

17 июня

Физика

9 класс

Дорогие девятиклассники!

Мы продолжаем повторять изученный материал в дистанционном режиме.

Желаю вам успехов, усидчивости и мирного неба!

Тема урока: Повторение. Период полураспада. Закон радиоактивного распада. Дозиметрия.

ИНСТРУКЦИЯ

1. В рабочих тетрадях по физике записать число, классная работа, тема урока.

2. Ответить на вопросы

- 1) Перечислите частицы, из которых состоит ядро атома.
- 2) Что показывает массовое число элемента?
- 3) Что такое изотопы?

3. Перейти по ссылке и посмотреть видеоурок «Закон радиоактивного распада. Период полураспада» <https://youtu.be/iuEbEzYC7U0>,

4. Повторить материал

Радиоактивный распад подчиняется статистическому закону. Резерфорд, исследуя превращения радиоактивных веществ, установил опытным путем, что их активность убывает с течением времени. Об этом говорилось в предыдущем параграфе. Так, активность радона убывает в 2 раза уже через 1 мин. Активность таких элементов, как уран, торий и радий, тоже убывает со временем, но гораздо медленнее. Для каждого радиоактивного вещества существует определенный интервал времени, на протяжении которого активность убывает в 2 раза. Этот интервал носит название период полураспада. Период полураспада T — это время, в течение которого распадается половина начального числа радиоактивных атомов.

Выведем теперь математическую формулу закона радиоактивного распада. Пусть число радиоактивных атомов в начальный момент времени ($t = 0$) равно

N_0 . Тогда по истечении периода полураспада это число будет равно $\frac{N_0}{2}$.

Спустя еще один такой же интервал времени это число станет равным:

$$\frac{1}{2} \frac{N_0}{2} = \frac{N_0}{4} = \frac{N}{2^2}.$$

По истечении времени $t = nT$, т. е. спустя n периодов полураспада T , радиоактивных атомов останется:

$$N = N_0 \frac{1}{2^n}.$$

Поскольку

$$n = \frac{t}{T},$$

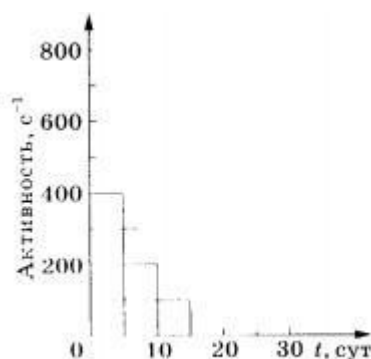


Рис. 13.8

то

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}. \quad (13.1)$$

Закон радиоактивного распада

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

Эта формула и есть закон радиоактивного распада, связывающая число способных к распаду ядер в начальный момент времени к числу не распавшихся ядер по истечении времени t . По этой формуле можно найти число не распавшихся ядер в любой момент времени.

Рассмотрим периоды полураспада некоторых радиоактивных элементов:

Вещество	^{238}U	^{235}U	^{234}U	^{210}Bi	^{210}Pb
Период полураспада	$4,5 \cdot 10^9$ лет	$7,13 \cdot 10^8$ лет	$2,48 \cdot 10^5$ лет	4,97 дня	1,32 минуты
Постоянная распада	$4,84 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}$		$8,17 \cdot 10^{-14} \text{ с}^{-1}$	$1,61 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$	$8,75 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$

Частица	α	α	α	β	β
Полная энергия распада	4,2 МэВ	4,6783 ^[9]	4,75 МэВ	1,17 МэВ	1,80 МэВ

Период полураспада — основная величина, определяющая скорость радиоактивного распада. Чем меньше период полураспада, тем меньше времени «живут» ядра, тем быстрее происходит распад. Для разных веществ период полураспада имеет сильно различающиеся значения. Так, период полураспада урана $^{238}_{92}\text{U}$ равен 4,5 млрд лет. Именно поэтому активность урана на протяжении нескольких лет заметно не меняется. Период полураспада радия значительно меньше — он равен 1600 лет. Поэтому активность радия значительно больше активности урана. Есть радиоактивные элементы с периодом полураспада в миллионные доли секунды.

Чтобы, пользуясь формулой, определить период полураспада, надо знать число атомов N_0 в начальный момент времени и число не распавшихся атомов N спустя определенный интервал времени t .

Сам закон радиоактивного распада довольно прост. Но физический смысл этого закона уяснить себе нелегко. Действительно, согласно этому закону за любой интервал времени распадается одна и та же доля имеющихся атомов (за период полураспада половина атомов). Значит, с течением времени скорость распада нисколько не меняется?

