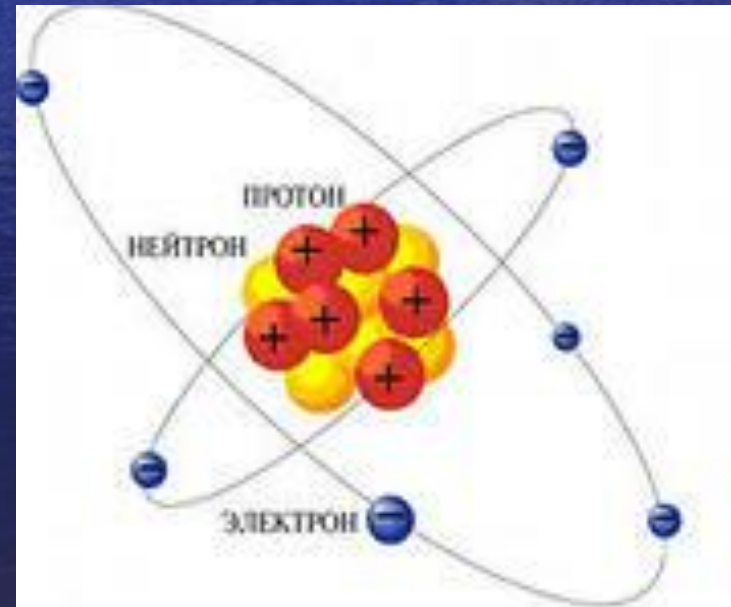
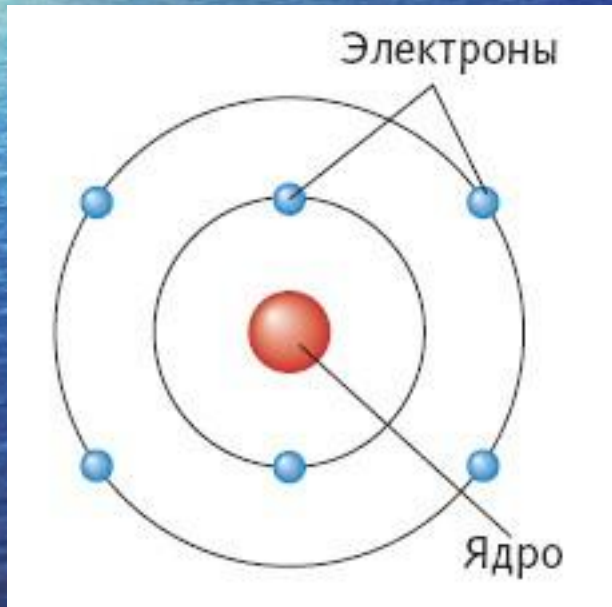


Радиоактивность – способность некоторых атомных ядер самопроизвольно превращаться в другие ядра, испуская при этом ионизирующее излучение



# Строение атома

Атом – это электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов



# Строение атома

- Ядро атома состоит из протонов и нейтронов:

**Протон** – положительно заряженная частица.

**Нейтрон** – частица, не имеющая электрического заряда и обладающая массой примерно равной массе протона.

Число протонов в ядре равно порядковому номеру элемента в таблице Менделеева и обозначается знаком **Z**;

- Число нейтронов в ядре обозначается знаком **N**;
- Массовое число: **A=Z+N**

# Изотопы

- Изотопы — разновидности атомов— разновидности атомов (и ядер— разновидности атомов (и ядер) одного химического элемента— разновидности атомов (и ядер) одного химического элемента, имеющие разное содержание нейтронов в ядре.
- Из-за разного числа нейтронов ядра различных изотопов одного химического элемента обладают разными массами и могут отличаться по физическим свойствам. Например по способности к радиоактивному распаду.

# ТЕРМИНЫ

- **Радионуклид**- радиоактивные атомы с данным массовым числом и атомным номером.
- **Вещество радиоактивное** – вещество в любом агрегатном состоянии, содержащее радионуклиды с активностью, на которые распространяются требования НРБ

# Естественные радиоактивные ИЗОТОПЫ

Природными, или естественными, излучателями называются все радиоактивные изотопы, встречающиеся в природе и не созданные человеком.

