обычных условиях.

Задачей теории атомного ядра является установление свойств ядер, законов их устойчивости и превращений друг в друга. Теория атомного ядра является одним из самых молодых разделов теоретической физики. Она ведет свое начало с 1911 г., когда Резерфордом было экспериментально установлено наличие ядра в атомах. Успеху опытов Резерфорда в значительной мере способствовало усовершенствование методов экспериментальных исследований, связанное с огромными достижениями физики в конце XIX века: открытие электронов (1895 г.), рентгеновских лучей (1895 г.), радиоактивности (1896 г.) и т. д. С тех пор ядерная физика стала одной из наиболее быстро развивающихся отраслей науки.

В 1919 г. Резерфорду впервые удалось получить искусственную ядерную реакцию



В 1932 г. Чэдвиком был открыт нейтрон. В этом же году Д. Д. Иваненко [1] и В. Гейзенберг выдвинули гипотезу о нейтронно-протонном строении ядра, которая в настоящее время получила полное подтверждение.

В 1934 г. Жолио и Ирэн Кюри открыли искусственную радиоактивность и позитронный бета-распад. 1939 г. ознаменовался открытием Ганом и Штрассманом деления тяжелых ядер. В том же году Жолио-Кюри, Коварский и Хальбан установили принципиальную возможность

получения цепной (самоподдерживающейся) ядерной реакции, основанной на делении ядер урана. Выяснилось, что такие реакции сопровождаются выделением громадной энергии. С 1939 г. стали усиленно разрабатываться способы получения энергии из атомных ядер. Эти исследования увенчались успехом в декабре 1942 г., когда Ферми с сотрудниками удалось построить первый ядерный реактор, в котором была осуществлена самоподдерживающаяся ядерная реакция. Эта работа имела громадное значение. Она доказала возможность практического использования ядерной (атомной) энергии и получения искусственным путем новых элементов (в частности, плутония) в значительных количествах. В дальнейшем, к сожалению, успехи ядерной физики в использовании ядерной энергии были направлены не на мирные, а на военные цели. В 1945 г. были произведены первые взрывы атомных бомб.

Применение ядерной энергии в мирных целях началось значительно позже. В июне 1954 г. в СССР была построена первая в мире электростанция, работающая на атомном топливе. Сейчас строятся новые атомные электростанции значительно большей мощности.

С пуском мощных ядерных реакторов и получением новых изотопов в количествах, позволяющих использовать их для различных научно-технических целей, возникла ядерная энергетика и появилась новая область техники — ядерная. Опираясь в своем развитии на научные исследования, эта область техники в свою очередь значительно расширила возможности и масштабы работ в области дальнейшего изучения свойств ядер атомов.

Значительные успехи в последние годы были достигнуты в области изучения свойств элементарных частиц. После открытия μ -мезонов и π -мезонов, начиная с 1946—1947 гг., в литературе стали появляться указания на существование в составе космических лучей более тяжелых неустойчивых частиц, которые получили название тяжелых мезонов и гиперонов. В настоящее время доказано существование многих типов элементарных частиц (см. § 2). Исследование свойств этих частиц значительно ускорилося, когда их научились получать искусственным путем на созданных в последнее время ускорителях, сообщающих протонам энергии в миллиарды электроновольт.

В 1955 г. был открыт антипротон, а в 1956 г. антинейтрон. Конец 1956 г. ознаменовался установлением возможности несохранения четности при слабых взаимодействиях, ответственных за явление β -распада атомных ядер и нестабильных элементарных частиц.

Приведенный выше краткий (и очень неполный) перечень основных достижений в области изучения атомного ядра свидетельствует о значении и быстром развитии этой отрасли экспериментальной и теоретической физики.

В этой главе мы приведем основные экспериментальные данные о свойствах атомных ядер, которые используются при построении теории ядра.