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

**Дата 15.04.2020г.**

Профессия Сварщик

**группа № 2-5 БФ**

**Тема Физика атомного ядра.**

Первое занятие. ***Закон радиоактивного распада***.

Содержание. Естественная радиоактивность. Опыты Беккереля. Период полураспада. Активность. Единица активности. Среднее времени жизни.

1. Прочитать данную тему Физика В.Ф Дмитриева год издания 2014 стр 394-396. Контрольные вопросы. Задачи. В конце лекции. Ответы прислать по Viber: 89029520758 или по электронной почте lelaus1953 @ mail.ru.

**Лекция.**

Радиоактивность- *«radiare» - лат. испускать, лучи* *Активность – само за себя говорит.* В каком случае вещество, атом что-то испускает? *Если он распадается*. Обратите внимание на второе значение латинского слова *«radiare» -*лучи.

**Радиоактивность – это самопроизвольный распад ядер атомов с испусканием элементарных частиц**

Открытие радиоактивности произошло благодаря счастливой случайности.

Опыты А.Беккереля

**А. Беккерель** долгое время исследовал свечение веществ, предварительно облученных солнечным светом. К таким веществам принадлежат соли урана, с которыми экспериментировал Беккерель. У него возник вопрос: не появляются ли после облучения солей урана наряду с видимым светом и рентгеновские лучи? Беккерель завернул фотопластинку в плотную черную бумагу, положил сверху крупинки урановой соли и выставил на яркий солнечный свет. После проявления фотопластинка почернела на тех участках, где лежала соль. Следовательно, уран создавал какое - то излучение, которое пронизывает непрозрачные тела и действует на фотопластинку. Беккерель думал, что это излучение возникает под влиянием солнечных лучей. Но однажды, в феврале 1896г., провести ему очередной опыт не удалось из-за облачной погоды. Беккерель убрал пластинку в ящик стола, положив на нее сверху медный крест, покрытый солью урана. Проявив на всякий случай пластинку два дня спустя, он обнаружил на ней почернение в форме отчетливой тени креста. Это означало, что соли урана самопроизвольно, без каких либо внешних влияний создают какое-то излучение. Начались интенсивные исследования.

*Вскоре Беккерель установил важный факт: интенсивность излучения определяется только количеством урана в препарате, и не зависит от того в какие соединения он входит*. Следовательно, излучение присуще не соединениям, а *химическому элементу урану, его атомам.* Естественно ученые попытались обнаружить, не обладают ли способностью к самопроизвольному излучению другие химические элементы. В эту работу внесла большой вклад Мария Склодовская-Кюри.

В 1898г М. Склодовская-Кюри и др. ученые обнаружили излучение тория. В дальнейшем главные усилия в поисках новых элементов были предприняты М. Склодовской-Кюри и ее мужем П. Кюри. Систематическое исследование руд, содержащих уран и торий, позволило им выделить новый неизвестный ранее химический элемент - полоний № 84, названный так в честь родины М. Склодовской-Кюри - Польши. Был открыт еще один элемент, дающий интенсивное излучение - радий № 88, т.е. лучистый. ***Само же явление произвольного излучения было названо супругами Кюри радиоактивностью.***

***Искусственная и естественная (природная****).*

*Итак, под естественной радиоактивностью понимают явление самопроизвольного превращения атомных ядер неустойчивых изотопов в устойчивые, сопровождающиеся испусканием частиц и излучением энергии.*

Превращение атомных ядер сопровождается испусканием α-,β-лучей, которое называется α-, β-распадом соответственно.

Эти два распада подчиняются правилам смещения, которые впервые сформулировал английский ученый Содди:

* При α-распаде ядро теряет положительный заряд 2e и его масса убывает на 4 а.е.м.

В результате α-распада элемент смещается на две клетки к началу периодической системы Менделеева:    Ra226 → He24 + Rn222

* При β-распаде из ядра вылетает электрон, что увеличивает заряд ядра на 1. масса же остается почти неизменной.

В результате β-распада элемент смещается на одну клетку к концу периодической таблицы Менделеева.   Cs138 → e + Ba138

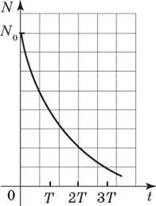
* γ-излучение – не сопровождается изменением заряда; масса же ядра меняется ничтожно мало.