Наибольшее значение имеют уран ( $U^{235}$ ), торий ( $Th^{232}$ ), радий ( $Ra^{226}$ ) и радон ( $Rn^{222}$ ,  $Rn^{220}$ ). калий ( $K^{40}$ ), кальций ( $Ca^{48}$ ), рубидий ( $Rb^{87}$ ), цирконий ( $Zr^{96}$ ), лантан ( $La^{138}$ ), самарий ( $Sm^{147}$ ), лютеций ( $Lu^{176}$ ), тритий ( $H^3$ ), бериллий ( $Be^7$ ,  $Be^{10}$ ) и т.д..

- Мощность дозы (естественный фон) – 0,10-0,20 мкЗв/час (10 - 20мкР/час)

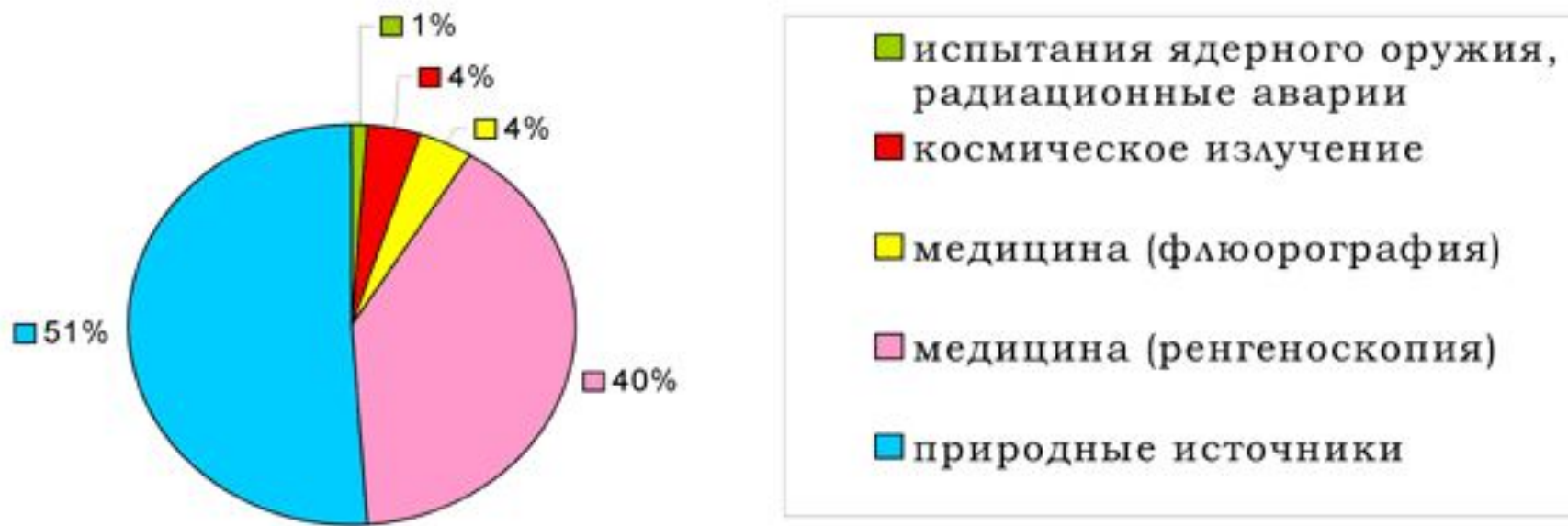
# Искусственные радиоактивные ИЗОТОПЫ

- искусственные радиоактивные изотопы получают в результате различных ядерных реакций путем искусственного превращения одних химических элементов в другие путем воздействия на атомные ядра.

**Рубидий-81 ,Иттрий-90, Цезий-137 и.  
Т.д.**

# ИСТОЧНИКИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Вклад различных источников радиации в среднюю дозу облучения человека



Средняя эффективная доза, обусловленная естественными, техногенными ИИ на население составляет в **среднем 2мЗв**

