

*Санкт-Петербургское государственное бюджетное  
профессиональное образовательное учреждение  
"Пожарно-спасательный колледж "Санкт-  
Петербургский центр подготовки спасателей"*

**Презентация**

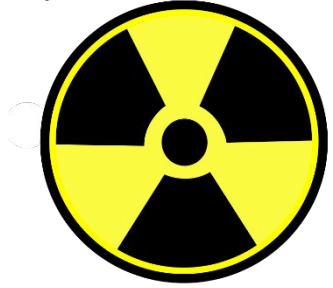
По теме: Радиоактивность. Виды радиоактивных излучений. Влияние ионизирующей радиации на живые организмы.

Выполнила: Студентка Титова Е.Р.  
Руководители: преподаватель физики Захарова О.А.

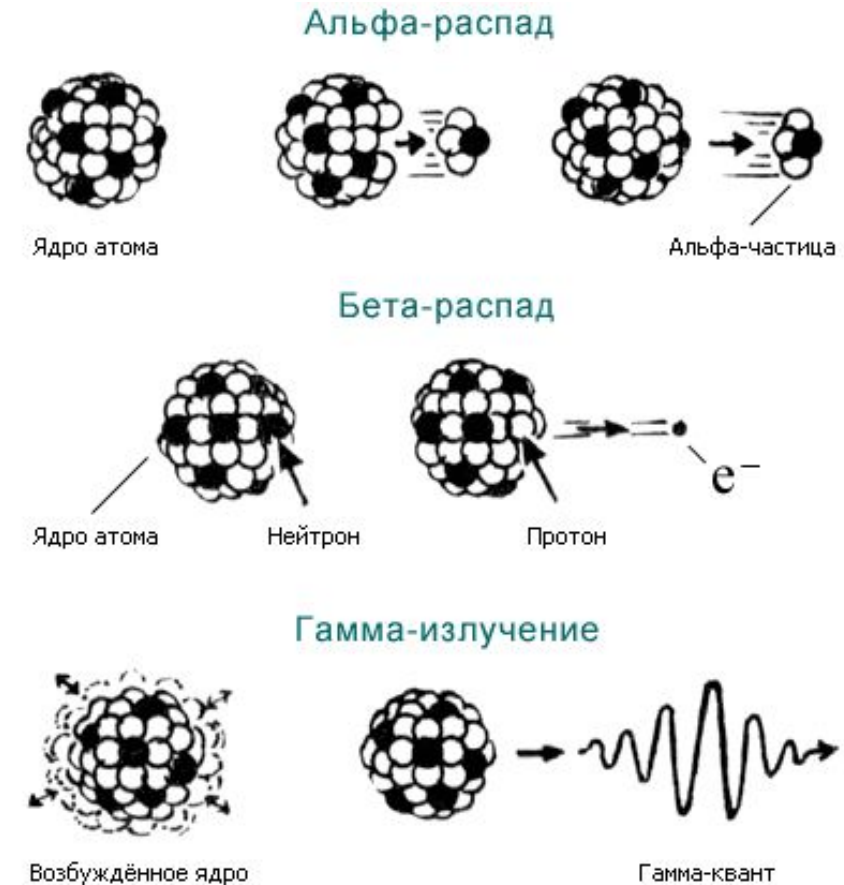
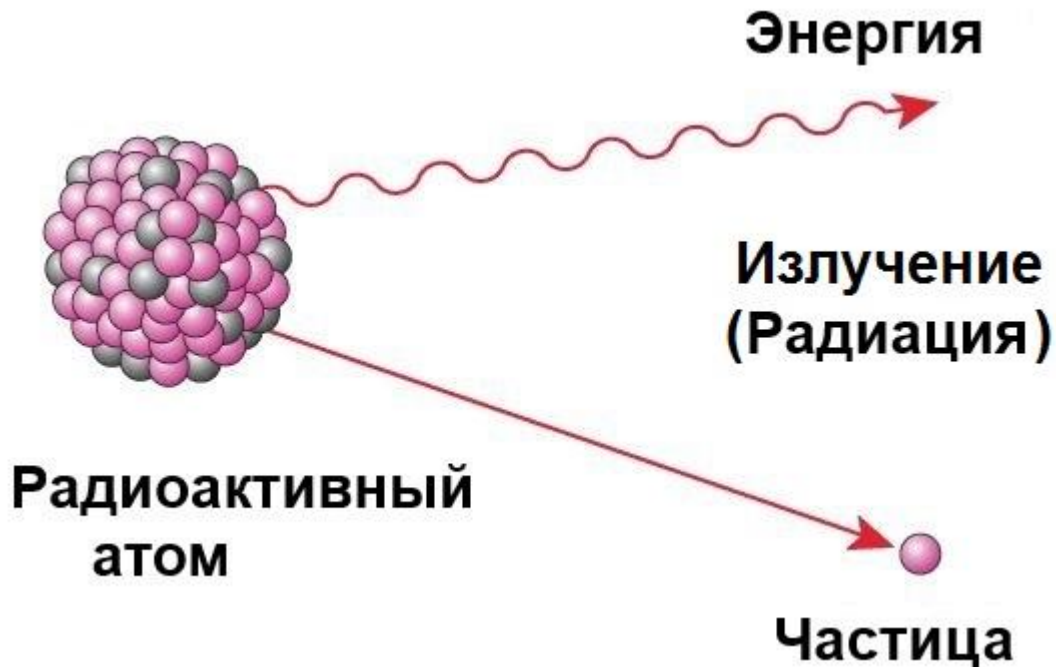
# Содержание:

