

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

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

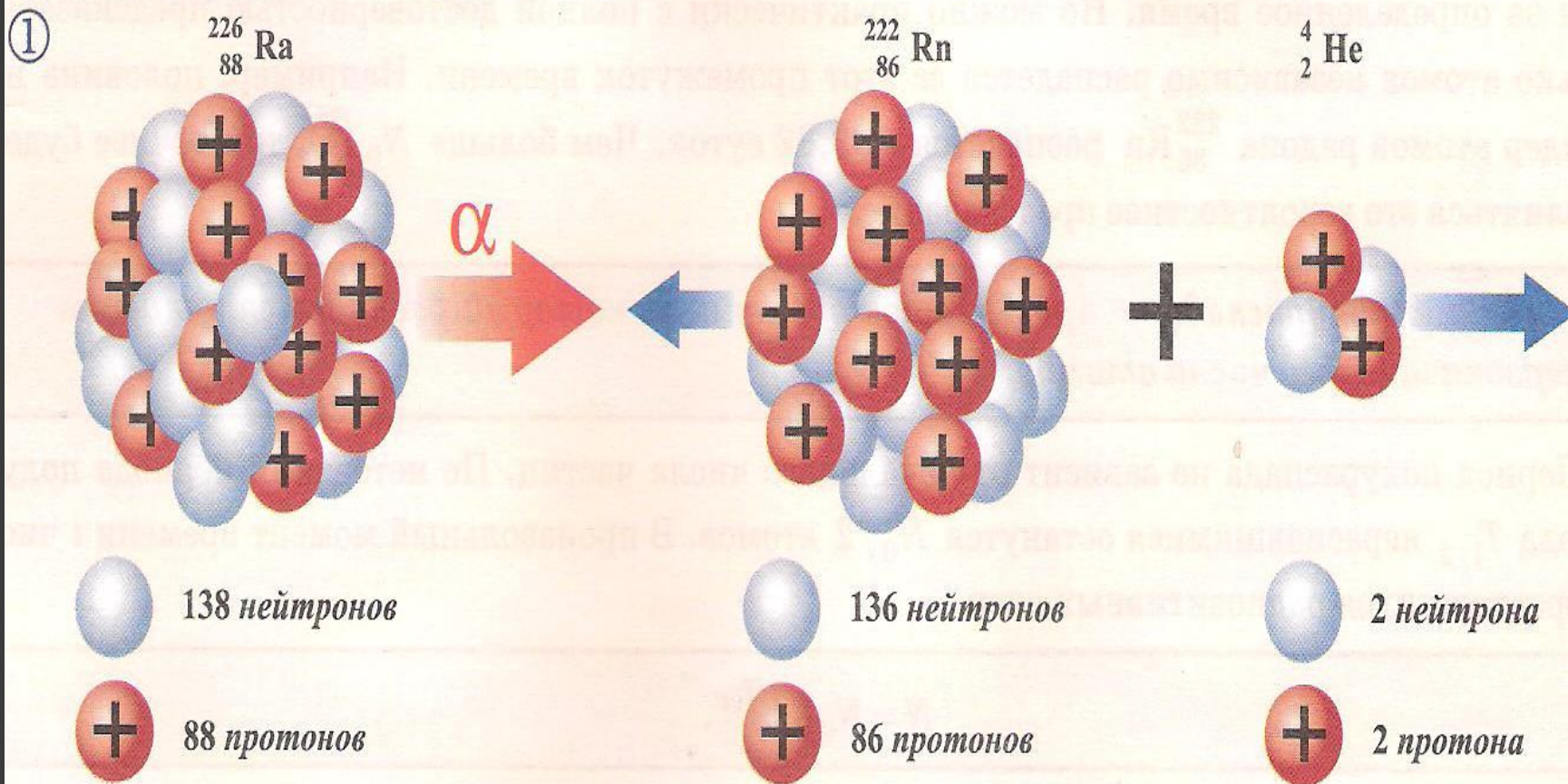
α - распад.

