

Учитель физики: Горохова О.В.

**СТРОЕНИЕ АТОМА И  
АТОМНОГО ЯДРА.  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ЭНЕРГИИ АТОМНЫХ  
ЯДЕР.**

# Задачи урока:

- вспомнить основные понятия по физике атомного ядра.
- закрепить основные законы по ядерной физике.
- повторить основные формулы по ядерной физике.

# Радиоактивность

Это способность атомов некоторых химических элементов к самопроизвольному излучению.

1896 г – Анри Беккерель -  
Открытие радиоактивности.



# Изучение природы радиоактивного излучения

1899 г - Эрнест Резерфорд  
(опыты по изучению состава  
излучения) (с. 227, рис. 167)



# Состав радиоактивного излучения.

	Альфа-частицы ( $\alpha$ - лучи)	Бета- частицы $\beta$ - лучи	гамма-частицы $\gamma$ -лучи
Природа излучения	Ядро атома гелия ${}^4_2\text{He}$	Электроны ${}_{-1}e^0$	э/м волна – $\gamma$ - квант
Заряд частицы (у. е.)	+2	-1	0
Масса частицы, а. е.м.	4	0	0
Проникающая способность	Слабая, лист бумаги полностью поглощает $\alpha$ - лучи	Средняя, задерживается тонкой цинковой пластиной	Самые проникающие.

При радиоактивных  
распадах происходят  
превращения одних  
ядер в другие с  
испусканием частиц  
(ядерные  
превращения)!!!

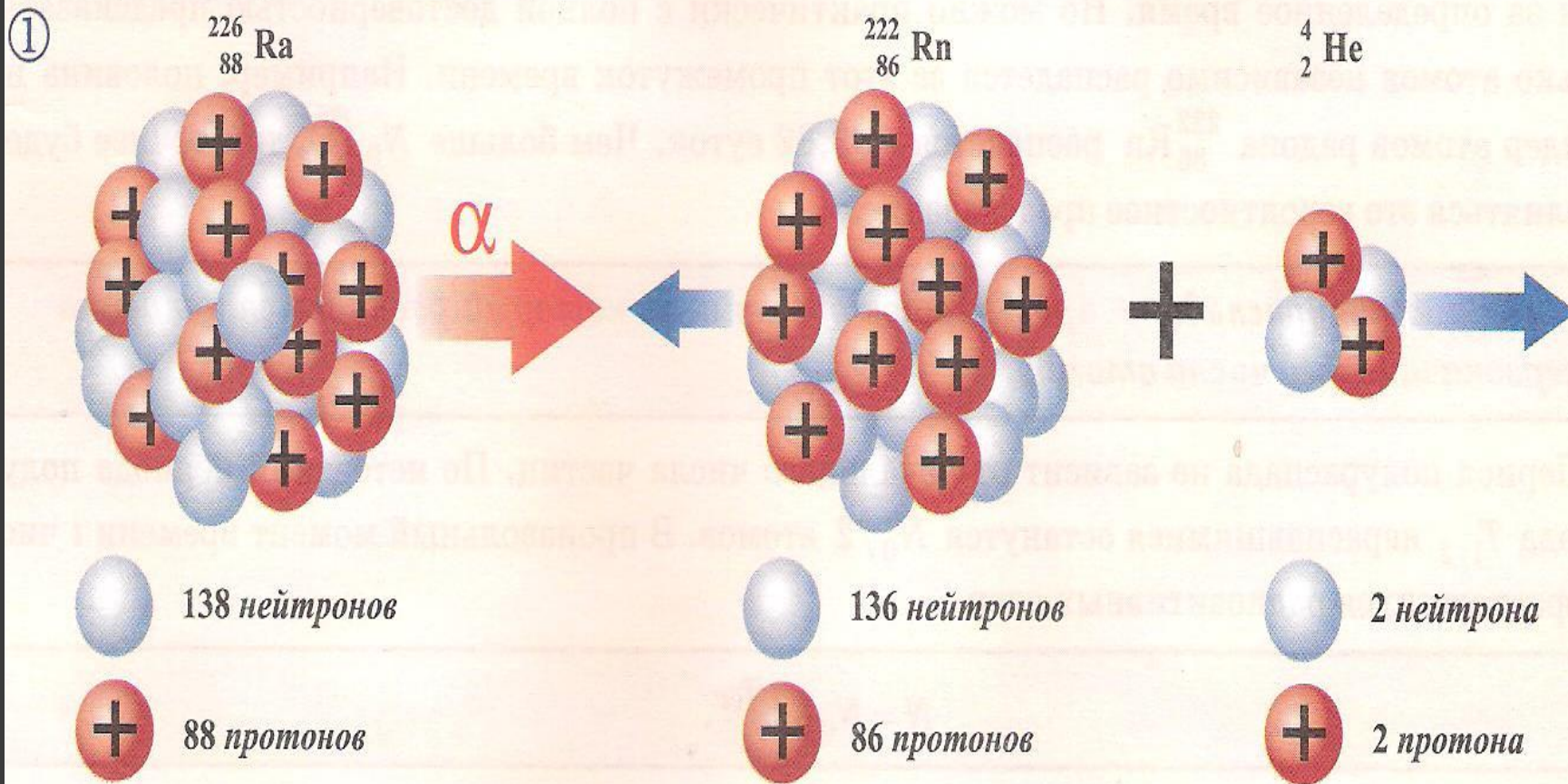
# $\alpha$ - распад.

