

Физика 9 А класс

Дистанционные уроки на неделю с 6 по 10 апреля 2020, 3 часа в неделю

Учитель физики информатики Гаджиагаев Тагир Гаджиагаевич

Ссылка на скачивании электронного учебника: 45 мб

<https://s.11klasov.ru/767-fizika-9-klass-uchebnik-peryshkin-av-gutnik-em.html>

Учебник Перышкин, Гутник Физика 9 класс

Внимание! Ответы на вопросы и задания оформлять письменно в рабочих тетрадях. Работы будут проверены

1 занятие

§ 55 Открытие протона и нейтрона, стр 223-236

Задание : Прочитать параграф, ответить на вопросы в конце параграфа, упражнение, 47

2 занятие

§ 56 Состав атомного ядра. Ядерные силы стр 237-240

Задание : Прочитать параграф, ответить на вопросы в конце параграфа, упражнение, 48, задания 1-4

3 занятие

§ 57 Энергия связи. Дефект массы стр 241-244

Задание : Прочитать параграф, ответить на вопросы в конце параграфа, упражнение, 48 задание 6

пузырьковая камера. Она действует примерно по тому же принципу, что и камера Вильсона, но вместо пересыщенного пара в ней используется перегретая выше точки кипения жидкость (например, жидкий водород). При движении в этой жидкости заряженной частицы вдоль её траектории образуется ряд пузырьков пара. Пузырьковая камера обладает большим быстродействием по сравнению с камерой Вильсона.

Вопросы

1. По рисунку 159 расскажите об устройстве и принципе действия счётчика Гейгера.
2. Для регистрации каких частиц применяется счётчик Гейгера?
3. По рисунку 160 расскажите об устройстве и принципе действия камеры Вильсона.
4. Какие характеристики частиц можно определить с помощью камеры Вильсона, помещённой в магнитное поле?
5. В чём преимущество пузырьковой камеры перед камерой Вильсона? Чем отличаются эти приборы?

§ 55

ОТКРЫТИЕ ПРОТОНА И НЕЙТРОНА

Когда выяснилось, что ядра атомов имеют сложное строение, встал вопрос о том, из каких именно частиц они состоят.

В 1913 г. Резерфорд выдвинул гипотезу о том, что одной из частиц, входящих в состав атомных ядер всех химических элементов, является ядро атома водорода.

Основанием для такого предположения послужил ряд появившихся к тому времени фактов, полученных опытным путём. В частности, было известно, что массы атомов химических элементов превышают массу атома водорода в целое число раз (т. е. кратны ей).

В 1919 г. Резерфорд поставил опыт по исследованию взаимодействия α -частиц с ядрами атомов азота.

В этом опыте α -частица, летящая с огромной скоростью, при попадании в ядро атома азота выбивала из него какую-то частицу. По предположению Резерфорда, этой частицей было ядро атома водорода, которое Резерфорд назвал **протоном** (от греч. *prôtos* — первый). Но поскольку наблюдение этих частиц велось методом сцинтилляций, то нельзя было точно определить, какая именно частица вылетала из ядра атома азота.

Удостовериться в том, что из ядра атома действительно вылетел протон, удалось только несколько лет спустя, когда реакция взаимодействия α -частицы с ядром атома азота была проведена в камере Вильсона.

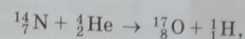
Через прозрачное круглое окошко камеры Вильсона даже невооружённым глазом можно увидеть треки (т. е. траектории) частиц, быстро движущихся в ней (рис. 161).

На рисунке видны расходящиеся веером прямые. Это следы α -частиц, которые пролетели сквозь пространство камеры, не испытав соударений с ядрами атомов азота. Но след одной α -частицы раздваивается, образуя так называемую «вилку». Это означает, что в точке раздвоения трека произошло взаимодействие α -частицы с ядром атома азота, в результате чего образовались ядра атомов кислорода и водорода. То, что образуются именно эти ядра, было выяснено по характеру искривления треков при помещении камеры Вильсона в магнитное поле.



Рис. 161. Фотография треков заряженных частиц, полученных в камере Вильсона

Реакцию взаимодействия ядра азота с α -частицами с образованием ядер кислорода и водорода записывают так:



где символом ${}^1_1\text{H}$ обозначен протон, т. е. ядро атома водорода, с массой, приблизительно равной 1 а. е. м. (точнее, 1,0072765 а. е. м.), и положительным зарядом, равным элементарному (т. е. модулю заряда электрона). Для обозначения протона используют также символ p .

