

Тема: Открытие радиоактивности. Гамма излучение. Закон радиоактивного распада.

http://лена24.рф/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_11_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/index.html №1223, 1224,1225, 1226

Открытие радиоактивности

Нестабильность атомов была открыта в конце XIX в. Спустя пол века построили первый ядерный реактор.

Открытие радиоактивности — явления, доказывающего сложный состав атомного ядра, — произошло благодаря счастливой случайности. Рентгеновские лучи, как вы помните, впервые были получены при столкновениях быстрых электронов со стеклянной стенкой разрядной трубки. Одновременно наблюдалось свечение стенок трубки. Беккерель долгое время исследовал подобное явление — свечение веществ, облученных солнечным светом. К таким веществам относятся, в частности, соли урана, с которыми экспериментировал ученый.

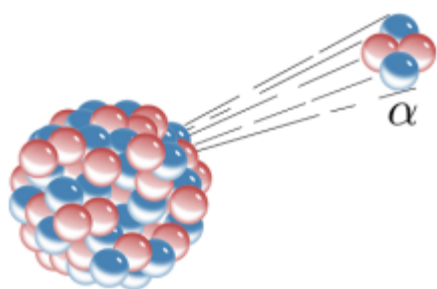
облучения солей урана наряду с видимым светом и рентгеновские лучи? Беккерель завернул фотопластинку в плотную черную бумагу, положил сверху крупинки урановой соли и выставил на яркий солнечный свет. После проявления фотопластинка почернела на тех участках, где лежала соль. Следовательно, уран создавал какое-то излучение, которое, подобно рентгеновскому, пронизывает непрозрачные тела и действует на фотопластинку. Беккерель думал, что это излучение возникает под влиянием солнечных лучей.

Но однажды, в феврале 1896 г., провести очередной опыт ему 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 фотопластинку 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.**

В дальнейшем главные усилия в поисках новых элементов были предприняты Марией Склодовской-Кюри и ее мужем Пьером Кюри и другие ученые открыли излучение торий, полоний, радий.

Впоследствии было установлено, что **все химические элементы с порядковым номером более 83 являются радиоактивными.**

Радиоактивностью называется способность нестабильных ядер превращаться в другие ядра, при этом процесс превращения сопровождается испусканием различных частиц.



Альфа излучение

- излучаются: *два протона и два нейтрона*
- проникающая способность: *низкая*
- облучение от источника: *до 10 см*
- скорость излучения: *20 000 км/с*

- ионизация: *30 000 пар ионов на 1 см пробега*
- биологическое действие радиации: *высокое*

Альфа (α) излучение возникает при распаде нестабильных изотопов элементов.

Альфа излучение - это излучение тяжелых, положительно заряженных альфа частиц, которыми являются **ядра атомов гелия** (два нейтрона и два протона). Альфа частицы излучаются при распаде более сложных ядер, например, при распаде атомов урана, радия, тория.

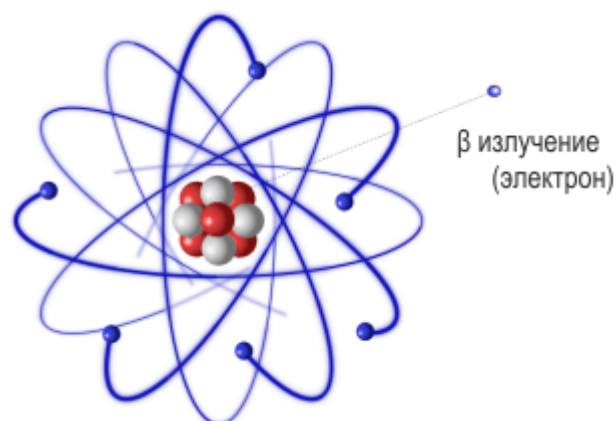
Альфа частицы **обладают большой массой** и излучаются с относительно невысокой **скоростью** в среднем 20 тыс. км/с, что примерно в **15 раз меньше скорости света**. Поскольку альфа **частицы очень тяжелые**, то при контакте с веществом, частицы сталкиваются с молекулами этого вещества, начинают с ними взаимодействовать, теряя свою энергию и поэтому **проникающая способность** данных частиц **не велика** и их способен задержать даже простой лист бумаги.

Однако альфа частицы **несут в себе большую энергию** и **при взаимодействии с веществом вызывают его значительную ионизацию**. А в клетках живого организма, помимо ионизации, альфа излучение **разрушает ткани, приводя к различным повреждениям живых клеток**.

Из всех видов радиационного излучения, альфа излучение **обладает наименьшей проникающей способностью**, но последствия облучения живых тканей данным видом радиации наиболее тяжелые и значительные по сравнению с другими видами излучения.