- 1. Определение «Радиоактивность».
- 2. Радиоактивный распад.
- 3. Теория.
- 4. Радиоактивность природных элементов.
- 5. История открытия.
- 6. Закон радиоактивного распада.
- 7. Виды радиоактивных излучений.
- 8. Специальные виды радиоактивности.
- 9. Влияние ионизирующей радиации на живые организмы.

**Радиоактивность** - способность атомного ядра самопроизвольно распадаться с испусканием частиц. (испусканием излучения).



**Радиоактивный распад** - это процесс, являющийся статическим, при котором ядра радиоактивного элемента распадаются независимо друг от друга.



# Теория

*Естественная радиоактивность* — самопроизвольный распад атомных ядер, встречающихся в природе.

*Искусственная радиоактивность* — самопроизвольный распад атомных ядер, полученных искусственным путём через соответствующие [ядерные реакции](#).

Ядро, испытывающее радиоактивный распад, и ядро, возникающее в результате этого распада, называют соответственно материнским и дочерним ядрами. Изменение массового числа и заряда дочернего ядра по отношению к материнскому.

Образовавшееся в результате радиоактивного распада дочернее ядро иногда оказывается также радиоактивным и через некоторое время тоже распадается. Процесс радиоактивного распада будет происходить до тех пор, пока не появится стабильное, то есть нерадиоактивное ядро. Последовательность таких распадов называется цепочкой распадов, а последовательность возникающих при этом нуклидов называется [радиоактивным рядом](#).

# Радиоактивность природных элементов

Экспериментально установлено, что [радиоактивны](#), то есть не имеют стабильных изотопов, все химические элементы с [порядковым номером](#), большим 82 (то есть начиная с [висмута](#)).

Все более лёгкие элементы, помимо стабильных изотопов, имеют радиоактивные изотопы с разными периодами полураспада, варьирующимися от долей наносекунды до значений, на много порядков превышающих возраст Вселенной. Например, теллур-128 имеет самый долгий измеренный период полураспада из всех изученных радионуклидов,  $\sim 2,2 \cdot 10^{24}$  лет.

