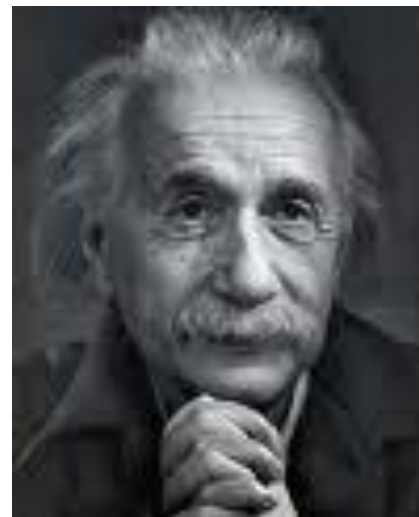


# ***Цепные ядерные реакции.***



# Самостоятельная работа

1. Определение радиоактивности; радиоактивные элементы; кто открыл радиоактивность.
2. Альфа, вета, гамма – частицы, их характеристика.
3. Энергия связи атомных ядер.
4. Сделать альфа и бета – распад: уран, плутоний, полоний.
5. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро изотопа нептуния -239, урана-235.
6. Во что превращается изотоп тория  ${}^{234}_{90}\text{Th}$ , ядра которого претерпевают три последовательных альфа-распада?
7. Какие силы удерживают нуклоны в ядре?  
А. Кулоновские Б. Гравитационные В. Ядерные
8. Каково соответствие между массой  $m_{\text{я}}$  атомного ядра и суммой масс свободных протонов  $Zm_{\text{p}}$  и свободных нейтронов  $Nm_{\text{n}}$ , входящих в состав ядра?  
А.  $m_{\text{я}} > Zm_{\text{p}} + Nm_{\text{n}}$   
Б.  $m_{\text{я}} = Zm_{\text{p}} + Nm_{\text{n}}$   
В.  $m_{\text{я}} < Zm_{\text{p}} + Nm_{\text{n}}$



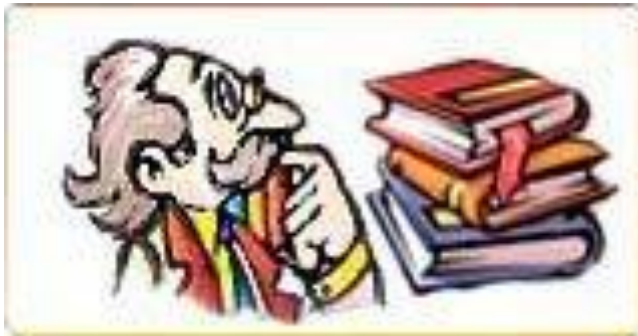
# Цепные ядерные реакции.

При делении ядра урана освобождаются 2-3 нейтрона.

**Определение:**

***Ядерной цепной реакцией называется реакция, в которой частицы, вызывающие ее (нейтроны), образуются как продукты этой реакции.***

для осуществления ц.я.р. нельзя использовать любые ядра.  
Используют лишь ядра изотопа урана -235.



Для течения цепной реакции необходимо, чтобы среднее число освобожденных нейтронов в данной массе урана не уменьшалась с течением времени.

Условие это выполняется, **если  $k \geq 1$** .