Облучение радиацией в виде альфа излучения может произойти при попадании радиоактивных элементов внутрь организма, например, **с воздухом, водой или пищей, а также через порезы или ранения**. Попадая в организм, данные радиоактивные элементы разносятся током крови по организму, накапливаются в тканях и органах, оказывая на них мощное энергетическое воздействие. Поскольку некоторые виды радиоактивных изотопов, излучающих альфа радиацию, имеют продолжительный срок жизни, то попадая внутрь организма, они способны вызвать в клетках серьезные изменения и привести к перерождению тканей и мутациям.

Радиоактивные **изотопы фактически не выводятся с организма самостоятельно**, поэтому попадая внутрь организма, они будут облучать ткани изнутри на протяжении многих лет, пока не приведут к серьезным изменениям. **Организм человека не способен нейтрализовать, переработать, усвоить или утилизировать, большинство радиоактивных изотопов, попавших внутрь организма.**



Бета излучение

- излучаются: *электроны или позитроны*
- проникающая способность: *средняя*
- облучение от источника: *до 20 м*
- скорость излучения: *300 000 км/с*
- ионизация: *от 40 до 150 пар ионов на 1 см пробега*

- биологическое действие радиации: *среднее*

Бета (β) излучение возникает при превращении одного элемента в другой, при этом процессы происходят в самом ядре атома вещества с изменением свойств протонов и нейтронов.

При бета излучении, происходит превращение нейтрона в протон или протона в нейтрон, при этом превращении происходит излучение электрона или позитрона (античастица электрона), в зависимости от вида превращения. **Скорость излучаемых элементов приближается к скорости света и примерно равна 300 000 км/с.** Излучаемые при этом элементы называются **бета частицы**.

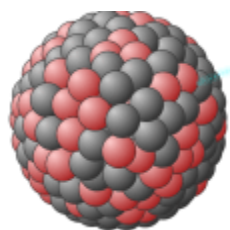
Имея изначально высокую скорость излучения и малые размеры излучаемых элементов, бета излучение **обладает более высокой проникающей способностью** чем альфа излучение, но обладает в сотни раз меньшей способностью ионизировать вещество по сравнению с альфа излучением.

Бета радиация с **легкостью проникает сквозь одежду и частично сквозь живые ткани**, но при прохождении через более плотные структуры вещества, например, через металл, начинает с ним более интенсивно взаимодействовать и теряет большую часть своей энергии передавая ее элементам вещества. **Металлический лист в несколько миллиметров может полностью остановить бета излучение.**

Если альфа радиация представляет опасность только при непосредственном контакте с радиоактивным изотопом, то бета излучение в зависимости от его интенсивности, уже **может нанести существенный вред живому организму на расстоянии несколько десятков метров от источника радиации.**

Если радиоактивный изотоп, излучающий бета излучение попадает внутрь живого организма, он накапливается в тканях и органах, оказывая на них энергетическое воздействие, приводя к изменениям в структуре тканей и со временем вызывая существенные повреждения.

Некоторые радиоактивные изотопы с бета излучением имеют длительный период распада, то есть **попадая в организм, они будут облучать его годами, пока не приведут к перерождению тканей и как следствие к раку**



гамма излучение (фотон)

Гамма излучение

- излучаются: *энергия в виде фотонов*
- проникающая способность: *высокая*
- облучение от источника: *до сотен метров*
- скорость излучения: *300 000 км/с*

- ионизация: *от 3 до 5 пар ионов на 1 см пробега*
- биологическое действие радиации: *низкое*

Гамма (γ) излучение - это энергетическое электромагнитное излучение в виде фотонов.

Гамма радиация сопровождает процесс распада атомов вещества и проявляется в виде излучаемой электромагнитной энергии в виде фотонов, высвобождающихся при изменении энергетического состояния ядра атома. Гамма лучи **излучаются ядром со скоростью света.**

Когда происходит радиоактивный распад атома, то из одних веществ образуются другие. Атом вновь образованных веществ находится в энергетически нестабильном (возбужденном) состоянии. Воздействуя друг на друга, нейтроны и протоны в ядре

приходят к состоянию, когда силы взаимодействия уравниваются, а излишки энергии выбрасываются атомом в виде гамма излучения

Гамма излучение **обладает высокой проникающей способностью** и с легкостью **проникает сквозь одежду, живые ткани, немного сложнее через плотные структуры вещества типа металла**. Чтобы остановить гамма излучение потребуется значительная толщина стали или бетона. Но при этом гамма излучение **в сто раз слабее оказывает действие на вещество** чем бета излучение и десятки тысяч раз слабее чем альфа излучение.

Основная опасность гамма излучения - это его способность преодолевать значительные расстояния и оказывать воздействие на живые организмы за несколько сотен метров от источника гамма излучения.

Рентгеновское излучение

излучаются: энергия в виде фотонов

проникающая способность: высокая

облучение от источника: до сотен метров

скорость излучения: 300 000 км/с

ионизация: от 3 до 5 пар ионов на 1 см пробега

биологическое действие радиации: низкое

Рентгеновское излучение - это энергетическое электромагнитное излучение в виде фотонов, возникающие при переходе электрона внутри атома с одной орбиты на другую.