При  $\alpha$ -распаде ядро теряет положительный заряд  $2e$  и масса его убывает на 4 атомные единицы массы. В результате элемент смещается на 2 клетки к началу периодической системы:



**α - РАСПАД** – спонтанный распад радиоактивного ядра, сопровождающийся испусканием α-частиц.

**РАДИОАКТИВНОСТЬ** – явление самопроизвольного превращения одних ядер в другие с испусканием различных частиц

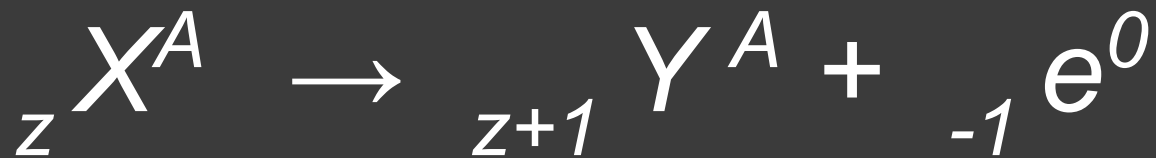


Относительная доля протонов уменьшается в результате α-распада



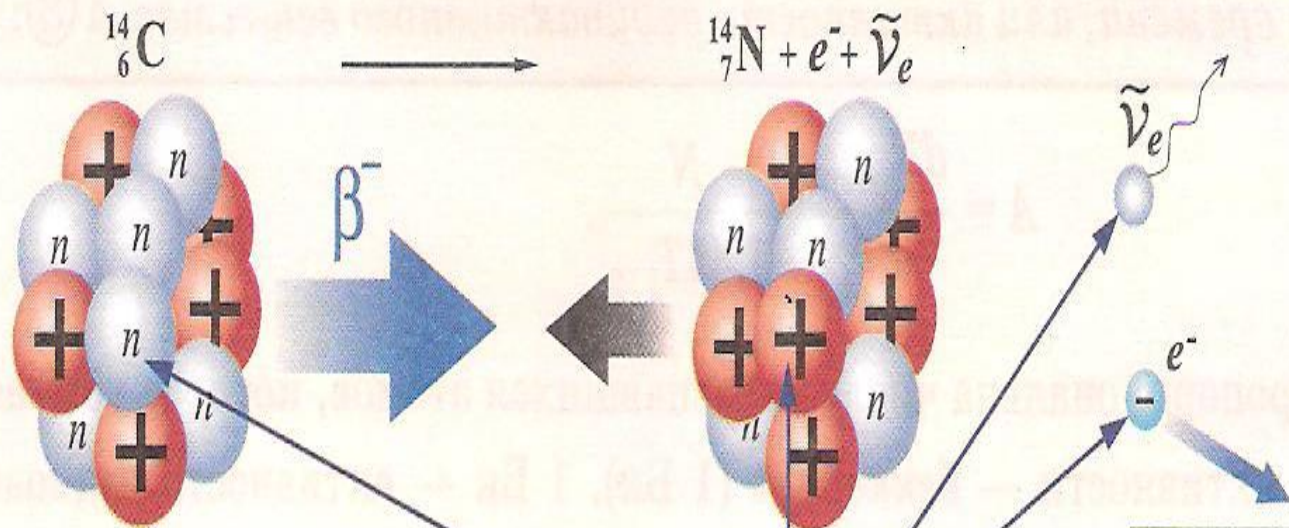
# $\beta$ - распад.

После  $\beta$ -распада элемент смещается на одну клетку ближе к концу периодической системы:



**$\beta^-$ -РАСПАД** – спонтанное превращение радиоактивного ядра в новое ядро с бóльшим на единицу зарядовым числом и с прежним массовым

