

Якубова Шахида Кадировна
Ферганский государственный университет, доцент
+998916500567

Дехконова Охистахон Косимжоновна
Ферганский государственный университет, (PhD)
email: dehqonova86@bk.ru, +998975018757

СОСТАВ И СВОЙСТВА СТАБИЛЬНЫХ ЯДЕР АТОМОВ

Аннотация: Состав и свойства стабильных ядер атомов невозможно интерпретировать в рамках единого теоретического подхода, эта трудность связана с тем фактом, что в ядре действуют сильные взаимодействия, для которых до сих пор не существует последовательной теории, способной количественно воспроизвести свойства систем, связанных этими силами. Поэтому свойства ядер оказывается возможным объяснить только в рамках моделей ядра, электрический заряд, масса, размеры и свойства протона и нейтрона.

Ключевые слова: нейтрон, протон, позитрон, сильные взаимодействия, электромагнитные взаимодействия, слабое взаимодействие.

Yakubova Shoxidaxon Qodirovna, dotsent
Farg'ona davlat universiteti
+998916500567

Dehqonova Oxistaxon Qosimjonovna, (PhD)
Farg'ona davlat universiteti
dehqonova86@bk.ru, +998975018757

BARQAROR ATOM YADROLARINING TARKIBI VA XUSUSIYATLARI

Аннотасија: Barqaror atom yadrolarining tarkibi va xususiyatlarini yagona nazariy yondashuv doirasida izohlab bo'lmaydi, bu qiyinchilik yadroda kuchli o'zaro ta'sirlar mavjudligi bilan bog'liq bo'lib, uning xususiyatlarini miqdoriy jihatdan takrorlashga qodir izchil nazariya mavjud bo'lmaganligi uchun, bu kuchlar tizim bilan bog'langan. Shuning uchun yadrolarning xossalarini faqat

yadro modeli, zdro zaryadi, massasi, o'lchami va proton va neytronning xossalari doirasida tushuntirish mumkin.

Kalit so'zlar: neytron, proton, pozitron, kuchli o'zaro ta'sirlar, elektromagnit o'zaro ta'sirlar, kuchsiz o'zaro ta'sirlar.

Yakubova Shoxidaxon Qodirovna, dotsent

Fergana State University

+998916500567

Dehqonova Ohista Qosimjonovna, (PhD)

Fergana State University

dehqonova86@bk.ru, +998975018757

COMPOSITION AND PROPERTIES OF STABLE ATOMIC NUCLEI

Abstract: The composition and properties of stable atomic nuclei cannot be interpreted within a single theoretical approach. This difficulty is due to the fact that strong interactions act in the nucleus, for which there is still no consistent theory capable of quantitatively reproducing the properties of systems bound by these forces. Therefore, the properties of nuclei can only be explained within the framework of models of the nucleus, electric charge, mass, size, and binding energy.

Keywords: neutron, proton, positron, strong interactions, electromagnetic interactions, weak interactions.

Введение

Углубление знаний учащихся о строении вещества проходит в обучении через ряд последовательных этапов, изучаются молекулы, атомы, ядра атомов, нуклоны и т.д. Однако указанный порядок не предполагает раскрытия шага за шагом исторического хода развития учения о строении вещества. Ознакомление учащихся со строением вещества намечено в соответствии с общепринятой в настоящее время классификацией научных фактов. Поэтому опыт по открытию нейтрона целесообразно изложить в последней его постановке, который окончательно доказал существование нейтрона. Между тем открытие позитрона можно изложить в историческом

плане, т.е. рассказать об опыте в той логической его постановке, которая была осуществлена самым Андерсоном. В 1932 г. в журнале “Science” появилась заметка К. Андерсона, в которой он сообщал об открытии в составе космических лучей новой частицы. Эта частица имела такую же массу, как и открытый ранее электрон, но имела в отличие от электрона не отрицательный, а положительный электрический заряд.