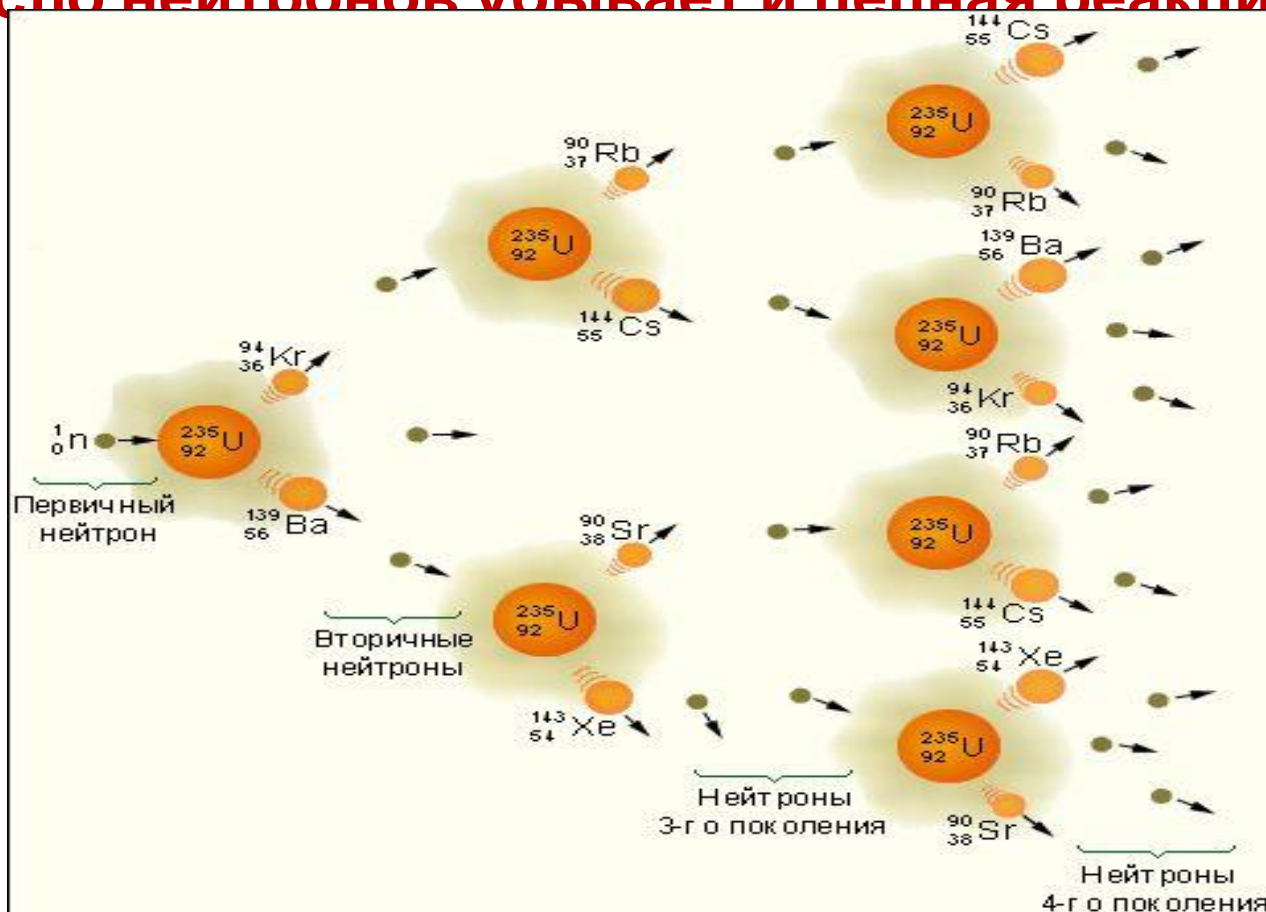


*$k$  – коэффициент размножения нейтронов- это отношение числа нейтронов в каком-либо «поколении» к числу нейтронов предшествующего «поколения».*

Под сменой «поколений» понимают деление ядер, при котором поглощаются нейтроны старого «поколения» и рождаются новые нейтроны.

Если  $k \geq 1$ , то число нейтронов увеличивается с течением времени или остается постоянным, и цепная реакция идет.

Если  $k < 1$ , число нейтронов убывает и цепная реакция невозможна.



## к определяется четырьмя фактами:

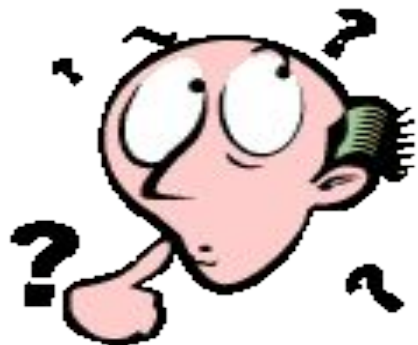
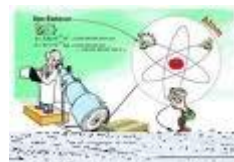
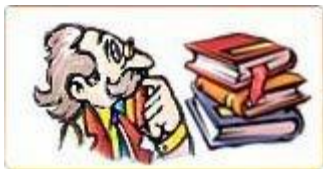
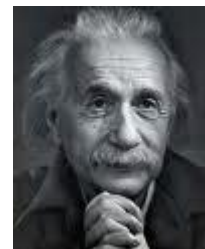
1. Захватом медленных нейтронов ядрами U-235 с последующим делением и захватом быстрых нейтронов ядрами U-235 и U-238 также с последующим делением;