②

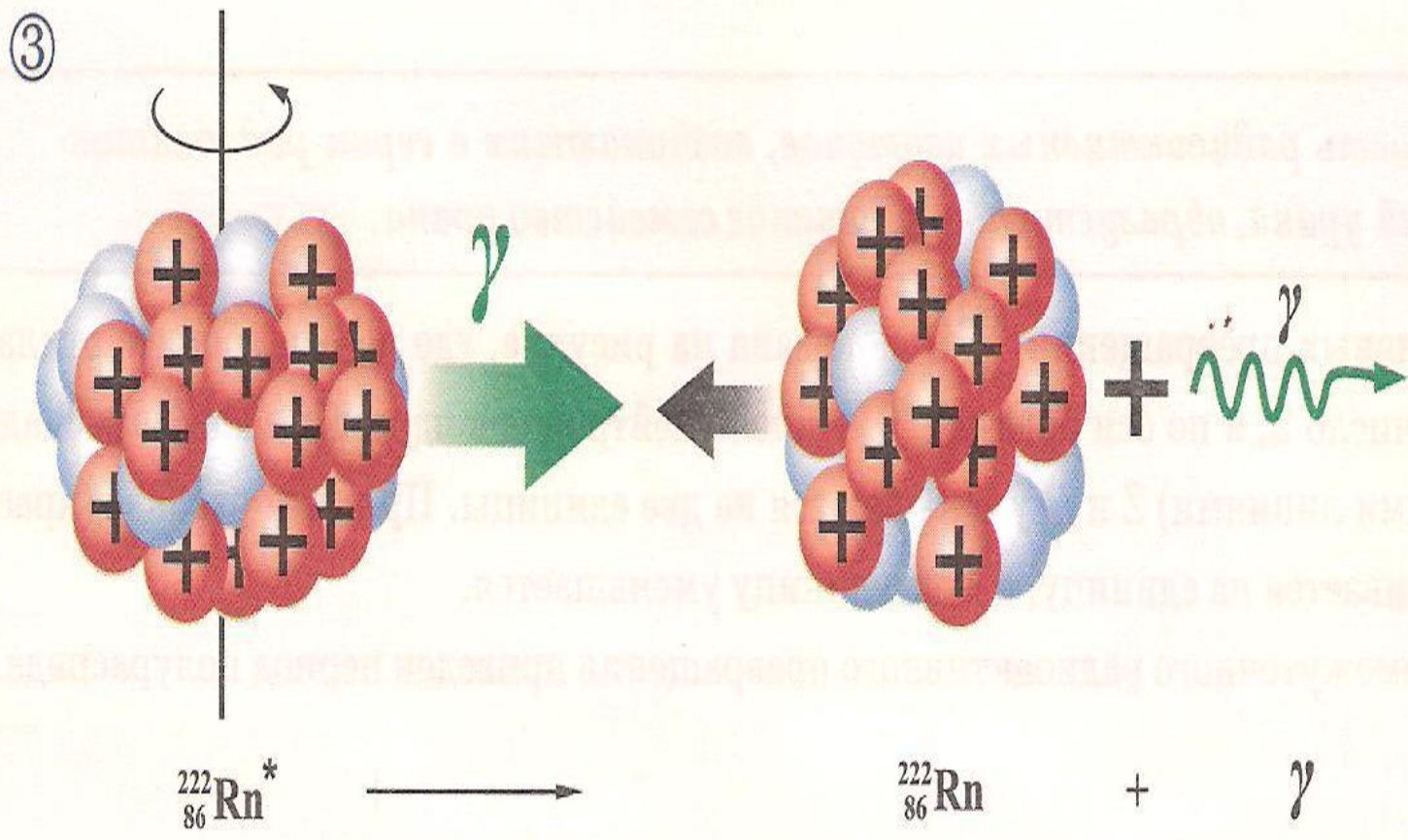


В основе  $\beta^-$  распада реакция:  $^1_0n \longrightarrow ^1_1p + ^0_{-1}e^- + \tilde{\nu}_e$

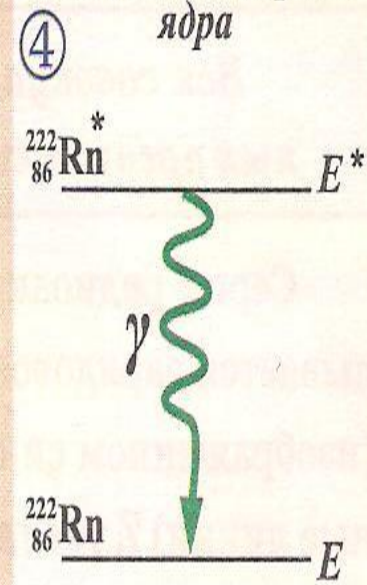
Относительная доля нейтронов  
уменьшается в результате  
 $\beta^-$ -распада



**$\gamma$ -ИЗЛУЧЕНИЕ** – электромагнитное излучение, возникающее при переходе ядра из возбужденного состояния в более низкое энергетическое состояние



Изменение энергии ядра



$$\Delta E = E^* - E = 0,186 \text{ МэВ}$$

# Опыты Резерфорда (1911 г.)

Цель опытов: исследование состава и строения атомов.

В ходе опытов применялся метод сцинтилляций.

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА  
5. ПЛАНЕТАРНАЯ МОДЕЛЬ АТОМА

ОПЫТ РЕЗЕРФОРДА

Принципиальная схема установки

Свинец  
Золотая фольга  
Сцинтилляционные экраны  
Источник  $\alpha$ -частиц

Рассеяние  $\alpha$ -частиц атомными ядрами  $^{197}_{79}\text{Au}$   
 $Z_{\text{Au}} = 79$

$+Ze$

В кулоновском поле ядра  $\alpha$ -частицы отклоняются по гиперболическим траекториям

ОЦЕНКА РАДИУСА ЯДРА

$E_{k0} = 5 \text{ МэВ}$     $v = 0$     $R \leq r$   
 $E_k = 0$     $E_p = k \frac{(+2e) \cdot (-Ze)}{r}$