В дальнейшем было исследовано взаимодействие α -частиц с ядрами атомов других элементов: бора (B), натрия (Na), алюминия (Al), магния (Mg) и многих других. В результате выяснилось, что из всех этих ядер α -частицы выбивали протоны. Это давало основания полагать, что протоны входят в состав ядер атомов всех химических элементов.

Открытие протона не давало полного ответа на вопрос о том, из каких частиц состоят ядра атомов. Если считать, что атомные ядра состоят только из протонов, то возникает противоречие.

Покажем на примере ядра атома бериллия (${}^9_4\text{Be}$), в чём заключается это противоречие.

Допустим, что ядро ${}^9_4\text{Be}$ состоит только из протонов. Поскольку заряд каждого протона равен одному элементарному заряду, то число протонов в ядре должно быть равно зарядовому числу, в данном случае четырём.

Но если бы ядро бериллия действительно состояло только из четырёх протонов, то его масса была бы приблизительно равна 4 а. е. м. (так как масса каждого протона приблизительно равна 1 а. е. м.).

Однако это противоречит опытным данным, согласно которым масса ядра атома бериллия приблизительно равна 9 а. е. м.



ДЖЕЙМС ЧЕДВИК

(1891—1974)

Английский физик-экспериментатор. Работы в области радиоактивности и ядерной физики. Открыл нейтрон

Таким образом, становится ясно, что в ядрах атомов помимо протонов входят ещё какие-то частицы.

В связи с этим в 1920 г. Резерфордом было высказано предположение о существовании электрически нейтральной частицы с массой, приблизительно равной массе протона.

В начале 30-х гг. XX в. были обнаружены неизвестные ранее лучи, которые назвали *бериллиевым излучением*, так как они возникали при бомбардировке α -частицами бериллия.

В 1932 г. английский учёный **Джеймс Чедвик** (ученик Резерфорда) с помощью опытов, проведённых в камере Вильсона, доказал, что бериллиевое излучение представляет собой поток электрически нейтральных частиц, масса которых приблизительно равна массе протона. Отсутствие у исследуемых частиц электрического заряда следовало, в частности, из того, что они не отклонялись ни в электрическом, ни в магнитном поле. А массу частиц удалось оценить по их взаимодействию с другими частицами.

Эти частицы были названы **нейтронами**. Нейтрон принято обозначать символом 1_0n . Точные измерения показали, что масса нейтрона равна 1,0086649 а. е. м., т. е. чуть больше массы протона. Во многих случаях массу нейтрона (как и массу протона) считают равной 1 а. е. м. Поэтому вверху перед символом нейтрона ставят единицу. Нуль внизу означает отсутствие электрического заряда.

Вопросы

1. Какой вывод был сделан на основании фотографии треков частиц в камере Вильсона (см. рис. 161)?
2. Как иначе называется и каким символом обозначается ядро атома водорода? Каковы его масса и заряд?
3. Какое предположение (относительно состава ядер) позволяли

сделать результаты опытов по взаимодействию α -частиц с ядрами атомов различных элементов? 4. К какому противоречию приводит предположение о том, что ядра атомов состоят только из протонов? Поясните это на примере. 5. Как было доказано отсутствие у нейтронов электрического заряда? Как была оценена их масса? 6. Как обозначается нейтрон, какова его масса по сравнению с массой протона?

УПРАЖНЕНИЕ 47

Рассмотрите запись ядерной реакции взаимодействия ядер азота и гелия, в результате чего образуются ядра кислорода и водорода. Сравните суммарный заряд взаимодействующих ядер с суммарным зарядом ядер, образованных в результате этого взаимодействия. Сделайте вывод о том, выполняется ли закон сохранения электрического заряда в данной реакции.

§ 56

СОСТАВ АТОМНОГО ЯДРА. ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ

Открытие нейтрона дало толчок к пониманию того, как устроены ядра атомов.

В том же 1932 г., когда был открыт нейтрон, советский физик **Дмитрий Дмитриевич Иваненко** и немецкий физик **Вернер Гейзенберг** предложили **протонно-нейтронную модель строения ядер**, справедливость которой была впоследствии подтверждена экспериментально.