При α -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.

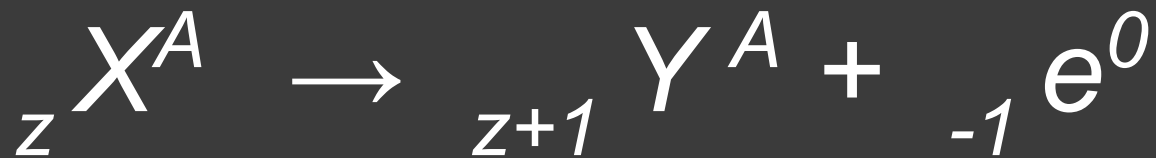
РАДИОАКТИВНОСТЬ – явление самопроизвольного превращения одних ядер в другие с испусканием различных частиц



Относительная доля протонов уменьшается в результате α-распада

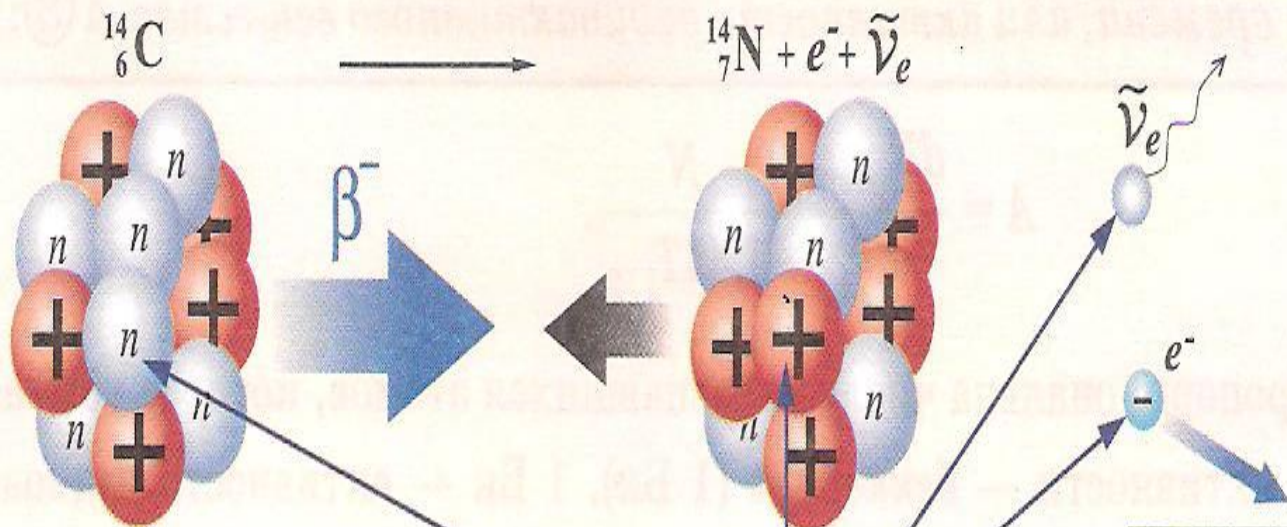
β - распад.

