

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИИ

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«КРАТКИЙ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ»**

название дисциплины

для студентов специальности/направления подготовки

03.03.02 Физика

Шифр, название специальности/направления подготовки

специализации/профиля

Ядерно-физические технологии в медицине

Шифр, название специализации/профиля

Форма обучения: **очная**

г. Обнинск 2023 г.

Адронами называются частицы, которые могут участвовать в *сильном взаимодействии*. К адронам относятся *протоны, нейтроны, мезоны* и некоторые др. частицы.

Аннигиляцией называется взаимное уничтожение частиц и античастиц, в результате которого образуются *фотоны*. Например, аннигиляция электрона и позитрона приводит к образованию двух фотонов. См. также *Принцип зарядового сопряжения*.

Глюоны – квазичастицы, переносчики *сильного взаимодействия*.

Гравитационное взаимодействие – одно из четырех *фундаментальных взаимодействий*, самое слабое по интенсивности. Присуще всем телам Вселенной. Самое известное его проявление – всемирное тяготение. Согласно наиболее распространенной точке зрения, носит обменный характер: механизм сводится к обмену квазичастицами – *гравитонами*.

Взаимопревращаемость – фундаментальное свойство элементарных частиц. При распаде частицы происходит не разложение частицы на составные части, а рождение новых частиц. Так, например, в результате распада *нейтрона* на *протон, электрон* и *антинейтрино* происходит именно рождение протона, электрона и антинейтрино. Нельзя сказать, что нейтрон состоит из этих частиц.

Волна, сопоставляемая с любым движущимся микрообъектом.

Длина волны де-Бройля $\lambda = h/mv$, где h – *постоянная Планка*, $p = mv$ – импульс микрочастицы. Общепринятая трактовка: волны де-Бройля – волны вероятности.

Гравитонами называются гипотетические квазичастицы – переносчики *гравитационного взаимодействия*. **Гравитоны** – кванты гравитационного поля.

Дефектом массы называется разность суммы масс *нуклонов*, входящих в состав ядра, и массы ядра.

Квантовой механикой называется механика объектов атомного и ядерного масштаба.

Нерелятивистская квантовая механика создана в 1923-26 гг. Шредингером и Гейзенбергом. В основе квантовой механики лежит несколько постулатов, в том числе утверждение о том, что состояние частицы (микрообъекта) описывается Ψ -функцией – комплексной функцией координат и времени, квадрат модуля которой интерпретируется как плотность вероятности обнаружить частицу в данном месте пространства.

Квантовая теория возникла в 1900 году при объяснении закономерностей *теплового излучения* (М.Планк). Как выяснилось, эти закономерности можно объяснить, только приписав электромагнитному излучению корпускулярные свойства (излучение происходит отдельными порциями – квантами, энергия кванта пропорциональна частоте излучения). См. также *Постоянная Планка*.

Квантовые числа – целочисленные параметры, определяющие значения некоторых величин, характеризующих микрообъект. Например, энергия электрона в атоме определяется квантовым числом n и принимает дискретный ряд значений.

Кварки – частицы, из которых построены *адроны*. В свободном состоянии не наблюдаются. Переносчики взаимодействия между кварками – *глюоны*. См. также *Сильное взаимодействие*.

К **лептонам** относятся легкие частицы, не участвующие в *сильном взаимодействии* и имеющие *спин* $1/2$. К лептонам относятся электроны, мюоны, таоны и соответствующие им античастицы.

Нейтрино – элементарная частица, не участвующая в сильном и в электромагнитном взаимодействии. Может преодолевать огромные расстояния, не взаимодействуя с веществом.

Нейтроны – тяжелые электрически нейтральные частицы, входящие в состав атомного ядра.

Нуклоны – общее название *протонов и нейтронов*.

Опыт Резерфорда по рассеиванию α -частиц тонкой золотой фольгой (1911) позволил подтвердить ядерную модель атома. Говорят, что Резерфорд открыл атомное ядро.