Скорость распада радиоизотопов измеряется периодом полураспада. Чтобы вникнуть в глубь данного понятия и сформулировать его определение, обратимся к модели, как способу познания связи между течением времени и количеством распавшихся ядер. **Период** **полураспада** квантово-механической системы (частицы, ядра, атома, энергетического уровня и т. д.) — время. , в течение которого система распадается с вероятностью 1/2.  Период полураспада Если взять закрытую стеклянную колбу, содержащую определенное количество радона, то окажется, что примерно за 57 сек количество радона в колбе уменьшится вдвое. Еще через 57 сек из количества радона, что осталась, тоже останется половина, и др. Опыт показывает, что Ø для каждого вида радиоактивных изотопов существует период полураспада - промежуток времени, в течение которого распадается половина первоначального числа атомов. Будем обозначать период полураспада T. Например, период полураспада изотопа Урана 23892U равен 4,5 млрд. лет, а изотопа 23592U - «всего» 700 млн. лет, то есть примерно в шесть с половиной раз меньше. Это различие в периоде полураспада объясняет, почему изотопа в земной коре в 140 раз меньше, чем 23892U: «вернувшись» во времени, можно надеяться, что этих изотопов Урана было поровну примерно 6 млрд. лет назад (примерно такой возраст Солнечной системы). Период же полураспада радия 22628Ra , по геологическим меркам очень мал: всего лишь 1600 лет, то есть примерно в 3 млн. раз меньше, чем период полураспада 23892U. Радуйся существует на Земле только потому, что он во время радиоактивного распада урана постоянно образуется в небольших количествах. Для характеристики радиоактивного распада часто используют величину, которую называют постоянной радиоактивного распада радионуклида и обозначают символом λ. Стала радиоактивного распада связана с периодом полураспада соотношением:

image500

***Закон радиоактивного распада*** Найдем, по какому закону уменьшается со временем число атомов N определенного изотопа вследствие радиоактивного распада - иначе говоря, определим зависимость N(t). Обозначим число атомов в начальный момент (t = 0) N0, то есть N(0) = N0. Через время t = T, равный периоду полураспада, число атомов будет вдвое меньше от первоначального: N(T) = N0/2. После окончания каждого последующего промежутка времени T число атомов уменьшается вдвое, поэтому N(2T) =N0/22 , N(3T) = N0/23 и так далее. Через время http://na-uroke.in.ua/image663-5.gif = Nt останется N(nT) = N0 · 2-n атомов. Поскольку n = t/T, получаем закон радиоактивного распада: image501

График зависимости N(t) приведен на рисунке:



Период полураспада - постоянная величина, которая не может быть изменена такими доступными воздействиями, как охлаждение, нагрев, давление и др. Для урана период полураспада равен 4,5 млрд. лет, для радия - 1590 лет, для радона - 3,825 суток, для радия-С - 1,5 · 10-4 с. Закон распада атомов не является законом, который управляет распадом одного атома, потому что нельзя предугадать, когда произойдет этот распад. Распад атома не зависит от его возраста, то есть атомы «не стареют». Предсказать, когда произойдет распад данного атома, невозможно. Закон радиоактивного распада определяет среднее число атомов, распадающихся за определенный интервал времени. Закон радиоактивного распада является статистическим законом.

***Связь постоянной полураспада с интенсивностью радиоактивного излучения***

С практической точки зрения важной характеристикой процесса радиоактивного распада является скорость, с которой распадается тот или иной радионуклид. Физическую величину, численно равный количеству распадов, которые происходят в определенном радионуклидному образце в единицу времени, называют активностью радиоактивного образца. Активность радиоактивного образца обозначают символом A. Единица активности в СИ - беккерель (Бк). 1 Бк - это активность такого образца, в котором за 1 с происходит 1 акт распада.Но 1 Бк - это очень маленькая активность, поэтому используют внесистемную единицы активности - кюри (Ки):

1 Ки = 3,7 · 1010 Бк.

Если в этот момент времени в образце содержится некоторое количество N атомов радионуклида, то активность Aэтого радиоактивного образца можно вычислить по формуле: A = λN. Это и есть основной закон радиоактивного распада. По этой формуле можно найти число нераспавшихся ядер в любой момент времени.