Исключение по нестабильности из элементов легче висмута составляют [прометий](#) и [технеций](#), не имеющие долгоживущих относительно длительности геологических эпох изотопов. Наиболее долгоживущий изотоп технеция — технеций-98 — имеет период полураспада около 4,2 млн лет, а самый долгоживущий изотоп прометия — прометий-145 — 17,5 лет. Поэтому изотопы технеция и прометия со времени формирования Земли не сохранились в земной коре и получены искусственно.

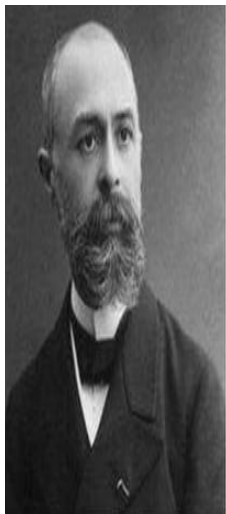
Существует много природных радиоактивных изотопов, период полураспада которых соизмерим с возрастом Земли или многократно превышает его, поэтому, несмотря на их радиоактивность, эти изотопы содержатся в природной изотопной смеси соответствующих элементов. Примерами могут служить [калий-40](#), [рений-187](#), [рубидий-87](#), теллур-128 и многие другие.

Измерение отношения концентраций некоторых из долгоживущих изотопов и продуктов их распада позволяет абсолютно [геологически датировать](#) время кристаллизации горных минералов, пород и [метеоритов](#).

История открытия



# Радиоактивность. История открытия



Антуан Анри  
Беккерель  
(1852-1908)

Явление радиоактивности было открыто французским учёным А. Беккерелем в 1896 г.



196г. Антуан Анри  
Беккерель



Мария  
Складовская-Кюри



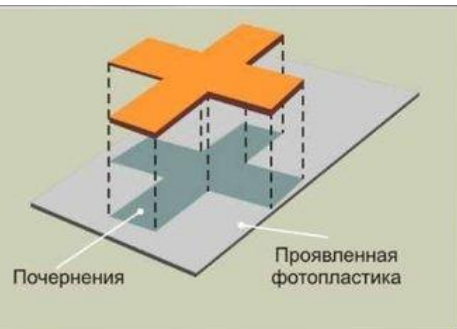
Пьер Кюри



**Пьер Кюри** (1859 — 1906) — французский физик.

С 1897 года начинает заниматься явлением радиоактивности. Один из создателей учения о радиоактивности. Совместно с женой М. Складовской-Кюри открыл полоний и радий (1898), исследовал радиоактивное излучение. Ввёл термин «радиоактивность». В 1903 году совместно с М. Складовской-Кюри и А.А. Беккерелем удостоен Нобелевской премии по физике. В честь Пьера и Марии Кюри назван искусственный химический элемент — кюрий. Пьер Кюри трагически погиб 19 апреля 1906 года.

Беккерель обнаружил, что уран и его соединения испускают лучи или частицы, проникающие сквозь непрозрачные тела и способные засвечивать фотопластинку.



**Складовская-Кюри Мария** (1867—1934) — физик и химик. Родилась в Польше, в семье учителя, работала во Франции. Первая женщина-профессор Парижского университета. Совместно с мужем П. Кюри открыла новые радиоактивные элементы **полоний** и **радий** и исследовала их свойства. Разработала классический метод обработки и анализа урановых руд, на протяжении ряда лет исследовала свойства радиоактивных излучений, их действие на живые клетки и т. д. Дважды получала Нобелевскую премию по физике и химии.

## Открытие радия

Крупинка радия массой 0,1г выделяла энергию, которой хватало бы, чтобы поднять 3 слонов на Эверест.





# Опыт Э. Резерфорда (1899 год)



Резерфорд Эрнст  
(30 августа 1871  
— 19 октября 1937)

английский физик, лауреат  
Нобелевской премии (1908 г.)

- Радиоактивный препарат (радий) помещали на дно свинцового контейнера с узким отверстием.