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



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

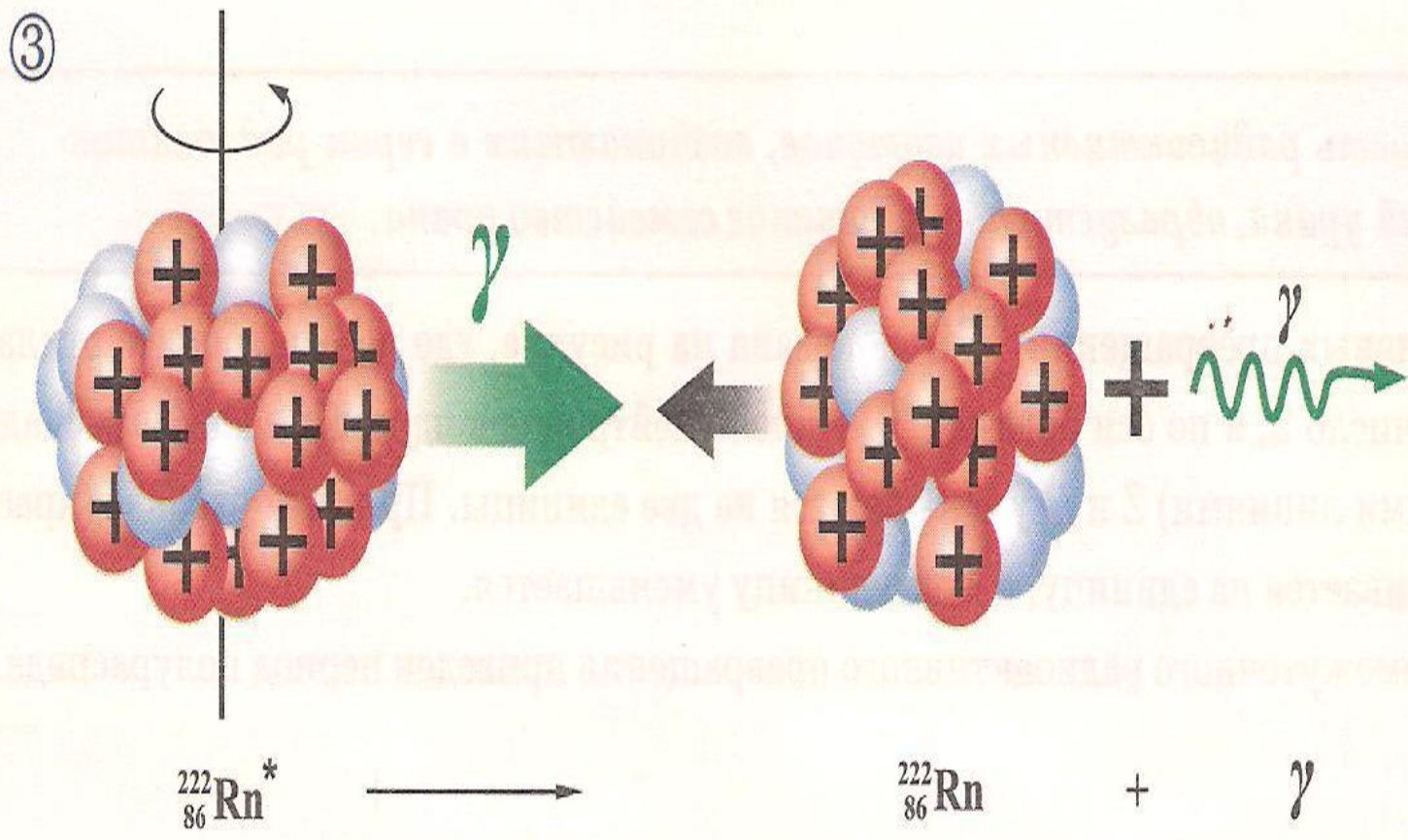
②



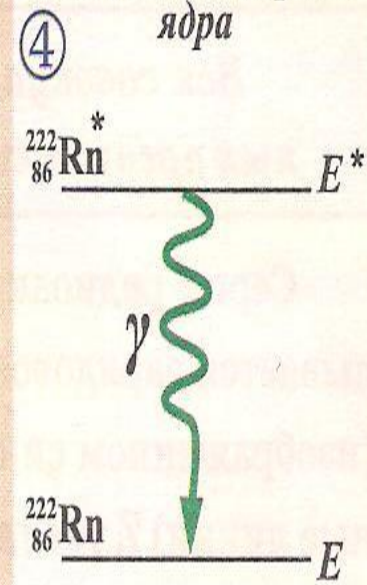
В основе β^- распада реакция: ${}^1_0n \longrightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e^- + \tilde{\nu}_e$

