Преподаватель учебной дисциплины Физика Лелаус Е.Фlelaus1953 @ mail.ru

**Дата 23.04.2020г.**

Профессия Автомеханик

**группа № 2-3 БФ**

**Тема Физика атомного ядра.**

Второе занятие. Строение атомного ядра. Дефект массы, энергия связи и устойчивость атомных ядер. Способы наблюдения и регистрации заряженных частиц

Содержание. Протонно-нейтронная модель Д. Д. Иваненко и В.Гейзенберга Открытие нейтрона. Протон. Нуклон. Масса протона, нейтрона. Изотопы. Радиус атомного ядра. Дефект массы, энергия связи. Газоразрядный счетчик Гейгера. Камера Вильсона. Пузырьковая камера. Метод толстослойных фотоэмульсий Метод сцинтилляций.

1. Прочитать данную тему Физика В.Ф Дмитриева год издания 2014 стр 397-402. Контрольные вопросы. Задачи. В конце лекции. Заполнить таблицы. Ответы прислать по Viber: 89029520758 или по электронной почте lelaus1953 @ mail.ru.

**Срок выполнения.** До следующего занятия по расписанию.

Лекция

**Протонно-нейтронная модель ядра***Протонно-нейтронная модель ядра атома - модель атомного ядра, состоящего из протонов и нейтронов. Число протонов равно зарядовому числу, а общее число нейтронов таково, что общее число нуклонов равно массовому числу*  
Историческая справка  
28 мая 1932 г. советский физик Д. Д. Иваненко опубликовал в «Nature» заметку, в которой высказал предположение, что нейтрон является наряду с протоном структурным элементом ядра. Он указал, что такая гипотеза решает проблему азотной катастрофы. В самом деле, по этой гипотезе ядро азота состоит из 14 частиц —7 протонов и 7 нейтронов и, таким образом, подчиняется статистике Бозе, как это было показано в 1930 г. Разетти из исследований рамановского спектра. В июне 1932 г. с большой статьей о протонно-нейтронной модели ядра выступил В. Гейзенберг.   
Однако протонно-нейтронная модель ядра была встречена большинством физиков скептически. Она, как казалось, противоречила испусканию электронов ядрами в р-распаде. Гейзенберг вспоминал в 1968 г. , что за предположение об отсутствии электронов в ядре его «довольно сильно критиковали самые крупные физики» . Ион справедливо заключал, что это показывает, «как на самом деле трудно отказаться от вещей, которые кажутся настолько очевидными, что принимаются априорно» . В соответствии с терминологией Аристотеля очень трудно отказаться от «явного для нас» для «явного по природе» .   
Идея о строении ядер только из тяжелых частиц с трудом принималась физиками. Мысль о том, что электронов внутри ядра нет, была высказана Дираком еще в 1930 г. но была законсервирована. Открытие нейтрона многими рассматривалось как несущественное — просто открыто сложное образование протона и электрона, так думал еще Резерфорд. Простую картину мира, в которой фундаментальными «кирпичиками мироздания» были протон и электрон, никто не хотел усложнять введением новых частиц. В сентябре 1933 г. в Ленинграде состоялась конференция по атомному ядру, в которой принимали участие и иностранные ученые, ф. Жолио (он тогда еще не носил двойной фамилии) сделал два доклада: «Нейтроны» и «Возникновение позитронов при материализации фотонов и превращение ядер». П. Дирак сделал доклад о теории позитрона; ф. Перрен — о моделях ядра. С докладом о модели ядра выступил и Д. Д. Иваненко. Он энергично защищал протонно-нейтронную модель, сформулировав основной тезис: в ядре имеются только тяжелые частицы. «Появление электронов, позитронов и протонов. - говорил Иваненко, - следует трактовать как своего рода рождение частиц, по аналогии с излучением светового кванта, также не имевшего индивидуального существования до испускания из атома». Д. Д. Иваненко отверг идеи сложной структуре нейтрона и протона. По его мнению, обе частицы «должны, по-видимому, обладать одинаковой, степенью элементарности». То есть, и нейтрон и протон, обе элементарные частицы, могут переходить друг в друга, испуская электрон или позитрон. В дальнейшем протон и нейтрон стали рассматриваться как два состояния одной частицы — нуклона, и идея Иваненко стала общепринятой.

**Теоретический материал для самостоятельного изучения**

В 1919 году Резерфорд открыл протон при бомбардировке ядра атома азота α-частицами.