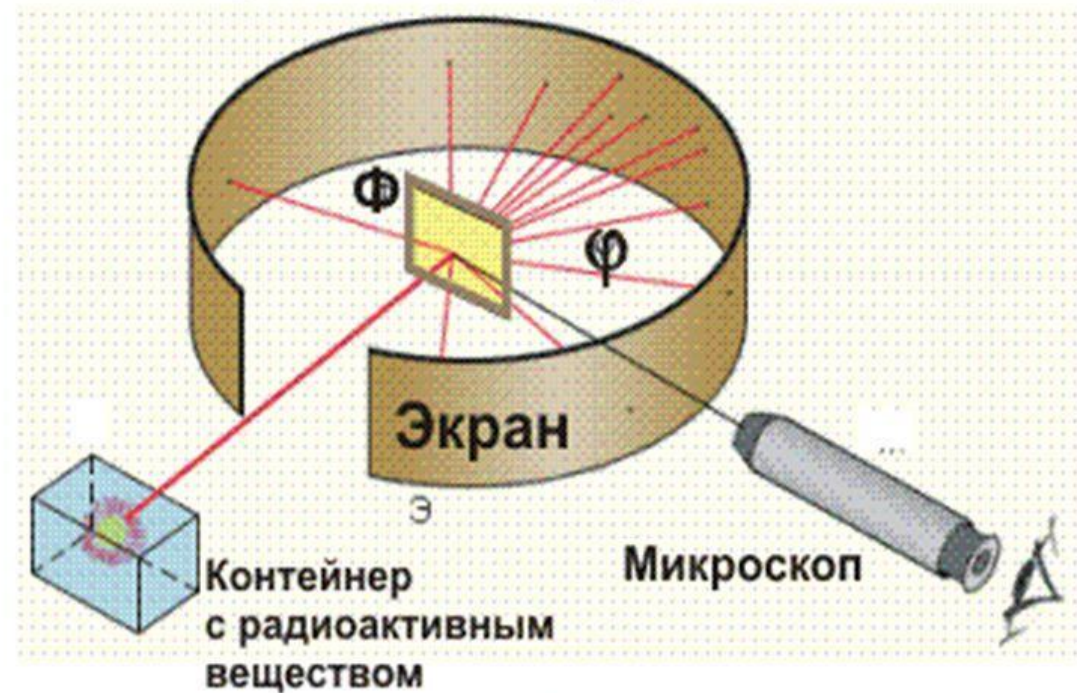
Напротив отверстия, перпендикулярно лучу, располагали фотопластинку, на которой после проявления обнаруживали пятно.

Когда установку помещали в сильное магнитное поле, то пучок распадался на три компонента, физическая природа которых различна.

## Опыт Резерфорда(1899г):



## Схема опыта Резерфорда по рассеянию $\alpha$ - частиц.

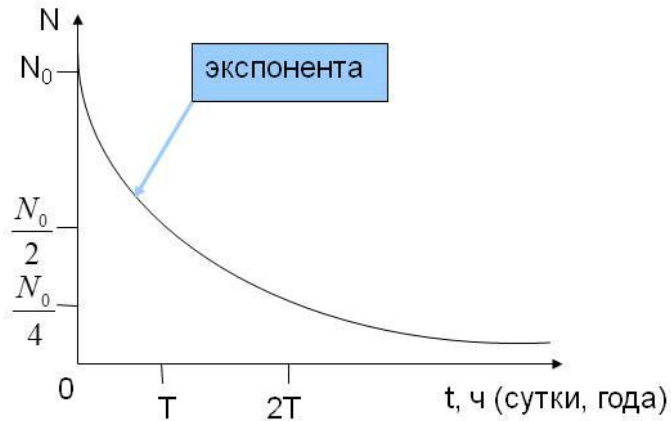


# Закон радиоактивного распада

Число не распавшихся ядер при радиоактивном распаде убывает с течением времени по экспоненте.

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

$N$  - число не распавшихся ядер через время  $t$ ;  
 $N_0$  - начальное число не распавшихся ядер;  
 $t$  - время;  
 $T$  - период полураспада.