Периодическим законом называется закон, открытый Д.И.Менделеевым (1869), согласно которому физические и химические свойства элементов находятся в

периодической зависимости от числа протонов в ядре (т. е. от порядкового номера элемента в таблице Менделеева). Смысл закона помогла понять *квантовая механика*. Периодичность свойств объясняется тем, что при переходе от атома к атому во внешнем электронном слое появляются одинаковые группы электронов (валентные электроны).

Постоянная Планка $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж/с – одна из фундаментальных физических констант, введенная М.Планком в 1900 году для объяснения законов теплового излучения. Присутствует во многих соотношениях *квантовой механики*. Постоянную $\hbar = h/2\pi$ также называют постоянной Планка.

Принцип зарядового сопряжения гласит: каждая заряженная элементарная частица имеет античастицу. Этот принцип распространяется на нейтральные частицы нейтрон и нейтрино. Например, для протона античастицей является антипротон, для нейтрона – антинейтрон, для электрона – позитрон и т. д. Частицы и античастицы имеют одинаковую массу, время жизни, спин, противоположный по знаку электрический заряд, магнитный момент и некоторые другие характеристики. При встрече частицы с античастицей происходит *аннигиляция* с образованием γ -квантов.

Простейшая формулировка принципа Паули: в атоме не может быть двух электронов, находящихся в двух одинаковых *стационарных состояниях*, определяемых набором четырех квантовых чисел, главного (n), орбитального (l), магнитного (m_l) и спинового (m_s). Принципу Паули подчиняются *фермионы* (электрон – фермион!) и не подчиняются *бозоны*. В нерелятивистской квантовой механике принцип Паули рассматривается как дополнительный постулат.

Промежуточными бозонами называются квазичастицы, переносчики *слабого взаимодействия*.

Протоны – положительно заряженные тяжелые частицы, входящие в состав атомных ядер. Число протонов в ядре определяет его заряд и химические свойства атома.

Радиоактивностью называется процесс самопроизвольного превращения атомного ядра в другое ядро, сопровождающийся испусканием *элементарных частиц*. Радиоактивность ядер, существующих в природе, называется естественной, а радиоактивность ядер, полученных в результате *ядерной реакции*, называется искусственной.

Сильное взаимодействие присуще тяжелым частицам (протонам, нейтронам и т. д.). Наиболее известное его проявление – ядерные силы, удерживающие нуклоны в ядрах атомов и *кварки* в *адронах*. Носит обменный характер: механизм сводится к обмену *глюонами*. Сильное взаимодействие – короткодействующее, действует на расстояниях порядка 10^{-15} м. См. также *Фундаментальные взаимодействия*.

Скорость света в вакууме - скорость распространения света в вакууме $c = 299'792'458$ м/с. **Скорость света в вакууме** - предельная скорость распространения любых физических взаимодействий.

Слабое взаимодействие присуще всем частицам, кроме фотона. Носит обменный характер: механизм сводится к обмену *промежуточными бозонами*. Наиболее известное его проявление – бета-распад нейтрона.

Слабое взаимодействие – короткодействующее, действует на расстояниях порядка 10^{-18} м. См. также *Фундаментальные взаимодействия*.

Соотношение неопределенностей устанавливает пределы одновременного экспериментального определения пар некоторых величин. Например, произведение неопределенностей координаты и импульса частицы не может быть меньше *постоянной Планка*.

Спектральные серии – группы спектральных линий. Например, в спектре водорода наблюдаются серии Лаймана, Бальмера, Пашена и др.

Спин – собственный механический момент частицы. Частицы с целым спином (в единицах \hbar , \hbar – *постоянная Планка*) называются *бозонами*, с полуцелым – *фермионами*. Например, электрон (спин 1/2) – типичный фермион, фотон (спин равен 0) – типичный бозон.