$+2e$     $v_0$     $r$     $R$

$E_{p0} = 0$

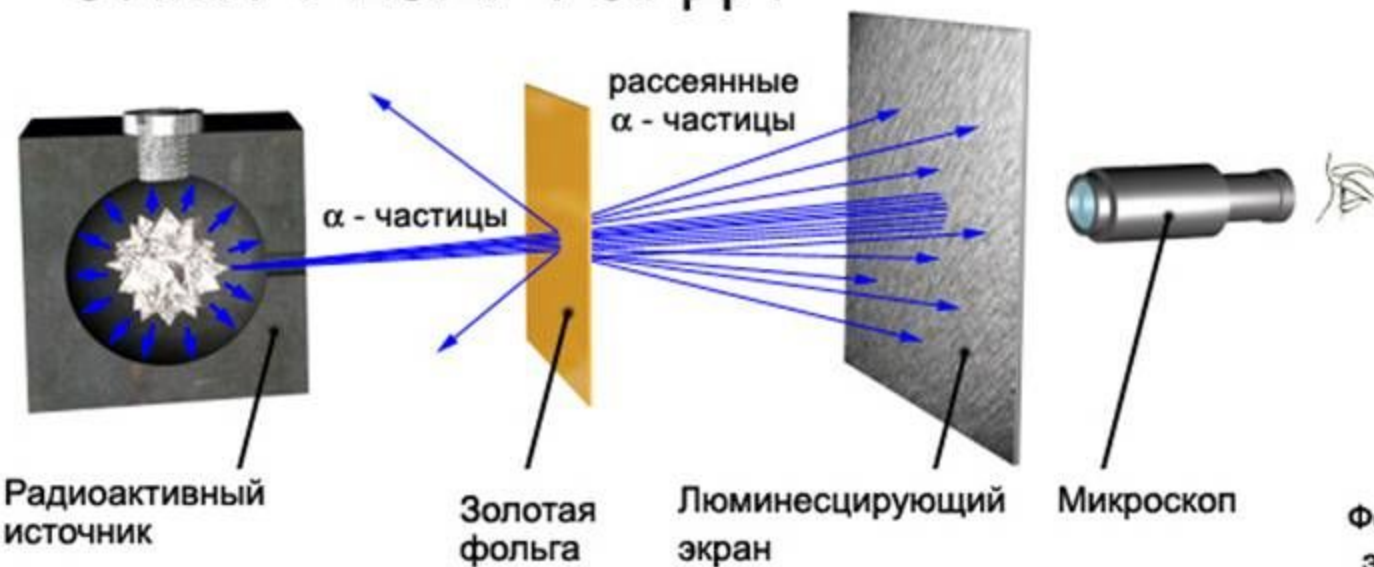
Закон сохранения энергии  
 $E_{k0} + E_{p0} = E_k + E_p$     $E_{k0} = k \frac{2e \cdot Ze}{r} \Rightarrow r = \frac{2kZe^2}{E_{k0}} = 23 \text{ фм}$

НЕПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПЛАНЕТАРНОЙ МОДЕЛИ АТОМА

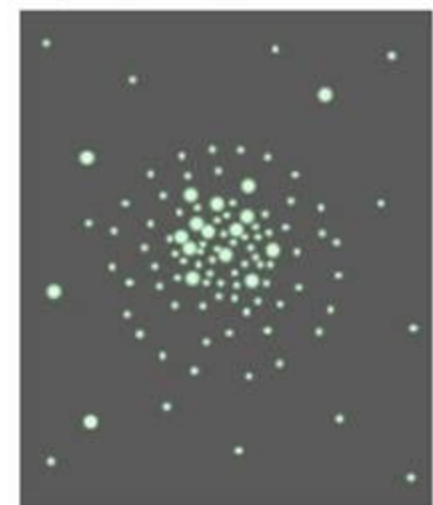
Падение электрона на ядро вследствие его торможения при излучении

ФИЗИКА

# ОПЫТ РЕЗЕРФОРДА



Фотографии люминесцирующего экрана при отсутствии золотой фольги в потоке  $\alpha$  - частиц и при ее внесении в поток



Каждая вспышка вызывается ударом  $\alpha$  - частицы об экран

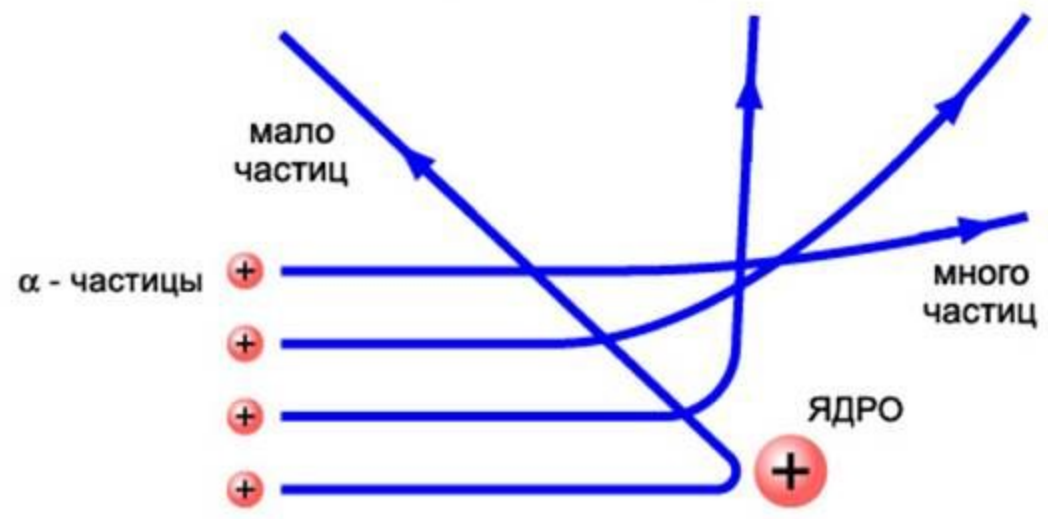


СХЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  $\alpha$  - ЧАСТИЦ С ЯДРОМ