Протоны и нейтроны называются **нуклонами** (от лат. *nucleus* — ядро). Используя этот термин, можно сказать, что атомные ядра состоят из нуклонов.

Общее число нуклонов в ядре называется **массовым числом** и обозначается буквой *A*.

Так, например, для азота ${}^{14}_7\text{N}$ массовое число $A = 14$, для железа ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ $A = 56$, для урана ${}^{235}_{92}\text{U}$ $A = 235$.

Понятно, что массовое число A численно равно массе ядра m , выраженной в атомных единицах массы и округлённой до целых чисел (поскольку масса каждого нуклона примерно равна 1 а. е. м.). Например, для азота $m \approx 14$ а. е. м., для железа $m \approx 56$ а. е. м. и т. д.

Число протонов в ядре называется зарядовым числом и обозначается буквой Z .

Например, для азота ${}^{14}_7\text{N}$ зарядовое число $Z = 7$, для железа ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ $Z = 26$, для урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ $Z = 92$ и т. д.

Заряд каждого протона равен элементарному электрическому заряду. Поэтому зарядовое число Z численно равно заряду ядра, выраженному в элементарных электрических зарядах. Для каждого химического элемента зарядовое число равно атомному (порядковому) номеру в таблице Д. И. Менделеева.

Ядро любого химического элемента в общем виде обозначается так: ${}^A_Z\text{X}$ (под X подразумевается символ химического элемента).

Число нейтронов в ядре обычно обозначают буквой N . Поскольку массовое число A представляет собой общее число протонов и нейтронов в ядре, то можно записать: $A = Z + N$.

На основе протонно-нейтронной модели строения атомных ядер было дано объяснение некоторым экспериментальным фактам, открытым в первые два десятилетия XX в.

Так, в ходе изучения свойств радиоактивных элементов было обнаружено, что у одного и того же химического элемента встречаются атомы с различными по массе ядрами.

Одинаковый заряд ядер свидетельствует о том, что они имеют один и тот же порядковый номер в таблице Д. И. Менделеева, т. е. занимают в таблице одну и ту же клетку, одно и то

же место. Отсюда и произошло название всех разновидностей одного химического элемента: **изотопы** (от греч. слов *isos* — одинаковый и *topos* — место).

Изотопы — это разновидности данного химического элемента, различающиеся по массе атомных ядер.

Благодаря созданию протонно-нейтронной модели ядра (т. е. примерно через два десятилетия после открытия изотопов), удалось объяснить, почему атомные ядра с одним и тем же зарядом обладают разными массами. Очевидно, ядра изотопов содержат одинаковое число протонов, но различное число нейтронов.

Так, например, существует три изотопа водорода: ${}^1_1\text{H}$ (протий), ${}^2_1\text{H}$ (дейтерий) и ${}^3_1\text{H}$ (три-тий). Ядро изотопа ${}^1_1\text{H}$ вообще не имеет нейтронов — оно представляет собой один протон. В состав ядра дейтерия (${}^2_1\text{H}$) входят две частицы: протон и нейтрон. Ядро трития ${}^3_1\text{H}$ состоит из трёх частиц: одного протона и двух нейтронов.

Гипотеза о том, что атомные ядра состоят из протонов и нейтронов, подтверждалась многими экспериментальными фактами.

Но возникал вопрос: почему ядра не распадаются на отдельные нуклоны под действием сил электростатического отталкивания между положительно заряженными протонами?

Расчёты показывают, что нуклоны не могут удерживаться вместе за счёт сил притяжения гравитационной или магнитной природы, поскольку эти силы существенно меньше электростатических.

В поисках ответа на вопрос об устойчивости атомных ядер учёные предположили, что между всеми нуклонами в ядрах действуют какие-

то особые силы притяжения, которые значительно превосходят электростатические силы отталкивания между протонами. Эти силы называли **ядерными**.

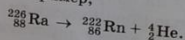
Гипотеза о существовании ядерных сил оказалась правильной. Выяснилось также, что ядерные силы являются короткодействующими: на расстоянии 10^{-15} м они примерно в 100 раз больше сил электростатического взаимодействия, но уже на расстоянии 10^{-14} м они оказываются ничтожно малыми. Другими словами, ядерные силы действуют на расстояниях, сравнимых с размерами самих ядер.