        Период полураспада меняется в широких пределах от 10-16с для 8Ве до 3,7.1010 с для 87Rb.

Период полураспада 238U равен 4,5 млрд. лет. Именно поэтому активность урана на протяжении нескольких лет заметно не меняется. Период полураспада радия 1600 лет. Поэтому активность радия значительно больше активности урана**.**

***Физический смысл закона радиоактивного распада состоит в том, что за период полураспада распадается одна и та же доля имеющихся атомов. Значит, с течением времени скорость распада не меняется. Скорость распада ядер совершенно не зависит от того, сколько они «прожили». Это означает, что радиоактивный распад не является результатом накопления каких-то изменений в ядрах, ядра не «стареют****».* Если бы распад ядер был результатом постепенных изменений, то имело бы значение, на какой стадии «жизни» мы «застали» совокупность ядер. Например,  если в лесу выделить группу «молодых» деревьев и столько же «старых», то ясно, что в последней группе погибающих деревьев было бы больше, чем в первом, - скорость убывания была бы различной. Для ядер не существует «возраста». Можно определить лишь *среднее время жизни*. Вероятность распада одинакова для всех ядер данного сорта.

        Закон радиоактивного распада определяет среднее число ядер атомов, распадающихся за определённый интервал времени. Но всегда есть отклонения от среднего значения. Закон радиоактивного распада является *статистическим законом.*

**Определение возраста Земли.**Атомный вес свинца, добываемого из руд, не содержащих радиоактивных элементов, составляет 207,2. Атомный вес свинца, образующегося в результате распада урана, равен 206. Атомный вес свинца в урановых минералах очень близок к 206. Отсюда следует, что эти минералы в момент образования (кристаллизация из расплава) не содержали свинца; весь наличный в таких минералах свинец накопился в результате распада урана. Используя закон радиоактивного распада, можно по отношению количества свинца и урана в минерале определить его возраст.

Учимся решать задачи

1. Определите массу радия-226, что содержится в радионуклидному образце, если активность радия составляет 5 Ки.

Решения. Активность образца A =λN. Поскольку N = vNA, а v = m/M, то http://na-uroke.in.ua/image666-7.jpg Подставим выражение для N в формулу активности: http://na-uroke.in.ua/image667-7.jpg

Отсюда http://na-uroke.in.ua/image668-8.jpg

Проверив единицы величин и подставив численные значения, получаем, что в радиоактивном образце содержится 5,07 г радия-226.

**Домашнее задание**

1.Контрольные вопросы:

* 1. В чем заключается явление радиоактивности?
  2. Какова природа радиоактивного излучения?
  3. Напишите закон радиоактивного распада?
  4. Что представляют собой α-лучи?
  5. Что представляют собой β-лучи?
  6. Что представляет собой γ-излучение?
  7. В результате, какого радиоактивного распада натрий 2211Na превращается в магний 2211Mg.
  8. Почему не определяют время полного распада всех ядер?
  9. Справедливо ли то, что чем дольше существует атом, тем больше вероятность его распада?
  10. Для ядра, которого нуклида (с большим или малым периодом полураспада) вероятность распада в течение ближайшего часа больше?
  11. Почему радиоактивность урана за несколько лет заметно не меняется?

2. Задачи:

1. Написать реакцию α-распада магния 22 12Mg  .

2. Написать реакцию β-распада натрия 2211Na .

3. Написать реакцию α-распада урана  23592U.

4. Написать реакцию β-распада плутония  23994Pu .

5. Написать реакцию α-распада радия  22688Ra.

6. Написать реакцию β-распада свинца  20982Pb.

7.Написать реакцию α-распада серебра  10747Аg.

8. Написать реакцию β-распада кюрия  24796Cm .

9. Количество атомов радиоактивного нуклида уменьшилась в 4 раза в течение 50 минут. Определите период полураспада этого нуклида.

10. Период полураспада радиоактивного нуклида равен 1 час. Сколько процентов начального количества атомов осталось через 10 часов?

11. Сколько процентов радиоактивных атомов распадется в течение половины периода полураспада?

12. Период полураспада радиоактивного изотопа, если в течение 12 час. в среднем распадается 7500 атомов с 8000?