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ



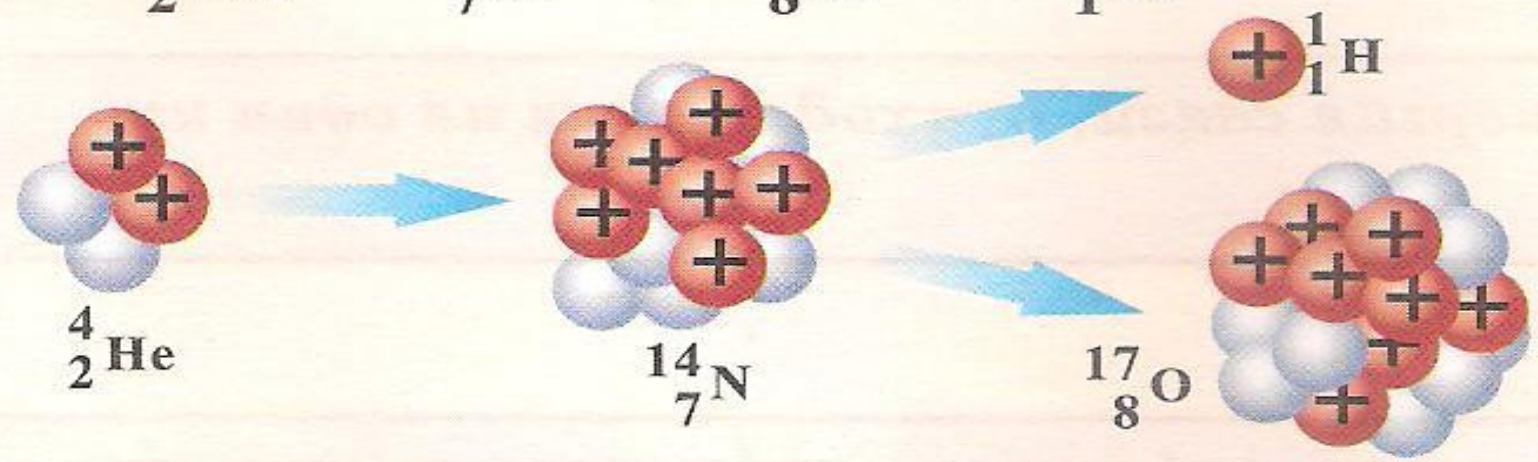
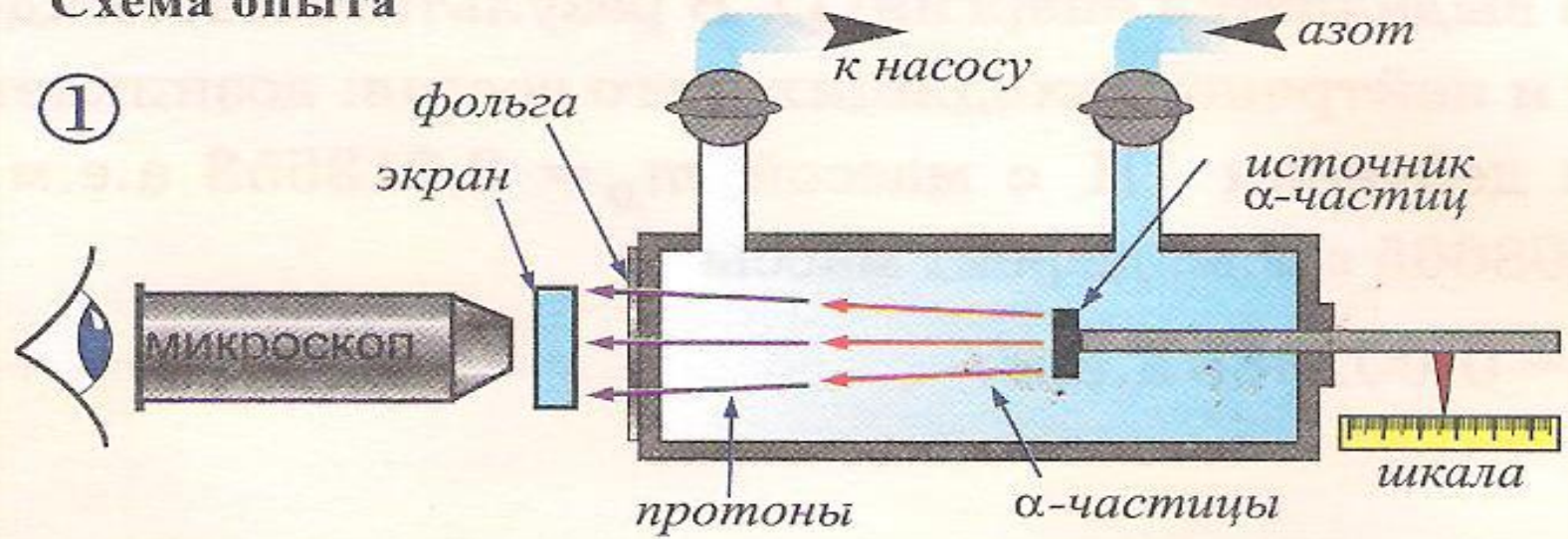
# Выводы из экспериментов:

1. В центре атома находится положительно заряженное ядро, размеры которого в 10000 - 100000 раз меньше размеров атома ( $10^{-14}$  –  $10^{-15}$  м);
2. Вокруг ядра движутся электроны, масса которых значительно меньше массы ядра;
3. Атом электрически нейтрален, т.к. заряд ядра равен модулю суммарного заряда электронов.

Из чего состоит  
ядро?