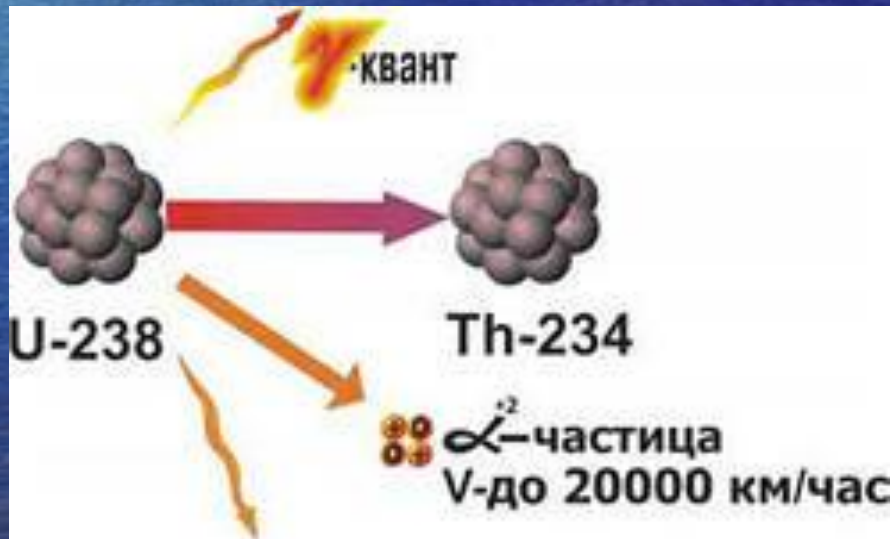


# Радиоактивный распад

- Ядерный процесс, в результате которого ядро радиоактивного нуклида преобразуется в ядро нуклида другого химического элемента. Обычно исходное ядро называют материнским. А ядро, образовавшееся в результате радиоактивного распада - дочерним.
- Каждый акт радиоактивного распада ядра сопровождается испусканием частицы определенного сорта, наиболее распространенными являются:  $\alpha$ - и  $\beta$ - распад

# Альфа распад

- Альфа-распад - самопроизвольный распад атомного ядра на альфа частицу и ядро продукт. Альфа частица – поток ядер гелия



# Альфа распад

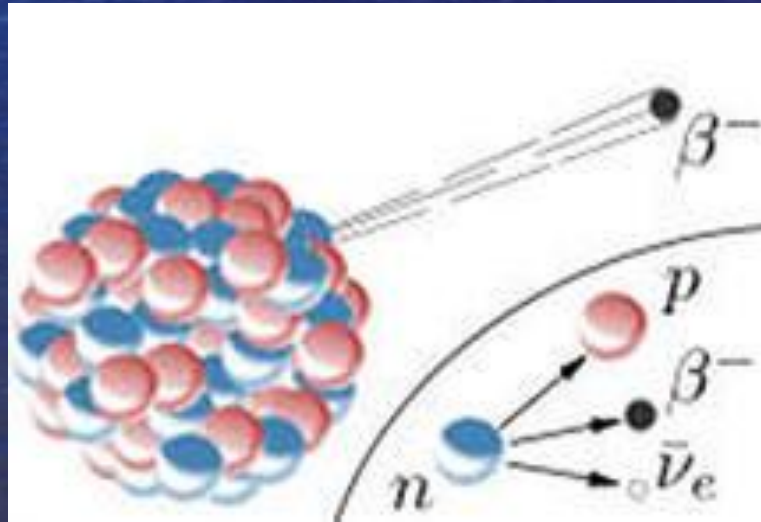
- При  $\alpha$ -распаде радиоактивное ядро  $X$  с массовым числом  $A$  и зарядом  $Z$  испускает  $\alpha$ -частицу и превращается в ядро  $Y$  с массовым числом  $A-4$



- $\alpha$  частицы испускает один или несколько квантов ( $\gamma$ -излучение) и переходит в нормальное состояние

# Бета распад

- В основе бета-распада лежит способность протонов и нейтронов к взаимным превращениям. Искусственные изотопы, ядра которых имеют избыток нейтронов, распадаются с испусканием  $\beta^-$ -частицы (электрона). Бета частица – поток электронов



# Бета распад

- Переход возбужденного ядра в стабильное состояние сопровождается испусканием  $\gamma$ -излучения



# Радиоактивный распад

- Альфа- и бета- распады сопровождаются гамма излучением ( $\gamma$ -излучение) – поток электромагнитных волн, которые распространяются в вакууме с постоянной скоростью  $300000\text{ км/с}$ .
- $\gamma$ -излучение (электромагнитное излучение) – можно рассматривать как поток незаряженных частиц-фотонов. Поэтому его также называют фотонным излучением.

# Ионизирующее излучение (ИИ)

- ИИ- излучение, взаимодействие которого с веществом приводит к образованию в этом веществе ионов разного знака.
- Ион- атом, обладающий электрическим зарядом. Процесс превращения атома в положительный или отрицательный ион называется ионизацией.