Вопросы

1. Как называются протоны и нейтроны вместе? 2. Что называется массовым числом? Что можно сказать о числовом значении массы атома (в а. е. м.) и его массовом числе? 3. Что можно сказать о зарядовом числе, заряде ядра (выраженном в элементарных электрических зарядах) и порядковом номере в таблице Д. И. Менделеева для любого химического элемента? 4. Как связаны между собой массовое число, зарядовое число и число нейтронов в ядре? 5. Как в рамках протонно-нейтронной модели ядра объяснить существование ядер с одинаковыми зарядами и различными массами? 6. Какой вопрос возник в связи с гипотезой о том, что ядра атомов состоят из протонов и нейтронов? Какое предположение пришлось сделать учёным для ответа на этот вопрос? 7. Как называются силы притяжения между нуклонами в ядре и каковы их характерные особенности?

УПРАЖНЕНИЕ 48

- Сколько нуклонов в ядре атома бериллия ${}^9_4\text{Be}$? Сколько в нём протонов; нейтронов?
- Для атома калия ${}^{39}_{19}\text{K}$ определите: а) зарядовое число; б) число протонов; в) порядковый номер в таблице Д. И. Менделеева; г) число нуклонов; д) число нейтронов.
- Определите с помощью таблицы Д. И. Менделеева, атом какого химического элемента имеет: а) 3 протона в ядре; б) 9 электронов.
- При α -распаде исходное ядро, излучая α -частицу ${}^4_2\text{He}$, превращается в ядро атома другого химического элемента. Например,

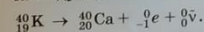


На сколько клеток и в какую сторону (к началу или к концу таблицы Д. И. Менделеева) смещён образовавшийся элемент по отношению к исходному?

Перепишите в тетрадь данное ниже **правило смещения для α -распада**, заполнив пропуски:

при α -распаде одного химического элемента образуется другой элемент, который расположен в таблице Д. И. Менделеева на ... клетки ближе к её ..., чем исходный.

- При β -распаде исходного ядра один из входящих в это ядро нейтронов превращается в протон, электрон ${}^0_{-1}e$ и антинейтрино ${}^0_0\bar{\nu}$ (частицу, легко проходящую сквозь земной шар и, возможно, не имеющую массы). Электрон и антинейтрино вылетают из ядра, а протон остаётся в ядре, увеличивая его заряд на единицу. Например,



Перепишите данное ниже **правило смещения для β -распада**, заполнив пропуски:

при β -распаде одного химического элемента образуется другой элемент, который расположен в таблице Д. И. Менделеева на ... клетки ближе к ... таблицы, чем исходный.

- Как вы думаете, действуют ли между нуклонами в ядре силы гравитационного притяжения (т. е. силы всемирного тяготения)? Ответ обоснуйте.

§ 57

ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ. ДЕФЕКТ МАССЫ

Для того чтобы разбить ядро на отдельные, не взаимодействующие между собой (свободные) нуклоны, необходимо произвести работу по преодолению ядерных сил, т. е. сообщить ядру определённую энергию. Наоборот, при соединении свободных нуклонов в ядро выделяется такая же энергия (по закону сохранения энергии).

Минимальная энергия, необходимая для расщепления ядра на отдельные нуклоны, называется энергией связи ядра.

Каким же образом можно определить величину энергии связи ядра?



АЛЬБЕРТ ЭЙНШТЕЙН

(1879—1955)

Немецкий физик-теоретик, один из создателей современной физики. Открыл закон взаимосвязи массы и энергии, создал специальную и общую теории относительности

$$E_0 = mc^2$$

или

$$\Delta m = \frac{\Delta E_0}{c^2},$$

$$\Delta E_0 = \Delta mc^2.$$

Таким образом, при слиянии свободных нуклонов в ядро в результате выделения энергии (которая уносится излучаемыми при этом фотонами) должна уменьшиться и масса нуклонов. Другими словами, **масса ядра всегда меньше суммы масс нуклонов, из которых оно состоит.**

¹ Греческой буквой Δ («дельта») принято обозначать изменение той физической величины, перед символом которой эта буква ставится.

Наиболее простой путь нахождения этой энергии основан на применении закона о взаимосвязи массы и энергии, открытого немецким учёным **Альбертом Эйнштейном** в 1905 г.

Согласно этому закону между массой m системы частиц и **энергией покоя**, т. е. внутренней энергией E_0 этой системы, существует прямая пропорциональная зависимость:

$$E_0 = mc^2,$$

где c — скорость света в вакууме.