# ОТКРЫТИЕ ПРОТОНА (Э.РЕЗЕРФОРД – 1919 г.)

Схема опыта

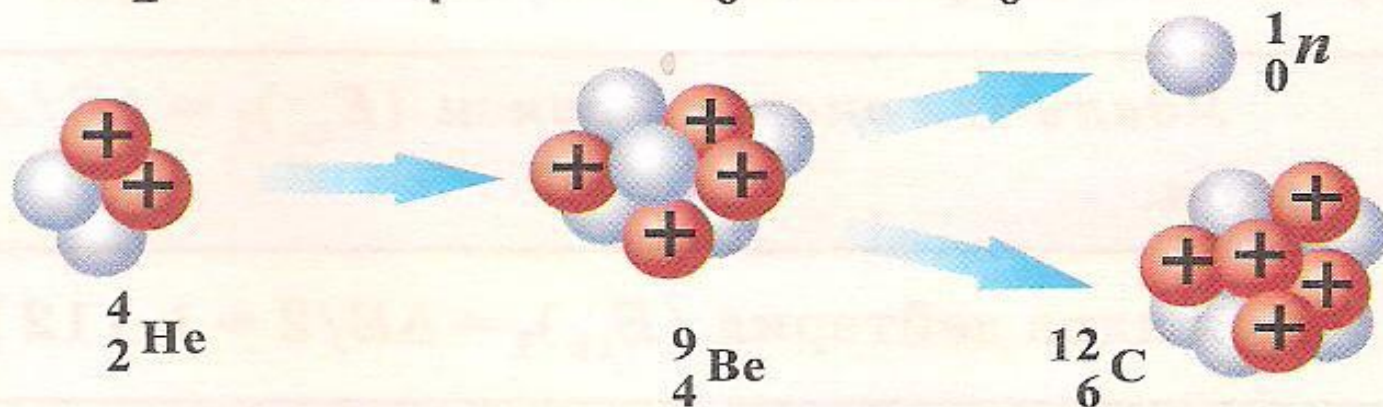
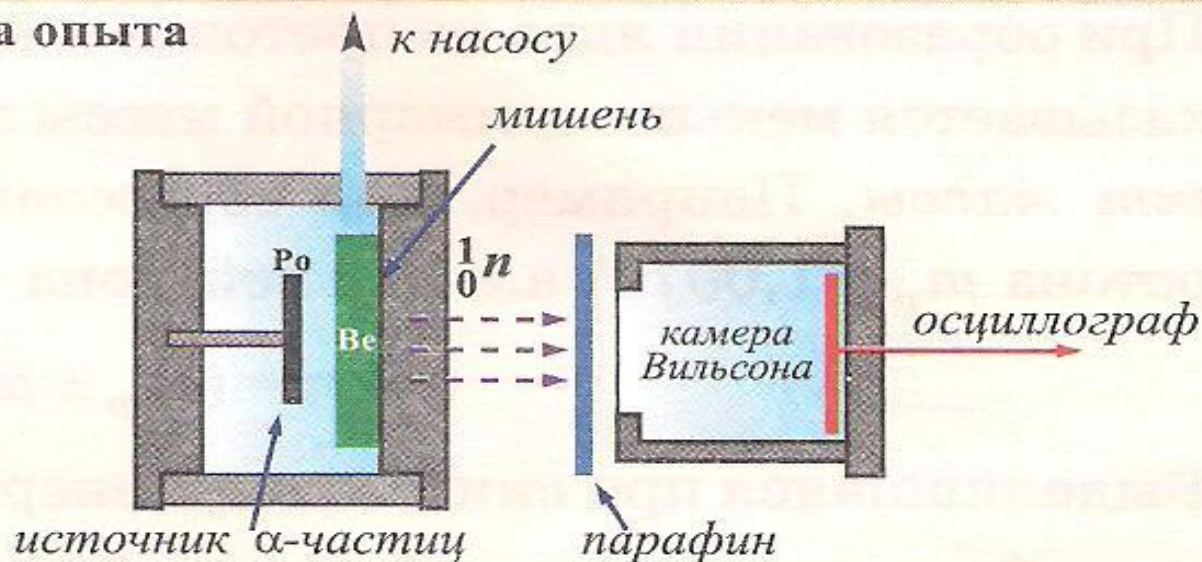




# ОТКРЫТИЕ НЕЙТРОНА (ДЖ. ЧЕДВИК – 1932 г.)

Схема опыта

②



# Состав ядра:

$$A = Z + N$$

A - число нуклонов в ядре (массовое число)

Z – число протонов в ядре (зарядовое число)

N – число нейтронов в ядре.

Почему ядро не  
распадается на  
отдельные  
нуклоны?

- Протоны и нейтроны удерживаются внутри ядра в результате сильного взаимодействия между ними.
- Притяжение между протоном и нейтроном объясняется их постоянным обменом друг с другом виртуальной (экспериментально ненаблюдаемой) частицей  $\pi$  - мезоном.

④

## ОБМЕННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОТОНА И НЕЙТРОНА



$\pi^+$  - мезон - виртуальный переносчик взаимодействия

# Ядерные силы

Это силы взаимного притяжения между нуклонами внутри ядра.

Свойства ядерных сил:

1. Короткодействие ( $r = 10^{-15}$  м)
2. Обменный характер взаимодействия
3. Зарядовая независимость
4. Больше электрических сил отталкивания в 100 раз

# Вывод:

Внутри ядра действуют силы притяжения (ядерные и гравитационные) и силы отталкивания (электрические или кулоновские). Больше всего проявляются ядерные силы .

# Энергия связи нуклонов в ядре.

Равна минимальной работе, которую нужно совершить, чтобы разделить ядро на составные части – протоны и нейтроны.

Или

Равна энергии, выделившейся при образовании ядра из протонов и нейтронов.