# Виды ИИ

- **Альфа излучение** – ИИ, состоящее из частиц ядер гелия, испускаемых при радиоактивном распаде ядер или при ядерных превращениях;
- **Бета излучение** – электронное ИИ, испускаемое при ядерных превращениях;



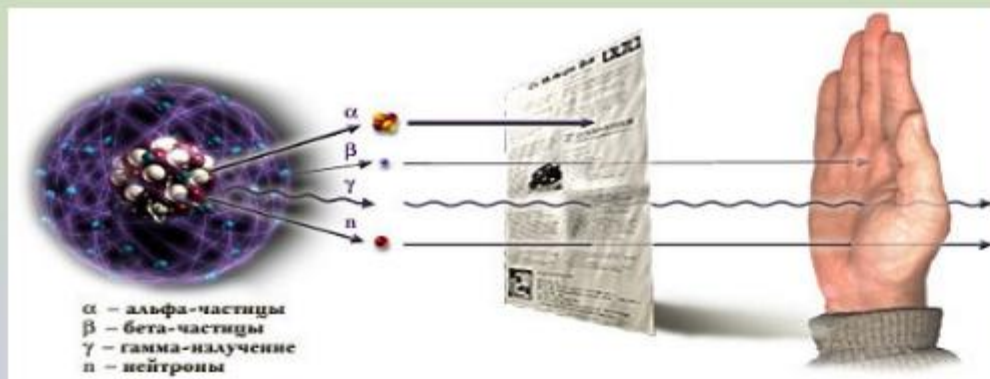
# Виды ИИ:

- **Гамма излучение** – электромагнитное ИИ, испускаемое возбужденными атомами.
- **Нейтронное излучение** – нейтронное ИИ, испускаемое при ядерных реакциях при делении тяжелых ядер

# Рентгеновское излучение

- **Рентгеновское излучение** — фотонное излучение (тормозное или характеристическое излучение), возникает в рентгеновских трубках, ускорителях электронов, с энергией фотонов не более 1 Мэв. Рентгеновское излучение, так же как и гамма-излучение, имеет высокую проникающую способность и малую плотность ионизации среды.

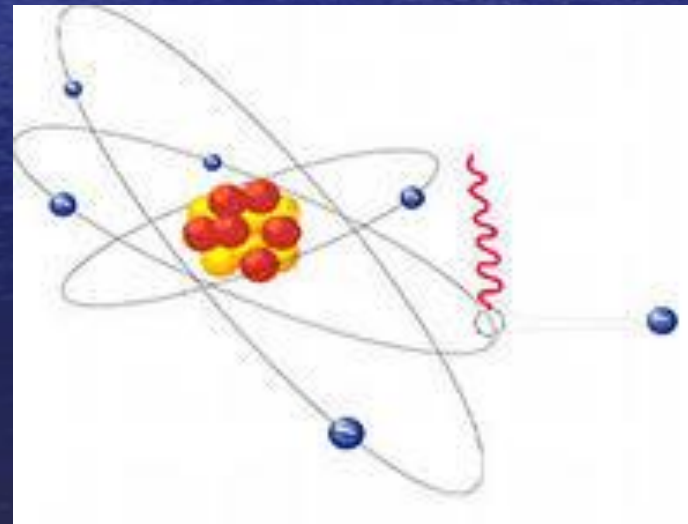
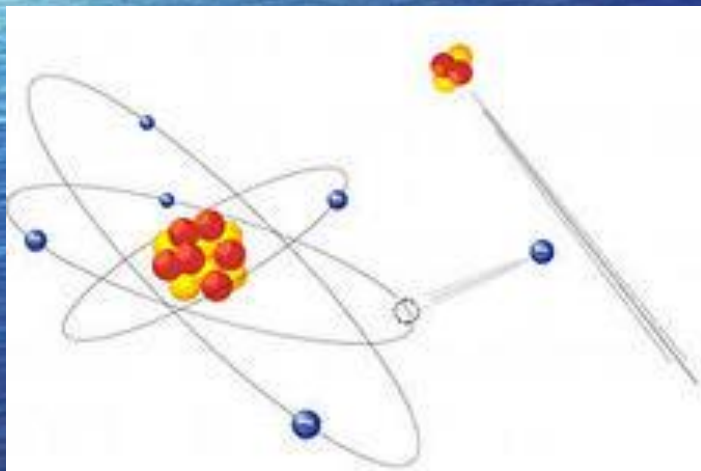
- Радиация –ионизирующее излучение энергии в виде частиц или электромагнитных волн. При взаимодействии с веществом энергия этого излучения передаётся атомам и молекулам, превращая их в заряженные частицы – ионы, т.е. ионизирует их. Именно поэтому такое ионизирующее излучение оказывает основное действие на биологические объекты.