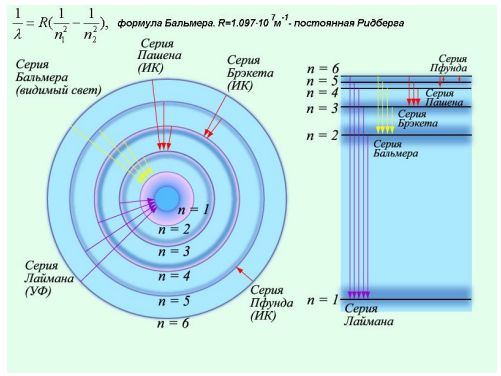
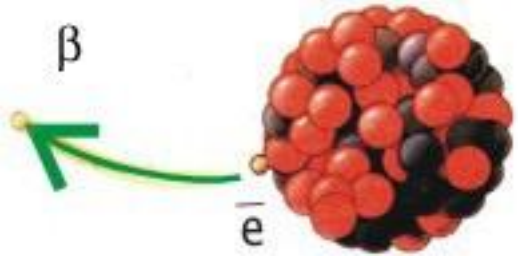
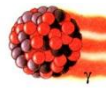
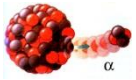
2. Захватом нейтронов ядрами урана без деления;

3. Захватом нейтронов продуктами деления, замедлителем, конструктивными элементами установки;

4. Вылетом нейтронов из делящегося вещества наружу.



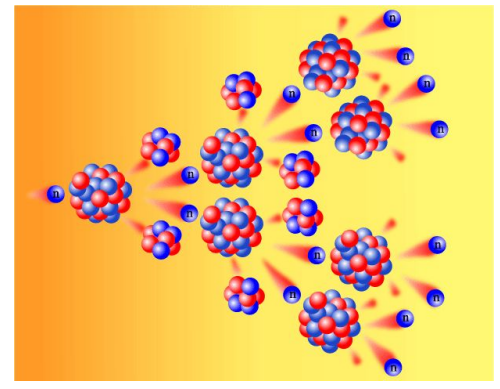




**АЛЬФА - РАСПАД**  
 ${}_{94}^{239}\text{Pu} \rightarrow {}_{92}^{235}\text{U} + \alpha$   
 ЯДРО ПЛУТОНИЯ      ЯДРО УРАНА      АЛЬФА-ЧАСТИЦА

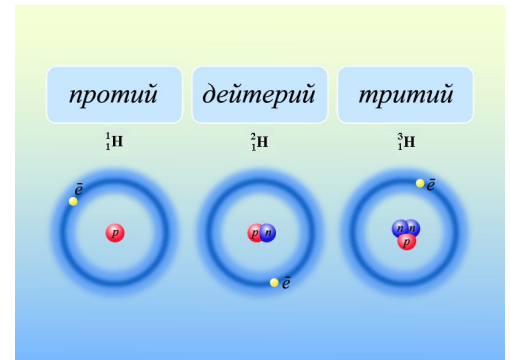
**БЕТА - РАСПАД**  
 ${}_{19}^{40}\text{K} \rightarrow {}_{20}^{40}\text{Ca} + e^-$   
 ЯДРО КАЛИЯ      ЯДРО КАЛЬЦИЯ      ЭЛЕКТРОН

**СПОНТАННОЕ ДЕЛЕНИЕ**  
 $M_Z X \rightarrow M-4_{Z-2} Y + {}_2^4 \text{He}$   
 $M_Z X \rightarrow M_{Z+1} Y + {}_{-1}^0 e$