# Энергия связи:

$$E_{\text{св}} = \Delta mc^2 = (Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}})c^2$$



# Удельная энергия связи

Это энергия связи, приходящаяся на один нуклон:

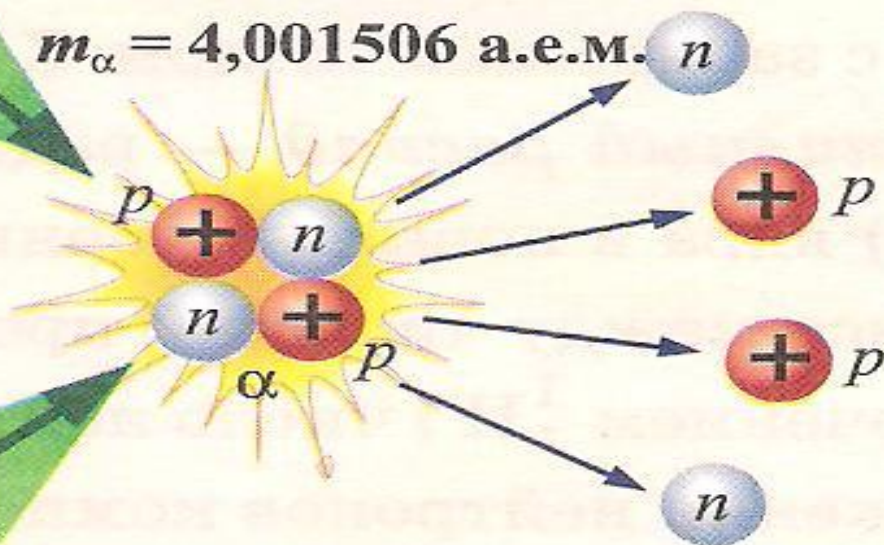
$$E_{\text{уд}} = \frac{E_{\text{св}}}{A}$$

②

ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ  $\alpha$ -ЧАСТИЦЫ

$$2(m_p + m_n) = 4,031882 \text{ а.е.м.}$$

$$m_\alpha = 4,001506 \text{ а.е.м.}$$



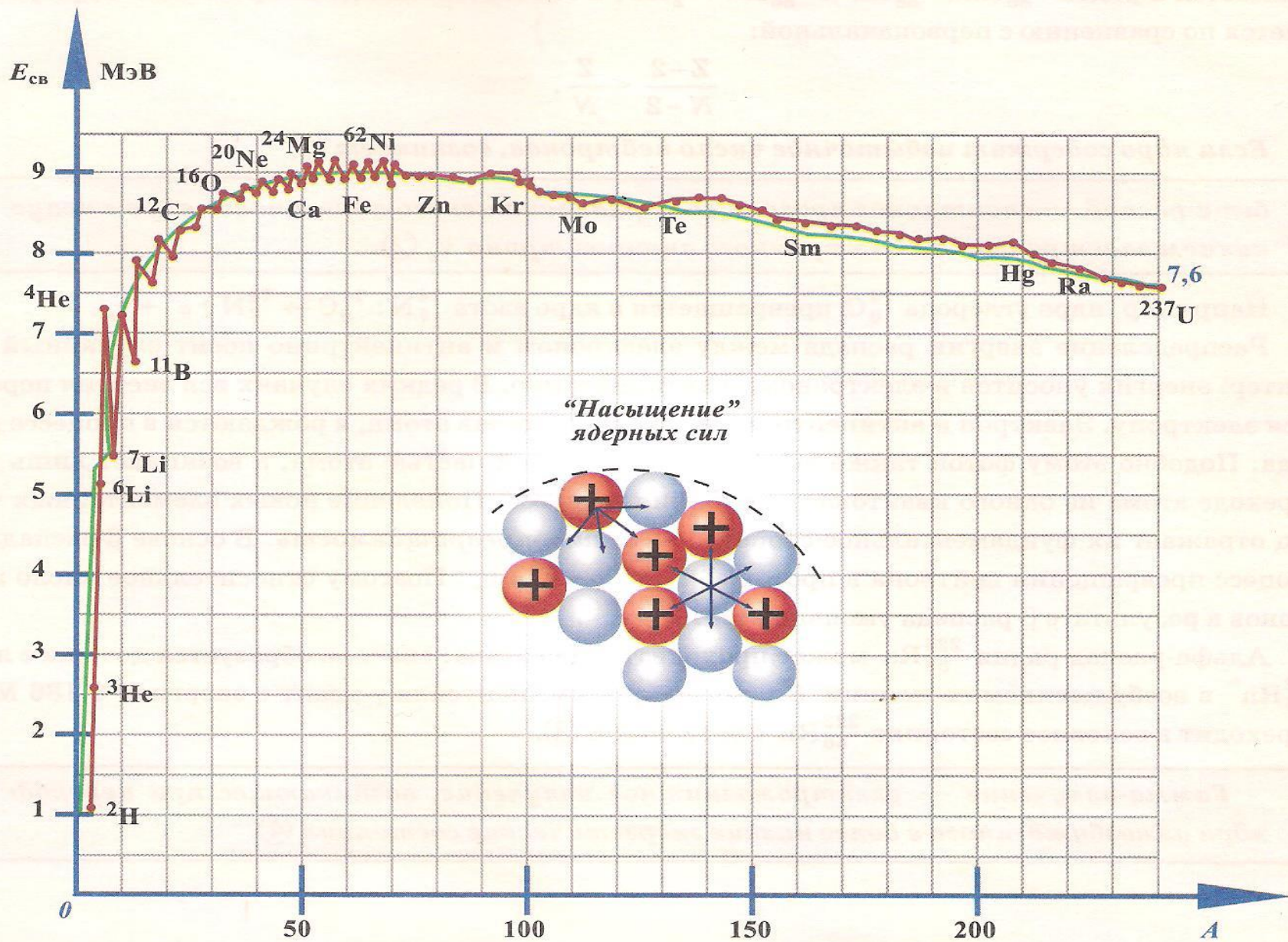
$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 28,296 \text{ МэВ}$$