Рентгеновское излучение сходно по действию с гамма излучением, но обладает меньшей проникающей способностью, потому что имеет большую длину волны.

Рассмотрев различные виды радиоактивного излучения, видно, что понятие радиация включает в себя совершенно различные виды излучения, которые оказывают разное воздействие на вещество и живые ткани, от прямой бомбардировки элементарными частицами (альфа, бета и нейтронное излучение) до энергетического воздействия в виде гамма и рентгеновского излучения.

Каждое из рассмотренных излучений опасно!

радиоактивность представляет собой самопроизвольное превращение одних ядер в другие, сопровождаемое испусканием различных частиц.

Правило смещения. Превращения ядер подчиняются так называемому правилу смещения, сформулированному впервые Содди: при α -распаде ядро теряет положительный заряд $2e$ и его масса M убывает примерно на четыре атомные единицы массы. В результате элемент смещается на две клетки к началу периодической системы.

Символически это можно записать так:
$${}^M_Z X \rightarrow {}^{M-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \text{He}.$$

При β -распаде из ядра вылетает электрон.

В результате заряд ядра увеличивается на единицу, а масса остается почти неизменной:
$${}^M_Z X \rightarrow {}^M_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e + {}^0_0 \bar{\nu}_e.$$

заряд ядра увеличивается на единицу, а масса остается почти неизменной

После β -распада элемент смещается на одну клетку ближе к концу периодической системы.

Какой изотоп образуется из радиоактивного изотопа ${}^{133}_{51}\text{Sb}$ после четырёх α – распадов

Закон радиоактивного распада. Период полураспада

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.

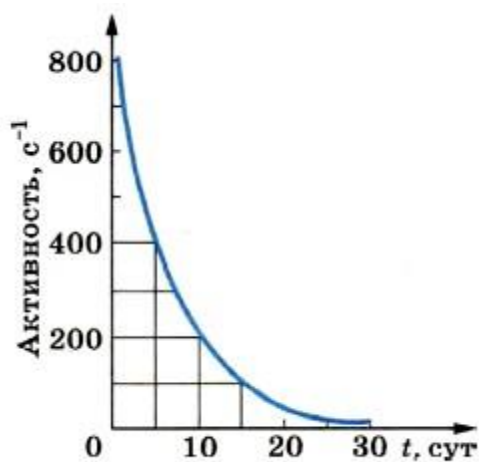


Рис. 13.8

Выведем теперь математическую форму 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 $\frac{N_0}{2}$.

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

$t = nT$, - время распада

n – число периодов полураспада T

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 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.

Поэтому активность радия значительно больше активности урана. Есть радиоактивные элементы с периодом полураспада в миллионные доли секунды.

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 т. **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.

Изотопы

Изучение явления радиоактивности привело к важному открытию: была выяснена природа атомных ядер.

В результате наблюдения огромного числа радиоактивных превращений постепенно обнаружилось, что существуют вещества, тождественные по своим химическим свойствам, но имеющие совершенно различные радиоактивные свойства (т. е. распадающиеся по-разному). Их никак не удавалось разделить ни одним из известных химических способов. На этом основании **Содди в 1911 г. высказал предположение о возможности существования элементов с одинаковыми химическими свойствами, но различающихся, в частности, своей радиоактивностью.** Эти элементы нужно помещать в одну и ту же клетку периодической системы Д. И. Менделеева. Содди назвал их изотопами (т. е. занимающими одинаковые места).

Предположение Содди получило блестящее подтверждение и глубокое толкование год спустя, когда Дж. Дж. Томсон провел точные измерения массы ионов неона методом отклонения их в электрическом и магнитном полях. Он обнаружил, что неон представляет собой смесь двух видов атомов. Большая часть их имеет относительную массу, равную 20. Но существует незначительная часть атомов с относительной атомной массой 22. В результате относительная атомная масса смеси была принята равной 20,2.

Оба вида атомов неона, естественно, занимают одно и то же место в таблице Д. И. Менделеева и, следовательно, являются изотопами. Таким образом, изотопы могут различаться не только своими радиоактивными свойствами, но и массой.

Особенно интересны изотопы водорода, так как они различаются по массе в 2 и 3 раза. Изотоп с относительной **атомной массой 2** называется **дейтерием**. Он стабилен (т. е. не радиоактивен) и входит в качестве небольшой примеси (1 : 4500) в обычный водород. **При соединении дейтерия с кислородом образуется так называемая тяжелая вода.** Ее физические свойства заметно отличаются от свойств обычной воды. **При нормальном атмосферном давлении она кипит при 101,2 °С и замерзает при 3,8 °С.**

Изотоп водорода с **атомной массой 3** называется **тритием**. Он β -радиоактивен, и его период полураспада около 12 лет.

http://лена24.рф/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_11_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/115.htm