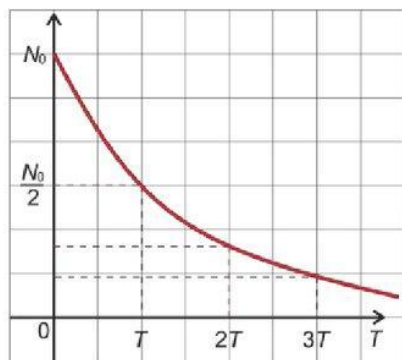
Радиоактивные ядра «не стареют». Так, ядра радона, возникающие при распаде радия, претерпевают радиоактивный распад как сразу же после своего образования, так и спустя 10 мин после этого. Распад любого атомного ядра — это, так сказать, не «смерть от старости», а «несчастный случай» в его жизни. Для радиоактивных ядер не существует понятия возраста. Можно определить лишь их среднее время жизни τ .

Время существования отдельных ядер может варьироваться от долей секунды до миллиардов лет. Атом урана, например, может спокойно пролежать в земле миллиарды лет и внезапно взорваться, тогда как его соседи благополучно продолжают оставаться в прежнем состоянии. Среднее время жизни τ — это просто среднее арифметическое времени жизни достаточно большого

количества атомов данного вида. Оно прямо пропорционально периоду полураспада. Предсказать, когда произойдет распад ядра данного атома, невозможно. Смысл имеют только утверждения о поведении в среднем большой совокупности атомов. Закон радиоактивного распада определяет среднее число ядер атомов, распадающихся за определенный интервал времени. Но всегда имеются неизбежные отклонения от среднего значения, и, чем меньше количество радиоактивных ядер в препарате, тем больше эти отклонения. **Закон радиоактивного распада** является статистическим законом.

Говорить об определенном законе радиоактивного распада для малого числа ядер атомов не имеет смысла. Этот закон справедлив в основном для большого количества частиц.

Записать в тетрадь, начертить график



$$\text{При } t = T, N = \frac{N_0}{2}$$

$$\text{При } t = 2T, N = \frac{N_0}{4} = \frac{N_0}{2^2}$$

$$\text{При } t = nT, N = \frac{N_0}{2^n}$$

Период полураспада — это промежуток времени, в течении которого распадается половина первоначального количества ядер.

Закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

N — количество не распавшихся ядер;

N_0 — первоначальное количество ядер;

t — промежуток времени;

T — период полураспада.

$$\Delta N = N_0 - N$$

4. Повторить материал, написать конспект (выделенное синим)

В 1896 году французский физик Антуан Анри Беккерель обнаружил, что соли урана самопроизвольно испускают лучи. Открытое им явление было названо **радиоактивностью**.

Радиоактивность — это явление самопроизвольного превращения неустойчивого изотопа одного химического элемента в изотоп другого

элемента, сопровождающееся испусканием частиц, обладающих большой проникающей способностью.

Резерфордом и другими исследователями было экспериментально доказано, что радиоактивное излучение можно разделить на три вида: **а-, b- и g-излучения**. Такие названия излучения получили по первым буквам греческого алфавита.

Известно, что радиоактивные излучения вызывают ионизацию атомов и молекул вещества, поэтому их часто называют **ионизирующими излучениями**.

В настоящее время известно, что **радиоактивные излучения при определенных условиях могут представлять опасность для здоровья живых организмов**.

Механизм биологического действия радиоактивных излучений сложен. Его основу составляют процессы ионизации и возбуждения атомов и молекул в живых тканях, происходящие при поглощении ими ионизирующих излучений.

Степень и характер отрицательного воздействия радиации зависят от нескольких факторов, в частности, от того, какая энергия передана потоком ионизирующих частиц данному телу и какова масса этого тела.

Чем больше энергии получает человек от действующего на него потока частиц и чем меньше при этом масса человека (т. е. чем большая энергия приходится на каждую единицу массы), тем к более серьезным нарушениям в его организме это приведет.

Поглощенной дозой излучения называют величину, равную отношению энергии ионизирующего излучения, поглощенной облучаемым веществом, к массе этого вещества.

$$D = \frac{E}{m}$$

В СИ единицей поглощенной дозы излучения является Гр (грэй).

$$[D] = [\text{Гр}]$$

1 грей равен поглощенной дозе излучения, при которой облучаемому веществу массой 1 кг передается энергия ионизирующего излучения 1 Дж. Внесистемная единица поглощенной дозы излучения— **радиан**.

$$[D] = [\text{рад}]$$

Для измерения поглощенной дозы используются специальные приборы — **дозиметры**. Наибольшее распространение имеют дозиметры, в которых датчиками являются ионизационные камеры. В некоторых дозиметрах в

качестве датчиков используют счетчики частиц, фотопленку или сцинтилляторы.