Удельная энергия  $(E_{\text{св}})_1 = \frac{1}{4} \Delta E = 7,07 \text{ МэВ}$   
связи



③

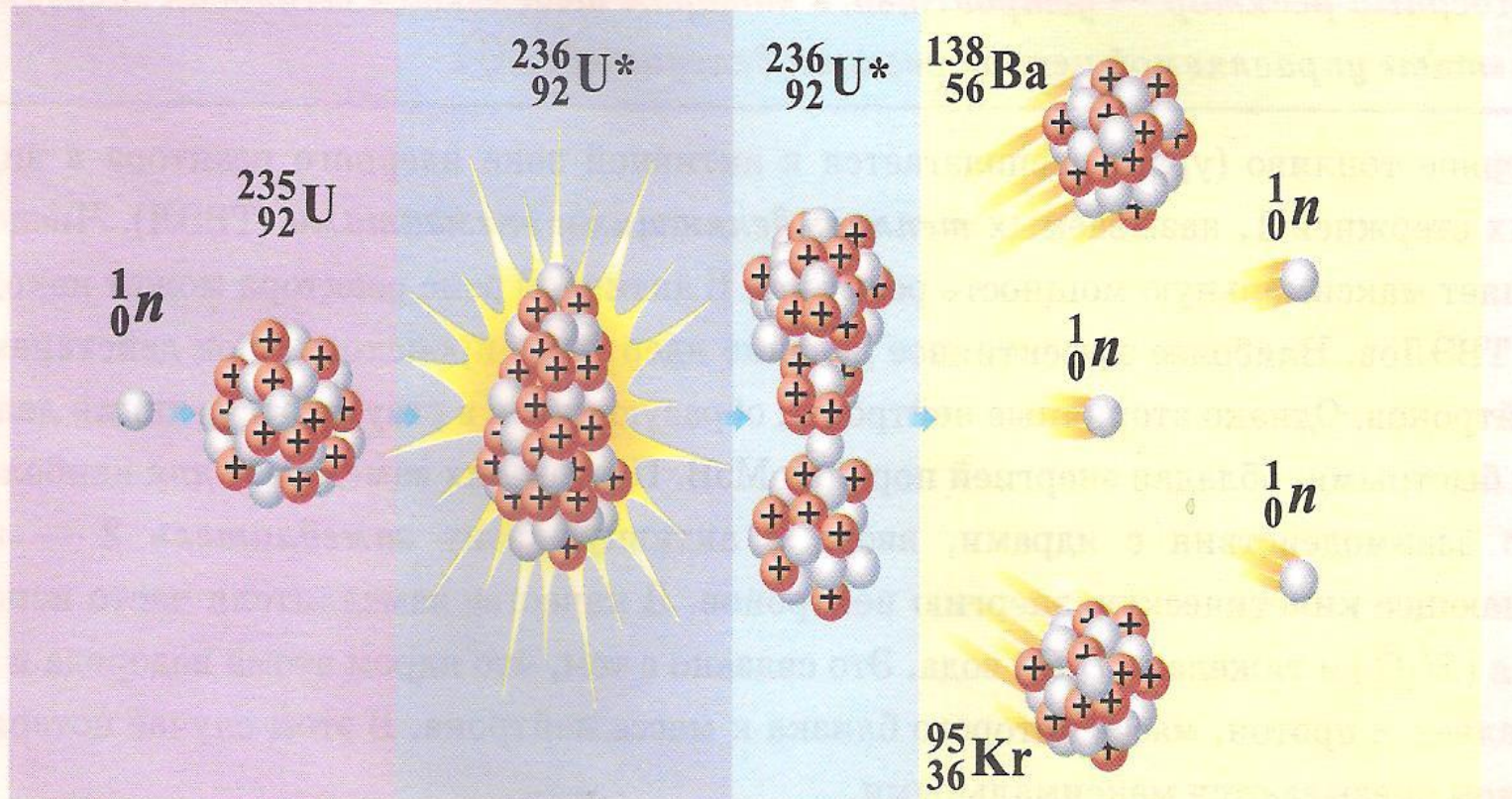
# УДЕЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ НУКЛОНА В ЯДРЕ





# Деление ядер урана.

Процесс деления ядра урана



Взаимодействие  
нейтрона с ядром

Захват  
нейтрона  
ядром

Колесания  
возбужденного  
ядра

Образование  
осколков деления  
и нейтронов

Деление ядра урана возможно благодаря тому, что масса покоя тяжелого ядра больше суммы масс покоя осколков, возникающих при делении.

# Закон радиоактивного распада:

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

$T$  - период полураспада

$t$  – время распада

$N$  – число оставшихся ядер

$N_0$  - начальное число радиоактивных ядер.

# Период полураспада

Это промежуток времени, в течение которого распадается, в среднем, половина радиоактивных ядер.

Графическое представление закона радиоактивного распада.





Ядерные реакции – изменения атомных ядер при взаимодействии их с элементарными частицами или друг с другом.

Энергетический выход ядерной реакции – разность энергий покоя ядер и частиц до реакции и после реакции.

Цепная ядерная реакция – реакция, в которой частицы, вызывающие ее (нейтроны), образуются как продукты этой реакции.

При полном делении всех ядер, имеющих в 1 г урана-235 выделяется энергия, эквивалентная энергии, получаемой при сгорании 3 т угля или 2,5 т нефти.