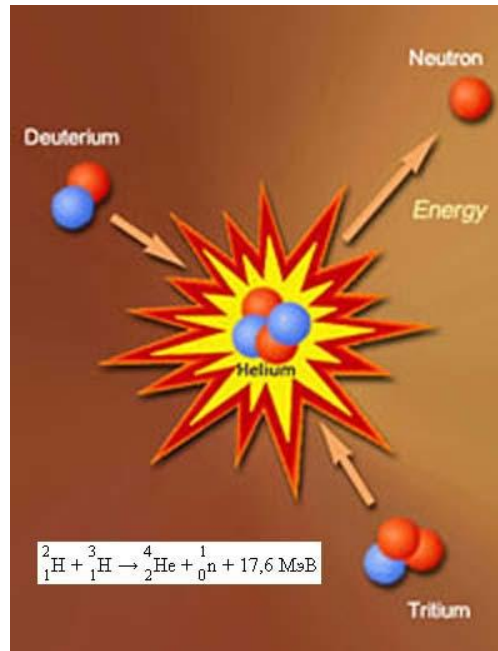
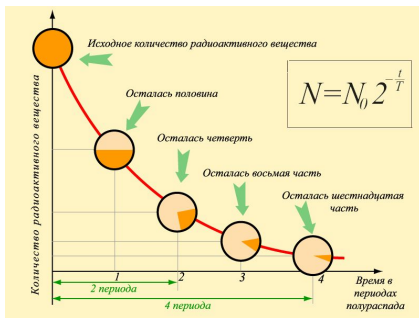


волна де Бройля  $\lambda_B$   $n=2$        $n=3$        $n=4$

На длине окружности каждой стационарной орбиты укладывается целое число  $n$  длин волн де Бройля

$$\lambda_B = \frac{h}{p}$$






**2** ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА

## ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ

Первая осуществленная человеком ядерная реакция:

$${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$$

Реакция деления ядра урана

$\Delta E = 200 \text{ МэВ}$

$${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{134}_{54}\text{Xe} + {}^{90}_{38}\text{Sr} + {}^1_0\text{n} + {}^1_0\text{n}$$

Выход ядерной реакции:

$$A + a \rightarrow B + b$$

$$E = \Delta m \cdot c^2, \quad \Delta m = m_A + m_a - m_B - m_b$$

Реакция синтеза ядра гелия из ядер водорода:

$\Delta E = 17,6 \text{ МэВ}$

$${}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$$

ФИЗИКА EDUSTRONG

МАССА ПРОТОНА ИЛИ НЕЙТРОНА В 1840 РАЗ БОЛЬШЕ МАССЫ ЭЛЕКТРОНА

ПРОТОН

ЭЛЕКТРОН

ПОЭТОМУ ПРАКТИЧЕСКИ ВСЯ МАССА АТОМА СОСРЕДОТОНЕНА В ЕГО ЯДРЕ

ПЛОТНОСТЬ ЯДЕРНОГО ВЕЩЕСТВА ОГРОМНА -  $100 \times 10^9$  ТОНН В  $1 \text{ см}^3$

12 700 км

0,5 км

ШАР, СОСТОЯЩИЙ ИЗ ЯДЕРНОГО ВЕЩЕСТВА, ДИАМЕТРОМ 0,5 км РАВЕН ПО ВЕСУ ЗЕМНОМУ ШАРУ

СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ В ЯДРЕ

МЕЖДУ ЧАСТИЦАМИ, ВХОДЯЩИМИ В ЯДРО, ДЕЙСТВУЮТ ОСОБЫЕ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ - ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ

МЕЖДУ ПРОТОНАМИ ЯДРА, ЭЛЕКТРИЧЕСКИ ОДНОИМЕННО ЗАРЯЖЕННЫМИ ЧАСТИЦАМИ, ДЕЙСТВУЮТ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ОТТАЛКИВАНИЯ

ПО СВОЕЙ ВЕЛИЧИНЕ ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ ОГРОМНЫ И ЗНАЧИТЕЛЬНО ПРЕВОСХОДЯТ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ОТТАЛКИВАНИЯ ПРОТОНОВ