Известно, что чем больше поглощенная доза излучения, тем больший вред (при прочих равных условиях) может нанести организму это излучение. Но для достоверной оценки тяжести последствий, к

которым может привести действие ионизирующих излучений, необходимо учитывать также, что **при одинаковой поглощенной дозе разные виды излучений вызывают разные по величине биологические эффекты. Биологические эффекты, вызываемые любыми ионизирующими излучениями, принято оценивать по сравнению с эффектом от рентгеновского или от гама-излучения.** Например, при одной и той же поглощенной дозе биологический эффект от действия α -излучения будет в 20 раз больше, чем от γ -излучения, от действия быстрых нейтронов эффект может быть в 10 раз больше, чем от γ -излучения, от действия β -излучения — такой же, как от γ -излучения.

В связи с этим принято говорить, что **коэффициент качества α -излучения равен 20**, вышеупомянутых **быстрых нейтронов — 10**, при том, что **коэффициент качества γ -излучения** (так же, как рентгеновского и β -излучения) **считается равным 1.**

Таким образом, **коэффициент качества показывает**, во сколько раз радиационная опасность от воздействия на живой организм данного вида излучения больше, чем от воздействия γ -излучения (при одинаковых поглощенных дозах).

В связи с тем, что при одной и той же поглощенной дозе разные излучения вызывают различные биологические эффекты, для оценки этих эффектов была введена величина, называемая **эквивалентной дозой излучения.**

Эквивалентная доза излучения — это величина, определяющая воздействие излучения на организм, и равная произведению поглощенной дозы на коэффициент качества.

$$D_3 = H = k \cdot D$$

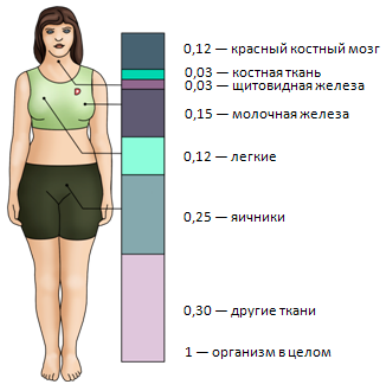
Эквивалентная доза может измеряться в тех же единицах, что и поглощенная, однако для ее измерения существуют и специальные единицы. В Международной системе единиц единицей эквивалентной дозы служит Зв (зиверт). Применяются также дольные единицы, такие как миллизиверт, микрозиверт и др.

$$[D_3] = [Зв]$$

Внесистемной единицей измерения служит Бэр (биологический эквивалент рентгена).

$$[D_3] = [\text{Бэр}]$$

При оценке воздействий ионизирующих излучений на живой организм учитывают и то, что одни части тела (органы, ткани) более чувствительны, чем другие. Например, при одинаковой эквивалентной дозе возникновение рака в легких более вероятно, чем в щитовидной железе. Другими словами, каждый орган и ткань имеют определенный **коэффициент радиационного** — (или **коэффициент**), например, он равен 0,12, а для щитовидной железы —



Предельно допустимой дозой облучения считается такая поглощенная доза, которая по порядку величины совпадает с естественным радиоактивным фоном, существующим на Земле и обусловленным в основном космическим излучением и радиоактивностью земли. С этой точки зрения, предельно допустимая доза для

человека в диапазоне рентгеновского, b- и g-излучений составляет около 10 Гр в год. Для тепловых нейтронов эта доза в 5 раз ниже, а для быстрых нейтронов, протонов и a-частиц в 10 раз ниже. Международной комиссией по радиационной защите для людей, постоянно работающих с источниками радиоактивных излучений, установлена предельно допустимая доза не более одной тысячной грея в неделю, т.е. около 0,05 Гр в год. **Доза свыше 3 — 6 Грей, полученная за короткое время, для человека смертельна.**

Поглощенная и эквивалентная дозы зависят и от времени облучения (т.е. от времени взаимодействия излучения со средой). При прочих равных условиях эти дозы тем больше, чем больше время облучения, т.е. дозы накапливаются со временем.

Ответить на вопросы.

1. Что определяет период полураспада?
2. Какие величины связывает закон радиоактивного распада?
3. Почему закон радиоактивного распада является статистическим законом?

Домашнее задание: повторить конспект, п 78, понимать смысл закона радиоактивного распада

Работы можно сфотографировать и прислать мне по Viber, Telegram +38071 451 97 68 или на личную почту o-kotkova@ukr.net

Дополнительную консультацию вы можете получить в телефонном режиме по номеру 071 451 97 68 или в указанных выше мессенджерах