Это была первая ядерная реакция, проведённая человеком. Превращение одних атомных ядер в другие при взаимодействии их с элементарными частицами или друг с другом называют ядерной реакцией. C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\0bd12402-b685-472a-9eba-8b9c669b702d.png Протон – стабильная элементарная частица, ядро атома водорода. Свойства протона:

C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\46fab12b-eef4-452c-b431-1e1ac246c27b.png C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\a416f923-6c19-496e-ad79-4d46f65e7267.png  C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\0bb9b3da-f244-437d-8295-34a4d200aa01.png – символ протона.

Нейтрон был открыт в 1932 г. Д. Чедвиком при облучении бериллия α-частицами. Нейтрон - элементарная частица, не имеющая заряда. Свободный нейтрон, который находится вне атомного ядра, живёт 15 минут. Потом он превращается в протон, испуская электрон и нейтрино – без массовую нейтральную частицу. C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\d3d530d3-7604-4675-9b7a-bcd0cd9951b0.png Свойства нейтрона: 10n– символ нейтрона, C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\2fe013ea-d17d-4579-8b24-8d317bbecc2d.png , C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\a416f923-6c19-496e-ad79-4d46f65e7267.png В 1932 году советский физик Д. Д. Иваненко и немецкий физик В. Гейзенберг выдвинули гипотезу о протонно-нейтронном строении ядра. Справедливость этой гипотезы была доказана экспериментально. Согласно этой модели ядра состоят из протонов и нейтронов. Так как атом не имеет заряда, т.е. электрически нейтрален, число протонов в ядре равно числу электронов в атомной оболочке. Значит, число протонов в ядре равно порядковому номеру химического элемента Z в периодической таблице Менделеева. Сумму числа протонов Z и числа нейтронов N в ядре называют массовым числом и обозначают буквой А:C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\40627bbb-0c1e-4156-812c-d253309f60c4.png Ядерные частицы – протоны и нейтроны – называют нуклонами. Радиус ядра находится по формуле: C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\f6244caa-988c-4c55-a43d-42e0ab5f2d7b.png Изотопы – разновидность данного химического элемента, различающиеся по массе атомных ядер, т. е. числом нейтронов. Устойчивость ядер зависит от отношения числа нейтронов к числу протонов. Ядерные силы – это силы притяжения между нуклонами в ядре. Это самые мощные силы в природе, их ещё называют «богатырь с короткими рукавами». Они относятся к сильным взаимодействиям. Свойства ядерных сил: 1) это силы притяжения; 2) примерно в 100 раз больше кулоновских сил; 3) зарядовая независимость; 4) короткодействующие, проявляются на расстояниях порядка 10-12-10-13см; 5) взаимодействуют с конечным числом нуклонов. Масса любого атомного ядра всегда меньше, чем масса составляющих его частиц: C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\4ac54026-87ec-4db4-9e03-bdb6feb805cd.png Дефект масс - разность масс нуклонов, составляющих ядро, и массы ядра: C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\b2febf9a-29a8-42d4-a2bb-7b2d14f640c6.png Энергия связи – это минимальная энергия, необходимая для полного расщепления ядра на отдельные частицы:C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\57c741e7-a41d-4890-aa52-12e9d6bb1e13.png Удельная энергия связи – это полная энергия связи ядра, деленная на число нуклонов:C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\4f61c2e5-d1bb-4bad-9d30-168118197a7d.png

**Примеры и разбор решения заданий**

1. Заполните пропуски в таблице:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Химический элемент | Число  протонов | Число  нейтронов | Массовое число |
| Медь |  | 35 | 64 |
| Бор | 5 |  | 11 |
| Цинк | 30 | 35 |  |

Решение:

Медь: N = 35, A = 64, Z = A – N, Z = 64 – 35 = 29;

Бор: Z = 5, A = 11, N = A – Z, N = 11 – 5 = 6;

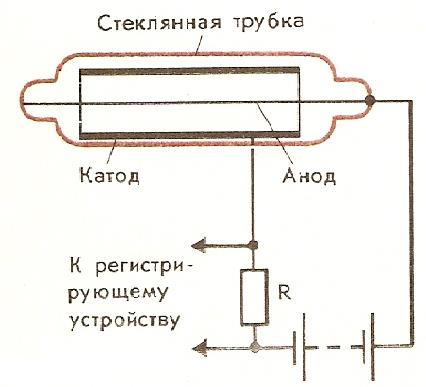
Цинк: Z = 30, N = 35, A = Z + N, A = 30 + 35 = 65.