Нейтральная частица

# Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом

- Излучения, испускаемые в процессе ядерных превращений (потoki альфа-, бета частицы, гамма кванты) при прохождении через вещество легко пронизывают рой электронов и могут существенно изменить энергетическое состояние атома (ионизация или возбуждение атома).



# Взаимодействие ИИ с веществом

- Путь, на протяжении которого частица производит ионизацию, называют пробегом.
- Длина пробега в воздухе:
  - $\alpha$ - частицы составляет 3-9см;
  - $\beta$ - частицы составляет 22-400см;
  - $\gamma$  – частицы составляет сотни метров.
- Пробег в других веществах примерно во столько раз меньше, во сколько раз их плотность больше плотности воздуха.
- Плотность мягкой биологической ткани (мышцы) примерно в 770 раз больше плотности воздуха.

# Взаимодействие ИИ с веществом

- Конечным результатом взаимодействия с веществом любого вида излучения является ионизация и возбуждение атомов среды.
- Гамма-лучи и потоки нейтронов – наиболее проникающие виды ИИ, поэтому при внешнем облучении они представляют для человека наибольшую опасность.

# Доза поглащенная

- Мерой воздействия любого вида ИИ на вещество является поглащенная доза.
- Доза поглащенная – величина энергии ИИ, переданная веществу.
- $D = de/dm$
- $de$  – средняя энергия переданная ИИ веществу, находящемуся в элементарном объеме;
- $dm$  – масса вещества в этом объеме
- В системе СИ: Грей (Гр) = Дж/кг

# Основные физические величины

- 1. Энергия излучения;
- 2. Активность радионуклида;
- 3. Время жизни радионуклида.



# Основные физические величины

- Единица энергии, используемая в атомной физике 1 электронВольт (эВ)  
В качестве единицы измерения энергии в системе СИ используется джоуль (Дж)
- $1\text{эВ} = 1,6 \times 10^{-19}\text{Дж}$

# Активность радионуклида

- Мера радиоактивности какого либо количества радионуклида, характеризующее число распадающихся ядер в единицу времени. Равна отношению числа самопроизвольных ядерных превращений за малый интервал времени, к этому интервалу времени
- $A = dN/dt$

# Активность радионуклида

- Единица активности – беккерель (Бк), равен 1 ядерному превращению за секунду.
- $1\text{Ки} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Бк} = 3,7\text{E}+10\text{Бк}$
- Активность удельная(объемная) – отношение активности радионуклида в веществе к массе  $m$  (объему  $V$ ):
- $A_m = A/m \text{ (Бк/кг)}$ ;  $A_v = A/V \text{ (Бк/м}^3\text{)}$

# Закон радиоактивного распада

- $N = N_0 2^{-t/T}$
- $N_0$  - начальное количество радиоактивных ядер в момент времени  $t=0$ ;
- $T$  – период полураспада (справочная величина, зависит от типа радионуклида).
- Через промежуток времени равный периоду полураспада ( $t=T$ ), исходное количество радиоактивных ядер убывает вдвое.

# Множители для образования единиц

- Тера (Т) –  $10^{+12}$ ; (Пример - активность:  
 $1\text{ТБк} = 10\text{E}^{+12} \text{ Бк}$ )
- Гига (Г) –  $10^{+9}$ ;
- Мега (М) –  $10^{+6}$ ;
- Кило (К) –  $10^{+3}$ ;
- Милли (м) –  $10^{-3}$ ; (Пример-доза:  $1\text{мЗв} = 0,001 \text{ Зв}$ )
- Микро (мк) –  $10^{-6}$ ; (Пример - мощность дозы:  
 $1\text{мкЗв/час} = 0,000001\text{Зв/час}$ )
- Нано (н) –  $10^{-9}$ ;
- Пико (п) –  $10^{-12}$ .