Анализ литературы

Ведущие ученые мира проводят свои исследования по повышению качества образования в системе образования прошлого века. Начиная с 1911 года, с момента открытия атомного ядра Э. Резерфордом физики пытаются разобраться в том, как устроено атомное ядро. Каждое ядро – это сложный уникальный объект, состоящий из конечного числа нейтрона и протона. В изобретенной Ч. Вильсоном в 1912 году камере, в названной его именем, можно было наблюдать треки заряженных частиц. В 2010 году в ЦЕРНе был запущен самый крупный в мире ускорительный комплекс, в котором планируется столкновение встречных пучков протонов с энергией 7×7 ТэВ. В настоящее время в мире насчитывается несколько тысяч ускорителей, которые используются в научных исследованиях и в различных технологиях.

Методология

К основным характеристикам атомных ядер, которое рассматривается в школьном курсе физики, относятся модель ядра, заряд ядра, масса ядра, размеры и свойства протона и нейтрона.

Модель ядра. Атомные ядра являются связанной системой взаимодействующих протонов и нейтронов. В атомном ядре проявляются три типа взаимодействий. Сильные взаимодействия между нуклонами приводят к образованию связанного состояния A нуклонов. Электромагнитные взаимодействия приводят, с одной стороны, к расталкиванию протонов, что ослабляет связь в атомном ядре, с другой – взаимодействие магнитных моментов нуклонов приводит к большому разнообразию ядерных состояний. Слабое взаимодействие между нуклонами приводит к взаимным

превращениям нейтронов и протонов в атомном ядре – явлению β -распада атомных ядер.

В основном всех моделей строения вещества до открытия нейтрона господствовала концепция электрического строения вещества. Электрическое взаимодействие связывало атомное ядро и электроны атомных оболочек. Атомное ядро считалось состоящим из протонов и электронов. Факт вылета из ядра электронов при β -распаде считался несомненным доказательством того, что электроны находятся в ядре. Даже предсказанная Резерфордом нейтральная частица, которая была открыта Чедвиком, считалась сильно связанным состоянием протона и электрона.

Ситуация изменилась, когда пришло понимание, что нейтрон является такой же элементарной частицей, как и протон. Было очевидно, что протон-нейтронную модель ядра по аналогии с моделью атома необходимо создавать на основе законов квантовой теории. Однако оставался открытым вопрос о том, какие силы связывают протоны и нейтроны в ядре. Изучение свойств ядерных сил стало центральной задачей ядерной физики. Было очевидно, что это силы неэлектрической природы, что они действуют на расстоянии меньше 10^{-12} см, что это силы притяжения, о чем свидетельствовало существование связанной системы - дейтрона, состоящего из протона и нейтрона. Дейтрон имеет размер ~ 2.3 фм и энергию связи 2.2 МэВ. Атомные ядра имеют радиусы от 2 до 8 фм. Энергия связи, приходящаяся на один нуклон, для большинства атомных ядер составляют от 5 до 9 МэВ, Ядерные силы, связывающие протоны и нуклоны в ядре, в тысячи раз превосходят электромагнитные силы на расстояниях ядерных масштабов.

Заряд ядра. В атомной физике за единицу электрического заряда принимают заряд, абсолютная величина которого равна заряду электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Согласно протонно-нейтронной модели строения атомного ядра, заряд ядра должен быть равен сумме зарядов всех протонов, которые входят в его состав. Так как заряд протона равен элементарному заряду то можно считать, что

$$q = e Z \text{ где}$$

q – заряд ядра, e –элементарный заряд, Z – количество протонов в ядре.

Из курсов физики и химии, учащимся известно, что ядра атомов состоит из протонов и нейтронов. Протон (р)-ядро атома водорода, имеет положительный заряд, равный заряду электрона. Нейтрон (n)-электрическая нейтральная частица.

Значит, атомные ядра обладают всегда положительных электрическим зарядом. Атом в целом электрически нейтральная система. Заряд ядра определяется числом протонов в ядре или числом электронов в электронной оболочке. Заряд ядра равен целому кратному заряду электрона. Следовательно, в единицах заряда электрона он равен порядковому номеру элемента. Электрический заряд ядра определяет химические свойства элемента, свойства всех его изотопов.