**Ответ:** медь: Z = 29; бор: N = 6; цинк: A = 65.

Для изучения ядерных явлений были разработаны многочисленные методы регистрации элементарных частиц и излучений. Рассмотрим некоторые из них, которые наиболее широко используются.

**Газоразрядный счётчик Гейгера**

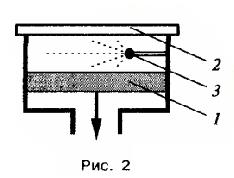
Счётчик Гейгера(рис1) - один из важнейших приборов для автоматического счёта частиц. Счётчик состоит из стеклянной трубки, покрытой изнутри металлическим слоем (катод), и тонкой металлической нити, идущей вдоль оси трубки (анод). Трубка заполняется газом, обычно аргоном. Действие счётчика основано на ударной ионизации. Заряженная частица (электрон, Υ-частица и т.д.), пролетая в газе, отрывает от атомов электроны и создаёт положительные ионы и свободные электроны. Электрическое поле между анодом и катодом (к ним подводится высокое напряжение) ускоряет электроны до энергии, при которых начинается ударная ионизация. Возникает лавина ионов, и ток через счётчик резко возрастает. При этом на нагрузочном резисторе R образуется импульс напряжения, который подаётся в регистрирующее устройство. Для того чтобы счётчик мог регистрировать следующую попавшую в него частицу, лавинный разряд необходимо погасить. Это происходит автоматически. Счётчик Гейгера применяется в основном для регистрации электронов и Y-квантов (фотонов большой энергии). Однако непосредственно Y-кванты вследствие их малой ионизирующей способности не регистрируются. Для их обнаружения внутреннюю стенку трубки покрывают материалом, из которого Y-кванты выбивают электроны. Счётчик регистрирует почти все попадающие в него электроны; что же касается Y- квантов, то он регистрирует приблизительно только один Y-квант из ста. Регистрация тяжёлых частиц (например, Ј-частиц) затруднена, так как сложно сделать в счётчике достаточно тонкое «окошко», прозрачное для этих частиц

Рис. 1

.

**Камера Вильсона**

Действие камеры Вильсона(рис2) основано на конденсации перенасыщенного пара на ионах с образованием капелек воды. Эти ионы создаёт вдоль своей траектории движущаяся заряженная частица.



Прибор представляет собой цилиндр с поршнем 1 (рис. 2), накрытый плоской стеклянной крышкой 2. Рабочий объем камеры заполнен газом, который содержит насыщенный пар. При быстром перемещении поршня вниз газ в объеме адиабатически расширяется и охлаждается, при этом становясь перенасыщенным. Когда в этом пространстве пролетает частица, создающая на своем пути ионы, то на этих ионах образуются капельки сконденсировавшегося пара. В камере возникает след траектории частицы (трек) в виде полоски тумана (рис.3), который можно наблюдать и фотографировать. Трек существует десятые доли секунды. Вернув поршень в исходное положение и удалив ионы электрическим полем, можно вновь выполнить адиабатное расширение. Таким образом, опыты с камерой можно проводить многократно.

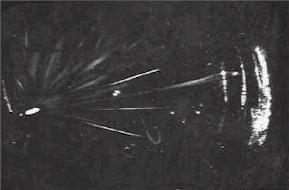
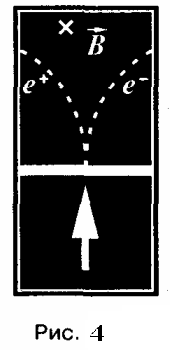
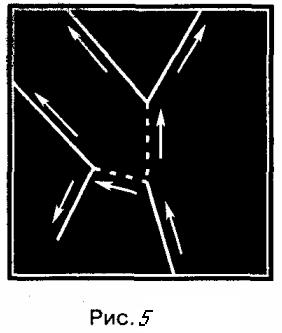


Рис3

Если камеру поместить между полюсами электромагнита, то возможности камеры по изучению свойств частиц значительно расширяются. В этом случае на движущуюся частицу действует сила Лоренца, что позволяет по искривлению траектории определить значение заряда частицы и ее импульс. На рисунке 4 приведен возможный вариант расшифровки фотографии треков электрона и позитрона. Вектор индукции В магнитного поля направлен перпендикулярно плоскости чертежа за чертеж. Влево отклоняется позитрон, вправо — электрон.

**Пузырьковая камера**

Отличается от камеры Вильсона тем, что перенасыщенные пары в рабочем объеме камеры заменяются перегретой жидкостью, т.е. такой жидкостью, которая находится под давлением, меньшим давления ее насыщенных паров.