Если энергия покоя системы частиц в результате каких-либо процессов изменится на величину ΔE_0 , то это повлечёт за собой соответствующее изменение массы этой системы на величину Δm , причём связь между этими величинами выразится равенством:

$$\Delta m = (Zm_p + Nm_n) - M_{\text{я}}$$

Недостаток массы ядра Δm по сравнению с суммарной массой составляющих его нуклонов можно записать так:

$$\Delta m = (Zm_p + Nm_n) - M_{\text{я}}$$

где $M_{\text{я}}$ — масса ядра, Z и N — число протонов и нейтронов в ядре, а m_p и m_n — массы свободных протона и нейтрона.

Величина Δm называется **дефектом массы**. Наличие дефекта массы подтверждается многочисленными опытами.

Рассчитаем, например, энергию связи ΔE_0 ядра атома дейтерия ${}^2\text{H}$ (тяжёлого водорода), состоящего из одного протона и одного нейтрона. Другими словами, рассчитаем энергию, необходимую для расщепления ядра на протон и нейтрон.

Для этого определим сначала дефект массы Δm этого ядра, взяв приближённые значения масс нуклонов и массы ядра атома дейтерия из соответствующих таблиц. Согласно табличным данным, масса протона приблизительно равна 1,0073 а. е. м., масса нейтрона — 1,0087 а. е. м., масса ядра дейтерия — 2,0141 а. е. м. Значит, $\Delta m = (1,0073 \text{ а. е. м.} + 1,0087 \text{ а. е. м.}) - 2,0141 \text{ а. е. м.} = 0,0019 \text{ а. е. м.}$

Чтобы энергию связи получить в джоулях, дефект массы нужно выразить в килограммах.

Учитывая, что 1 а. е. м. = $1,6605 \cdot 10^{-27}$ кг, получим:

$$\Delta m = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot 0,0019 = 0,0032 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Подставив это значение дефекта массы в формулу энергии связи, получим:

$$\Delta E_0 = 0,0032 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot \left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 = 0,0288 \cdot 10^{-11} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2} = 0,0288 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}.$$

Энергию, выделяющуюся или поглощающуюся в процессе любых ядерных реакций, можно рассчитать, если известны массы взаимодействующих и образующихся в результате этого взаимодействия ядер и частиц.

Вопросы

1. Что называется энергией связи ядра?
2. Запишите формулу для определения дефекта массы любого ядра.
3. Запишите формулу для расчёта энергии связи ядра.

§ 58

ДЕЛЕНИЕ ЯДЕР УРАНА. ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ

Деление ядер урана при бомбардировке их нейтронами было открыто в 1939 г. немецкими учёными **Отто Ганом** и **Фрицем Штрассманом**.

Рассмотрим механизм этого явления. На рисунке 162, а условно изображено ядро атома урана ${}^{235}_{92}\text{U}$. Поглотив лишний нейтрон, ядро возбуждается и деформируется, приобретая вытянутую форму (рис. 162, б).

Вы уже знаете, что в ядре действует два вида сил: электростатические силы отталкивания между протонами, стремящиеся разорвать ядро, и ядерные силы притяжения между всеми нуклонами, благодаря которым ядро не распадается. Но ядерные силы — короткодействующие, поэтому в вытянутом ядре они уже не могут удерживать сильно удалённые друг от друга части ядра. Под действием электростатических сил отталкивания ядро разрывается на две части (рис. 162, в), которые разлетаются в разные стороны с огромной скоростью и излучают при этом 2—3 нейтрона.

Получается, что часть внутренней энергии ядра переходит в кинетическую энергию разлетающихся осколков и частиц. Осколки бы-

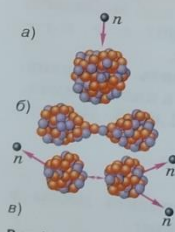


Рис. 162. Процесс деления ядра урана под воздействием попавшего в него нейтрона

244



ОТТО ГАН

(1879—1968)

Немецкий физик, учёный-новатор в области радиохимии. Открыл расщепление урана, ряд радиоактивных элементов



ФРИЦ ШТРАССМАН

(1902—1980)

Немецкий физик и химик. Работы относятся к ядерной химии, ядерному делению. Дал химическое доказательство процессу деления

2020/3/30 10:03