Масса ядра – одна из важнейших его характеристик. Измерения масс атомных ядер показали, что масса ядра отличается от суммы масс свободных протонов и нейтронов, входящих в его состав. Выраженная в энергетических единицах разность между массой ядра $M(A, Z)$ и суммой масс свободных Z протонов и $(A - Z)$ нейтронов называется энергией связи ядра $E_{св}$

$$E_{св}(A, Z) = [Zm_p + (A - Z)m_n) - M(A, Z)]c^2.$$

Она определяет минимальную энергию, которую надо затратить, чтобы разделить ядро на отдельные нуклоны.

Размеры атомных ядер. После того как рассказано о составе атомных ядер, у учащихся может возникнуть вопрос, почему составные части ядер удерживается в атомном ядре. Ведь им известно, что одноименные заряды взаимно отталкиваются. Программа курса физики средней школе не содержит вопроса о ядерных силах. Однако если такой вопрос возникает, то можно указать, что на очень малых расстояниях нуклоны в ядре взаимно притягиваются. Ядерные взаимодействия самые сильные в природе.

На основе опыта Резерфорда (изучаемого в XI классе) разъясняется что за пределами атомного ядра действуют кулоновские силы; внутри ядра

действуют еще и ядерные силы, намного превосходящие по величине кулоновские силы (рисунок 1).

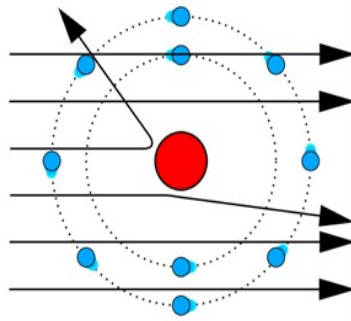


Рисунок 1. Опыт Резерфорда.

Поэтому если α -частица, обстреливающая атом, обладает достаточной кинетической энергией, чтобы преодолеть «барьер» кулоновских сил отталкивания со стороны ядра, то она попадает в сферу ядерных сил и застрянет в ядре. Из опыта радиус ядра определяется по формуле, вычисленной на основе результатов эксперимента: $R = R_0 A^{1/3}$.

Здесь: $R_0 = (1,2 - 1,7) \cdot 10^{-15}$ м. Следует отметить, что, когда говорят радиус атомного ядра, понимается линейный размер области проявления действий ядерных сил. Объем ядра зависит от нуклонов, входящих в ядро, плотность во всех нуклонах одинакова. Плотность ядра очень высокая, около $2 \cdot 10^{11}$ кг/м³. Иначе говоря, ядерный материал, с объемом 1 м³ имеет массу 200 миллион тонн.

Свойства протона и нейтрона. После разъяснения протонно- нейтрона примерно в таком объеме.

Протон представляет собой ядро наиболее легкого изотопа водорода (${}^1_1\text{H}$), он является ионизированным атомом водорода. Масса покоя атома водорода равна массе протона и электрона:

$$m_{01\text{H}} = m_{01p} + m_{01e} = 1,00759 + 0,00055 = 1,00814 \text{ а.е.м.}$$

Так как атом водорода электрически нейтрален, заряд протона по абсолютной величине равен заряду электрона. То, что электрону приписан отрицательный заряд, а протону положительный, является исторически сложившейся условностью; ее можно не касаться.

Масса покоя нейтрона $m_{0n} = 1,008985$ а.е.м. и практически равна массе покоя протона. Разность их масс составляет лишь примерно 0,14%. Но эта разность масс весьма существенна; она определяет возможность радиоактивности нейтрона.

Нейтрон-электрически нейтральная частица, его электрический заряд равен нулю. Он легче проникает к ядру атома и внутрь его, так как не взаимодействует с электронами и электрическим полем ядра атома. Благодаря этому нейтроны используются в качестве бомбардирующих частиц при ядерных реакциях. Потоки нейтронов могут быть получены в ядерных реакторах, однако нейтроны самопроизвольно распадаются.