21

Постоянство константы радиоактивного распада позволяет измерять возраст различных природных и искусственных объектов по распаду входящих в их состав радиоактивных ядер и накоплению продуктов распада. Разработан ряд методов [радиоизотопного датирования](#), позволяющих измерять возраст объектов в диапазоне от единиц до миллиардов лет; среди них наиболее известны [радиоуглеродный метод](#), [уран-свинцовый метод](#), уран-гелиевый метод, [калий-аргоновый метод](#) и др.

Этот закон считается основным законом радиоактивности, из него было извлечено несколько важных следствий, среди которых формулировки характеристик распада — *среднее [время жизни](#) атома* и [период](#)

[полураспада](#)

**Период полураспада**

квантовомеханической системы — время  $T_{1/2}$ , в течение которого система распадается в примерном отношении 1/2. Если рассматривается ансамбль независимых частиц, то в течение одного периода полураспада количество

Основной закон радиоактивного распада в дифференциальной форме:

$$dN = -\lambda N dt$$

Основной закон радиоактивного распада в интегральной форме:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

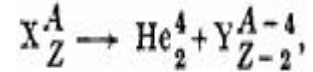


# Виды радиоактивных излучений

1. **Альфа-распад.** Ядро с атомным номером  $Z$  и массовым числом  $A$  испускает альфа-частицу — ядро гелия  $\text{He}_2^4$  — и превращается в другое

ядро с  $Z$  меньшим на 2 единицы и  $A$  меньшим на 4 единицы, чем у исходного ядра.

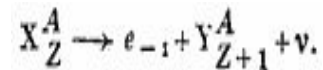
В общем виде альфа-распад записывается следующим образом:



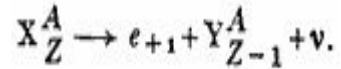
где  $X$  — исходное ядро,  $Y$  — ядро продукта распада.

2. **Бета-распад** бывает двух типов: электронный и позитронный, или  $\beta^-$ - и  $\beta^+$ -распад.

При электронном распаде из ядра вылетают электрон и нейтрино образуется новое ядро с тем же массовым числом  $A$ , но с атомным номером  $Z$  на единицу большим, чем у исходного ядра:



При позитронном распаде ядро испускает позитрон и нейтрино и образуется новое ядро с тем же массовым числом, но с  $Z$  на единицу меньшим, чем у исходного ядра:



При бета-распаде в среднем  $2/3$  энергии ядра уносится частицами нейтрино (нейтральными частицами очень малой массы, очень слабо взаимодействующими с веществом).

3. **Двойной бета-распад**

Наиболее редким из всех известных типов радиоактивного распада является [двойной бета-распад](#), он обнаружен на сегодня лишь для одиннадцати нуклидов, и период полураспада для любого из них превышает  $10^{19}$  лет. Двойной бета-распад, в зависимости от нуклида, может происходить:

- с повышением заряда ядра на 2 (при этом испускаются два электрона и два антинейтрино,  $2\beta^-$ -распад)
- с понижением заряда ядра на 2, при этом испускаются два нейтрино и
  - два позитрона (двухпозитронный распад,  $2\beta^+$ -распад)
  - испускание одного позитрона сопровождается захватом электрона из оболочки (электрон-позитронная конверсия, или  $\epsilon\beta^+$ -распад)
  - захватываются два электрона (двойной электронный захват,  $2\epsilon$ -захват).

Предсказан, но ещё не открыт безнейтринный двойной бета-распад.