Относительная доля нейтронов уменьшается в результате β^- -распада

γ -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
Источники α -частиц

Рассеяние α -частиц атомными ядрами $^{197}_{79}\text{Au}$

$Z_{\text{Au}} = 79$

В кулоновском поле ядра α -частицы отклоняются по гиперболическим траекториям

ОЦЕНКА РАДИУСА ЯДРА

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

$E_{p0} = 0$

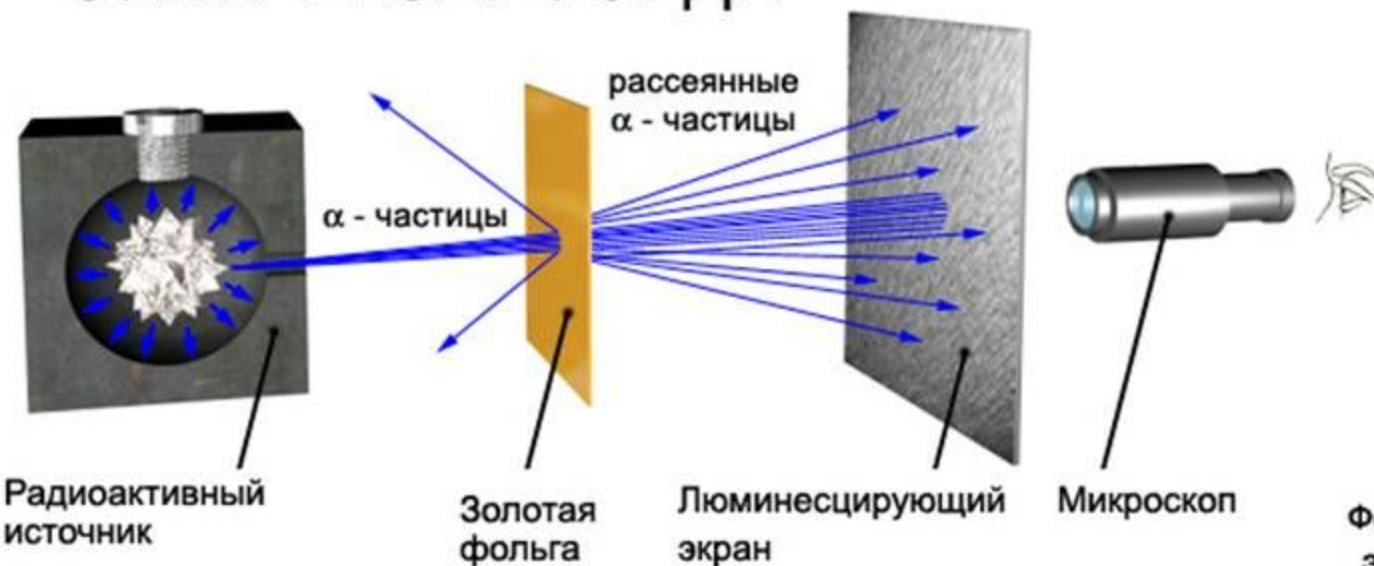
Закон сохранения энергии
 $E_{k0} + E_{p0} = E_k + E_p$ $E_{k0} = k \frac{2e \cdot Ze}{r} \Rightarrow r = \frac{2kZe^2}{E_{k0}} = 23 \text{ фм}$

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 α - частиц и при ее внесении в поток