Большой познавательный интерес представляют взаимные превращения нейтрона и протона в ядре. Можно указать на наличие такого превращения. Нейтроны и протоны имеют общее название-нуклоны. Нейтрон и протон считаются различными состояниями одной частицы-нуклоны.

Нейтроны в веществе замедляются благодаря соударениям с ядрами атомов вещества (рисунок 2). При каждом соударении нейтрон отдает ядру

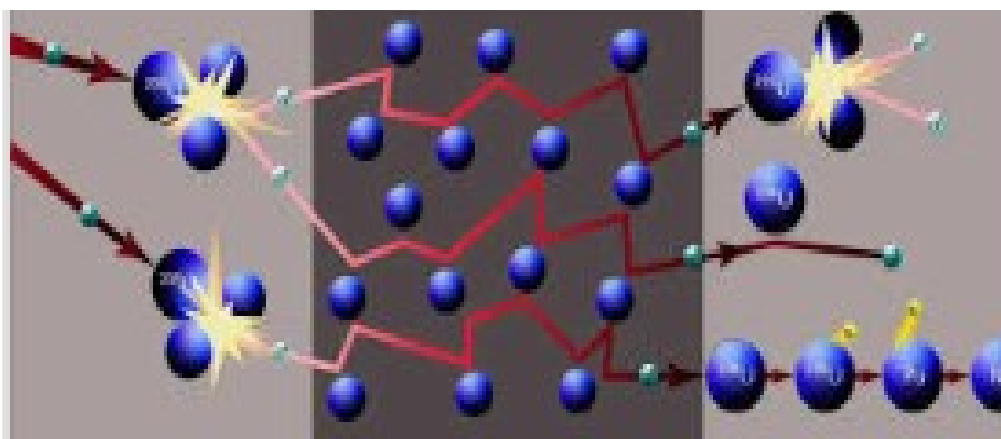


Рисунок 2. Замедление нейтрона при соударениях с ядрами атомов графита.

атома часть своей кинетической энергии и в конце концов он приходит в тепловое равновесие с ядрами замедлителя.

Результаты и обсуждения

Замедлитель нейтронов, вещество, используемое для уменьшения энергии нейтронов в ядерных реакторах. Служит для

уменьшения кинетической энергии быстрых нейтронов до энергии тепловых нейтронов, которые вызывают в активной зоне деление ядер ^{235}U , ^{233}U и ^{239}Pu . Замедлитель нейтронов должен обладать малой атомной массой, малым сечением поглощения и большим сечением рассеяния нейтронов. Характеристикой замедлителя нейтронов является коэффициент замедления – отношение замедляющей способности вещества к сечению поглощения тепловых нейтронов.

Заключение

Таким образом, замедлители нейтронов также используются в качестве основного компонента состава отражателей, окружающих активную зону ядерного реактора, а водородосодержащие замедлители нейтронов – в качестве элементов биологической защиты. Такие нейтроны называются тепловыми.

Литература

1. Сазонов А. Б. Ядерная физика: учебное пособие для вузов / А. Б. Сазонов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 320 с.
2. Капитонов И.М. - Введение в физику ядра и частиц - Издательство "Физматлит" - 2010 - 512с. - ISBN: 978-5-9221-1250-5 - Текст электронный // ЭБС ЛАНЬ - URL: <https://e.lanbook.com/book/2189>.
3. Мухин К.Н. - Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 1. Физика атомного ядра - Издательство "Лань" - 2009 - 384с. - ISBN: 978-5-8114-0739-2 - Текст электронный // ЭБС ЛАНЬ - URL: <https://e.lanbook.com/book/277>.
4. Р.Б. Бекжонов, Ш.Қ.Ёкубова, Б.Ч. Чориев. Модда тузилиши. Ядро физикаси курсидан янги қўлланма. Тошкент “Фан” 1998. 127-131 б.