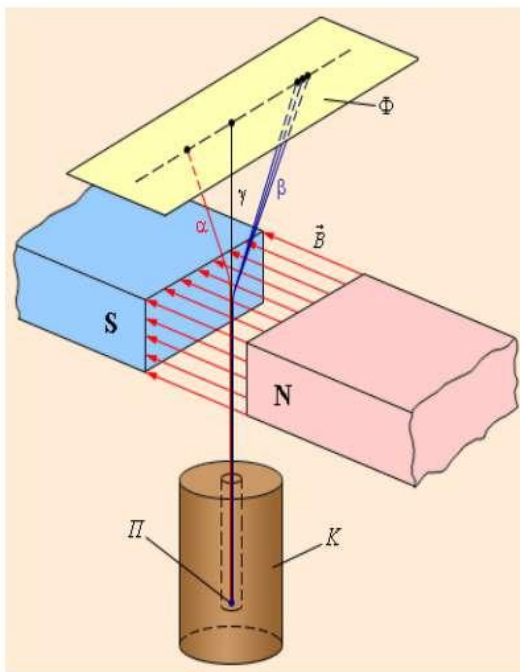
## Общие свойства бета-распада

Все типы бета-распада сохраняют массовое число ядра, поскольку при любом бета-распаде общее количество нуклонов в ядре не изменяется, лишь один или два нейтрона превращаются в протоны (или наоборот).

### 4. Гамма-распад (изомерный переход)

Почти все ядра имеют, кроме основного квантового состояния, дискретный набор возбуждённых состояний с большей энергией (исключением являются ядра  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$  и  $^3\text{He}$ ). Возбуждённые состояния могут заселяться при ядерных реакциях либо радиоактивном распаде других ядер. Большинство возбуждённых состояний имеют очень малые времена жизни (менее наносекунды). Однако существуют и достаточно долгоживущие состояния (чьё время жизни измеряется микросекундами, сутками или годами), которые называются изомерными, хотя граница между ними и короткоживущими состояниями весьма условна. Изомерные состояния ядер, как правило, распадаются в основное состояние (иногда через несколько промежуточных состояний). При этом излучаются один или несколько гамма-квантов; возбуждение ядра может сниматься также посредством вылета конверсионных электронов из атомной оболочки. Изомерные состояния могут распадаться также и посредством обычных бета- и альфа-распадов.

- Э. Резерфорд (1898 г.) - радиоактивное излучение в магнитном поле:
  - $\alpha$ -лучи** — тяжелые положительно заряженные частицы (ядра атомов гелия)
  - $\beta$ -лучи** — легкие отрицательно заряженные частицы (электроны).
- П.Вилар (1900 г.):
  - **$\gamma$ -лучи** — кванты электромагнитного излучения высокой энергии.



## Проникающая способность излучения

Вид излучения	Длина свобод. пробега (воздух)	(био. ткани)	Опасное воздействие
Альфа-лучи	до нескольких см	до 0,1 мм	радиоактивное заражение кожи
Бета-лучи	до нескольких метров	до нескольких см	воздействие на глаза, легкие
Гамма-лучи	около 100 метров	10-15 см	ионизация вещества

# Специальные виды радиоактивности

## • Спонтанное деление

**Спонтанное деление** — разновидность радиоактивного распада тяжёлых атомных ядер. Спонтанное деление является делением ядра, происходящим без внешнего возбуждения, и даёт такие же продукты, как и вынужденное деление: осколки и несколько нейтронов. П