Каждая вспышка вызывается ударом α - частицы об экран

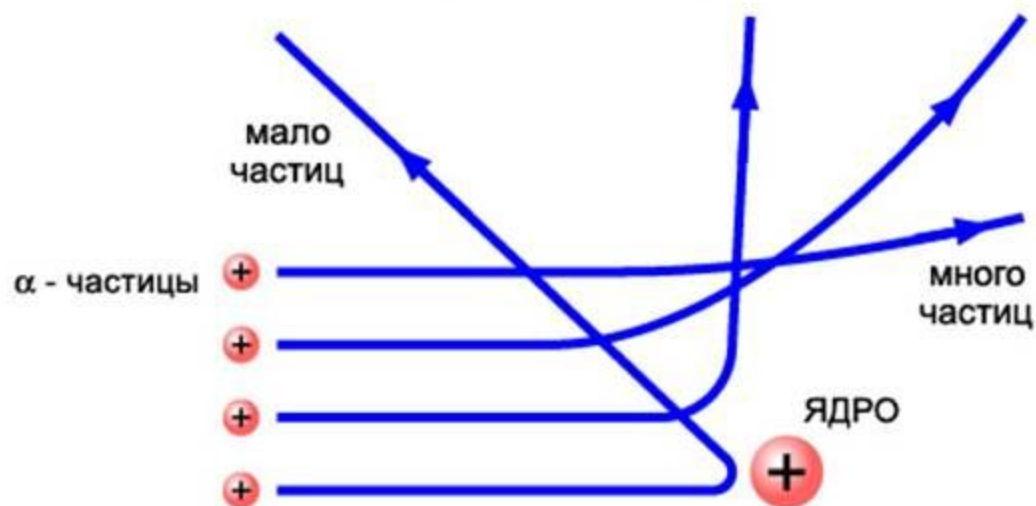


СХЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ α - ЧАСТИЦ С