Пролетая в такой жидкости, частица вызывает возникновение пузырьков пара, образуя тем самым трек (рис.5).В исходном состоянии поршень сжимает жидкость. При резком понижении давления температура кипения жидкости оказывается меньше температуры окружающей среды. Жидкость переходит в неустойчивое (перегретое) состояние. Это и обеспечивает появление пузырьков на пути движения частицы. В качестве рабочей смеси применяются водород, ксенон, пропан и некоторые другие вещества. Преимущество пузырьковой камеры перед камерой Вильсона обусловлено большей плотностью рабочего вещества. Пробеги частиц вследствие этого оказываются достаточно короткими, и частицы даже больших энергий застревают в камере. Это позволяет наблюдать серию последовательных превращений частицы и вызываемые ею реакции.

**Метод толстослойных фотоэмульсий** Для регистрации частиц наряду с камерами Вильсона и пузырьковыми камерами применяются толстослойные фотоэмульсии. Ионизирующие действие быстрых заряженных частиц на эмульсию фотопластинки. Фотоэмульсия содержит большое количество микроскопических кристалликов бромида серебра. Быстрая заряженная частица, пронизывая кристаллик, отрывает электроны от отдельных атомов брома. Цепочка таких кристалликов образует скрытое изображение. При появлении в этих кристалликах восстанавливается металлическое серебро и цепочка зёрен серебра образует трек частицы. По длине и толщине трека можно оценить энергию и массу частицы. Из-за большой плотности фотоэмульсии треки получаются очень короткими, но при фотографировании их можно увеличить. Преимущество фотоэмульсии состоит в том, что время экспозиции может быть сколько угодно большим. Это позволяет регистрировать редкие явления. Важно и то, что благодаря большой тормозящей способности фотоэмульсии увеличивается число наблюдаемых интересных реакций между частицами и ядрами

**Сцинтилляционный метод** Сцинтилляционный счетчик состоит из сцинтиллятора, фотоэлектронного умножителя и электронных устройств для усиления и подсчета импульсов. Сцинтиллятор преобразует энергию ионизирующего излучения в кванты видимого света, величина которых зависит от типа частиц и материала сцинтиллятора. Кванты видимого света, попав на фотокатод, выбивают из него электроны, число которых многократно увеличивается фотоумножителем. В результате этого на выходе фотоумножителя образуется значительный импульс, который затем усиливается и сосчитывается пересчетной установкой. Таким образом, за счет энергии **a**-или **b**-частицы, **g**-кванта или другой ядерной частицы в сцинтилляторе появляется световая вспышка-сцинтилляция, которая затем с помощью фотоэлектронного умножителя (ФЭУ) преобразуется в импульс тока и регистрируется.

***Краткие выводы.*** *Протон – стабильная элементарная частица, ядро атома водорода. Нейтрон – элементарная частица, не имеющая заряда. Протонно-нейтронная модель ядра Гейзенберга-Иваненко: ядро любого атома состоит из положительно-заряжённых протонов и нейтральных нейтронов. Массовое число – сумма числа протонов Z и числа нейтронов N в ядре. Нуклоны – протоны и нейтроны в составе атомного ядра. Изотопы – разновидность данного химического элемента, различающиеся по массе атомных ядер, т. е. числом нейтронов. Ядерные силы – это силы притяжения между нуклонами в ядре .Дефект масс – разность масс нуклонов, составляющих ядро, и массы ядра*

**Домашнее задание.**

Задачи

1.Заполни таблицу (данные в таблице Менделеева)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Химический элемент | Число  протонов | Число  нейтронов | Массовое число | Число электронов. |
| Азот |  |  |  |  |
| Кислород |  |  |  |  |
| Кремний |  |  |  |  |
| Железо |  |  |  |  |

**2.** Используя теоретический материал и ресурсы Internet, заполните таблицу

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вопросы | Спинтарископ | Счётчик Гейгера | Камера Вильсона | Пузырьковая камера | Толстослойные фотоэмульсии |
| Автор, год |  |  |  |  |  |
| Устройство |  |  |  |  |  |
| Информация о частице |  |  |  |  |  |
| Тип частиц |  |  |  |  |  |
| Преимущества |  |  |  |  |  |
| Недостатки |  |  |  |  |  |
| Физические законы |  |  |  |  |  |
| Принцип работы |  |  |  |  |  |
| Открытия, сделанные с использованием прибора |  |  |  |  |  |