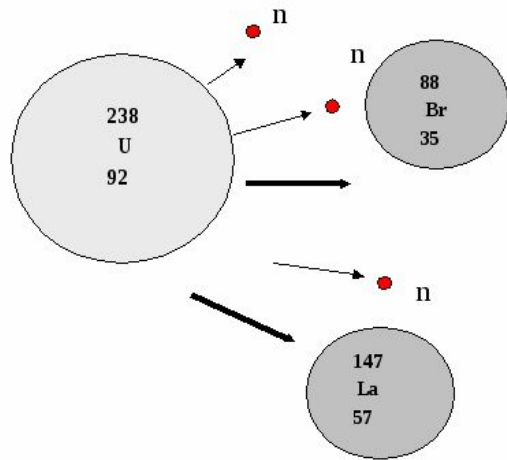
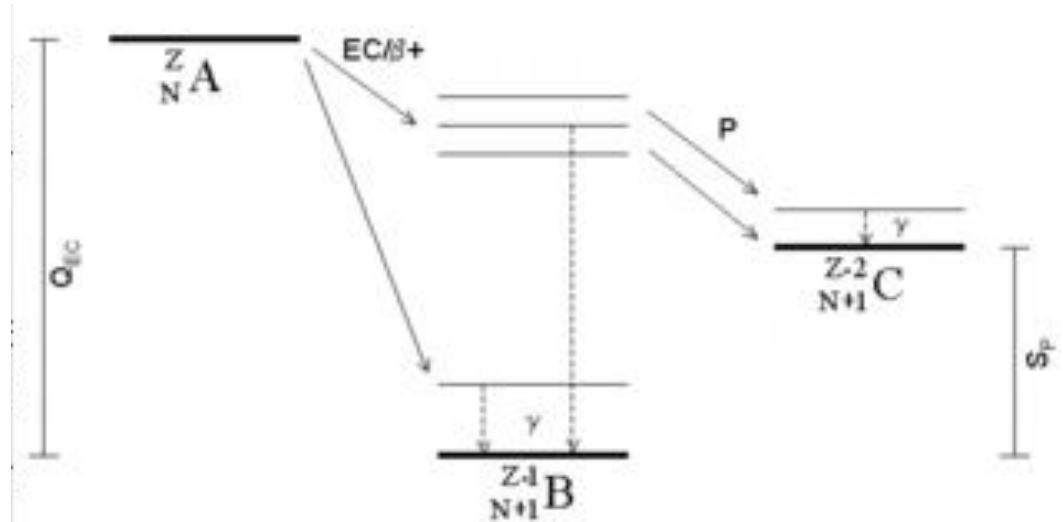


Схема одного из вариантов спонтанного деления ядра урана-238

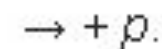
## • Кластерная радиоактивность

**Кластерная радиоактивность, кластерный распад** — явление самопроизвольного испускания ядрами ядерных фрагментов (кластеров) тяжелее, чем  $\alpha$ -частица.

## • Протонный распад



**Протонный распад** — один из видов радиоактивного распада, при котором атомное ядро испускает протон.



# Влияние ионизирующей радиации на живые организмы.

## Воздействие радиации на организм человека



При изучении действия излучения на организм были определены следующие особенности:

1. Высокая эффективность поглощенной энергии. Малые количества поглощенной энергии излучения могут вызвать глубокие биологические изменения в организме.
2. Наличие скрытого, или инкубационного, периода проявления действия ионизирующего излучения. Этот период часто называют периодом мнимого благополучия. Продолжительность его сокращается при облучении в больших дозах.
3. Действие от малых доз может суммироваться или накапливаться. Этот эффект называется кумуляцией.
4. Излучение воздействует не только на данный живой организм, но и на его потомство. Это так называемый генетический эффект.
5. Различные органы живого организма имеют свою чувствительность к облучению. При ежедневном воздействии дозы уже наступают изменения в крови.
6. Не каждый организм в целом одинаково реагирует на облучение.
7. Облучение зависит от частоты.

**Одноразовое облучение в большой дозе вызывает более глубокие последствия, чем фракционированное.**

**Энергия, излучаемая РВ, поглощается окружающей средой. В результате воздействия ионизирующего излучения на организм человека в тканях происходят сложные физические, химические и биохимические процессы. Поглощенная энергия от ионизирующих излучений различных видов вызывает ионизацию атомов и молекул веществ, в результате чего молекулы и клетки ткани разрушаются. Ионизация является одним из основных звеньев в биологическом действии излучения.**



# Источники

- [Источник: Мартенс. Техническая энциклопедия. Том 18 - 1932 г.](#)
- [https://ru.wikipedia.org/wiki\\_радиоактивность](https://ru.wikipedia.org/wiki_радиоактивность)
- [Медицинская энциклопедия](#)  
<http://www.medical-enc.ru/16/radioactivity.shtml>