Теория Бора (1913) – первая примитивная квантовая механика водородного атома и водородоподобных ионов. Бор проквантовал атом Резерфорда. Теория объясняла водородный спектр (позволяла рассчитать положения спектральных линий), но не могла объяснить спектры более сложных атомов. Теория Бора была эклектичной, так как содержала квантовые (неклассические) постулаты и в то же время использовала представления и законы классической физики (понятие «орбита», «траектория», использовала второй закон Ньютона и пр.).

Термоядерными реакциями называются экзотермические *ядерные реакции* синтеза легких ядер, в результате которого образуются более тяжелые ядра. Например, при синтезе изотопов водорода образуется гелий. Протекают такие реакции при очень высоких температурах порядка $10^7 - 10^9$ К.

Уравнение Шредингера – основное уравнение *квантовой механики*, позволяющее рассчитать Ψ -функцию. Из-за колоссальных математических трудностей точное решение уравнения можно провести только в нескольких случаях.

Фотоном называется квазичастица, введенная для того, чтобы объяснить корпускулярные свойства электромагнитного излучения. Фотону приписывается энергия $\varepsilon = h\nu$ и импульс $p = h\nu/c$, где ν – частота света, c – скорость света в вакууме, а $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж/с – *постоянная Планка*. **Фотоны** – *кванты* электромагнитного поля. *Электромагнитное взаимодействие* осуществляется путем обмена фотонами.

Существует четыре типа фундаментальных взаимодействий. В порядке уменьшения интенсивности: *сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное*. Гравитационное взаимодействие обладает предельно малой интенсивностью, но играет важную роль во Вселенной из-за колоссальных масс космических объектов.

Характеристическое рентгеновское излучение возникает при достаточно высоком ускоряющем напряжении на рентгеновской трубке. Механизм сводится к вырыванию электронов с внутренних электронных оболочек и к переходу на эти места электронов с других оболочек атома. Спектр такого излучения линейчатый. Появляется на фоне сплошного тормозного рентгеновского спектра как набор спектральных линий. Зависит от материала антикатаода.

Электромагнитное взаимодействие – одно из четырех *фундаментальных взаимодействий*. Действует только между электрически заряженными частицами. Носит обменный характер: механизм связан с обменом *фотонов*. Самое известное его проявление – кулоновские силы.

Электрон – мельчайшая отрицательно заряженная частица, входящая в состав атомов.

Элементарными частицами называется большая группа субъядерных частиц, которые уже не рассматриваются как бесструктурные образования («кирпичики» мироздания). В настоящее время известно около 400 элементарных частиц.

Энергия связи – энергия, которую надо затратить, чтобы разделить ядро атома на составляющие его частицы. Расчет энергии связи производится с помощью соотношения $\Delta E_{\text{св}} = \Delta m \cdot c^2$, где Δm – *дефект массы*, c – *скорость света в вакууме*.

Ядерная модель атома предполагает наличие в атоме положительно заряженного массивного ядра, в котором сосредоточена почти вся масса атома, и отрицательно

заряженных электронов, вращающихся вокруг ядра по круговым или эллиптическим орбитам. Размеры ядра порядка 10^{-15} м, размеры атома – 10^{-10} м. Модель внутренне противоречива: вращающийся электрон должен излучать электромагнитные волны, терять энергию и, в конце концов, упасть на ядро. Выход из положения был найден Бором. См. также *Опыт Резерфорда* и *Теория Бора*.

Ядерной реакцией называется процесс сильного взаимодействия атомного ядра с элементарной частицей или другим ядром, приводящий к превращению атомных ядер.

Ядерные силы удерживают нуклоны в ядрах атомов. Это не силы в ньютоновском понимании, поэтому лучше говорить о *сильном взаимодействии* между нуклонами. Обладают свойством зарядовой независимости, т. е. действуют одинаково в системах *протон-протон*, *нейтрон-нейтрон*, *протон-нейтрон*.

Ядерный реактор – установка, в которой осуществляется управляемая цепная реакция деления ядер. Ядерные реакторы – мощные источники *нейтронов* и *нейтрино*. В реакторах получают искусственные радиоактивные элементы.