ЯДРОМ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ

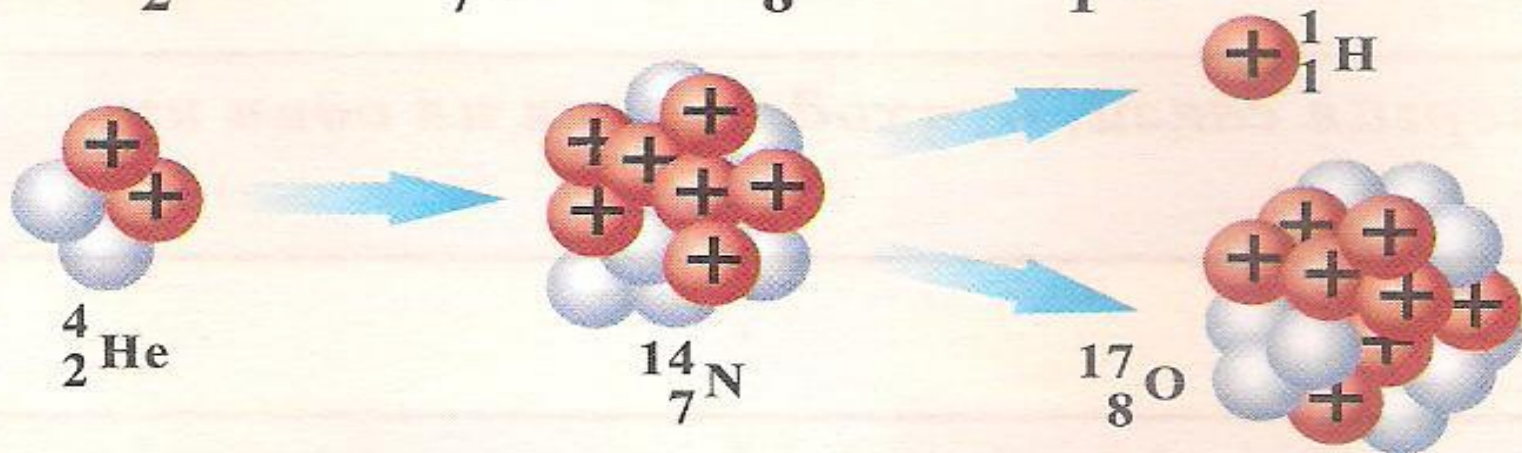
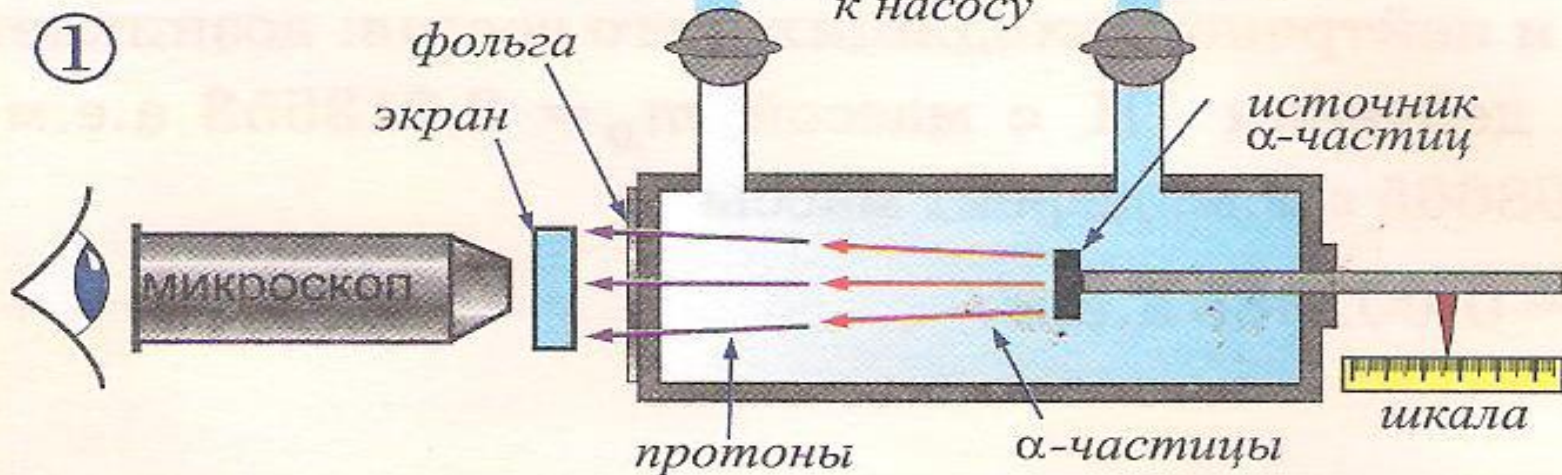
Выводы из экспериментов:

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.)

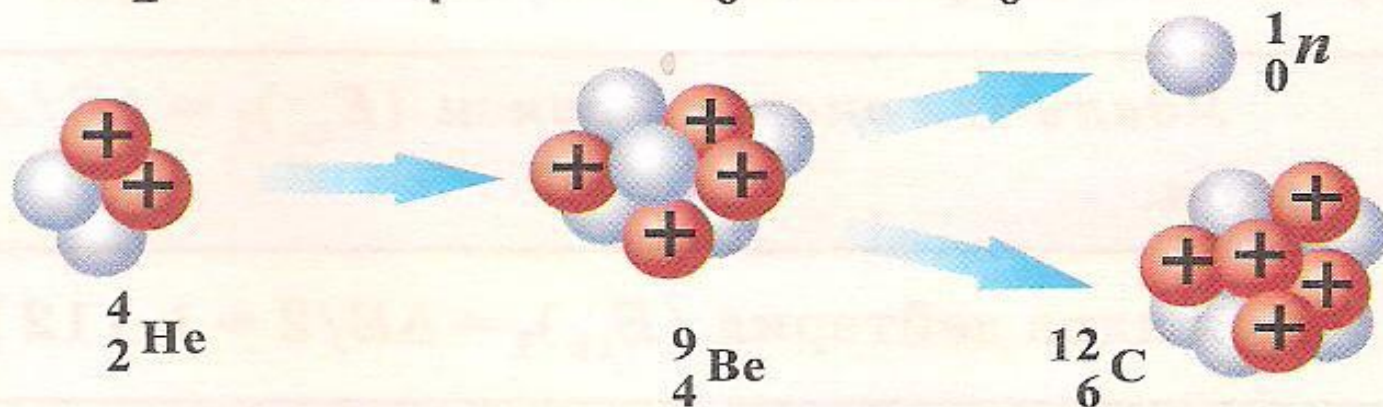
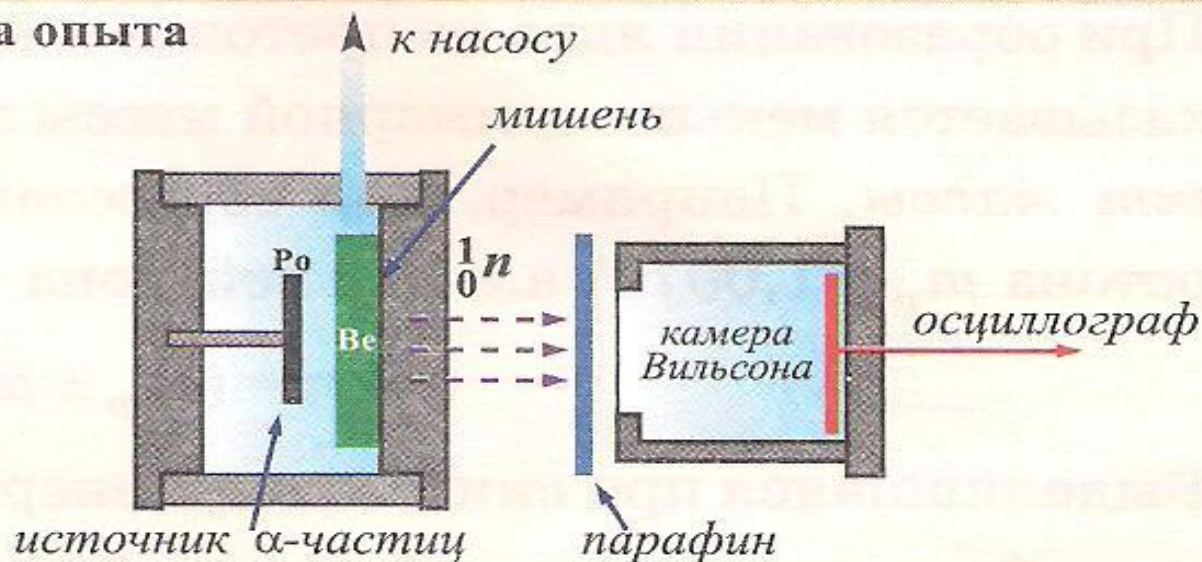
Схема опыта



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 π - мезоном.

④

ОБМЕННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОТОНА И НЕЙТРОНА



π^+ - 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:

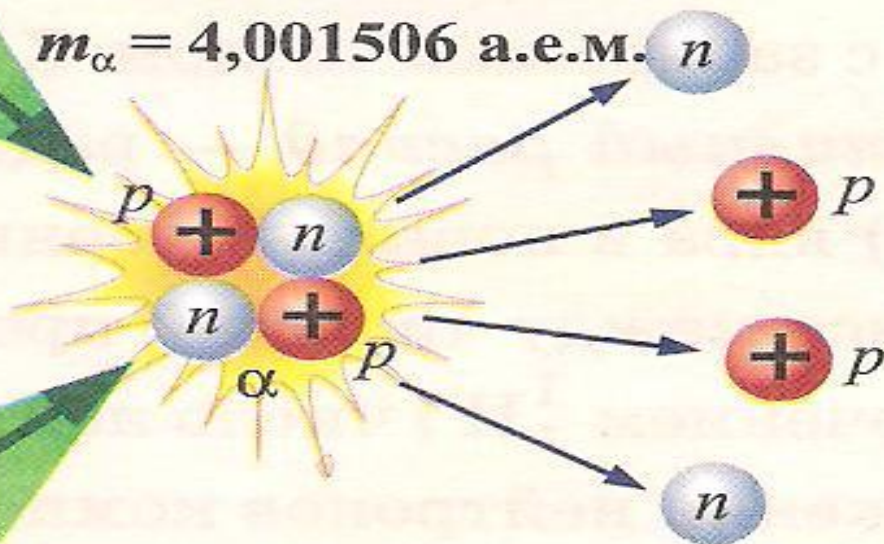
$$E_{\text{уд}} = \frac{E_{\text{св}}}{A}$$

②

ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ α -ЧАСТИЦЫ

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

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

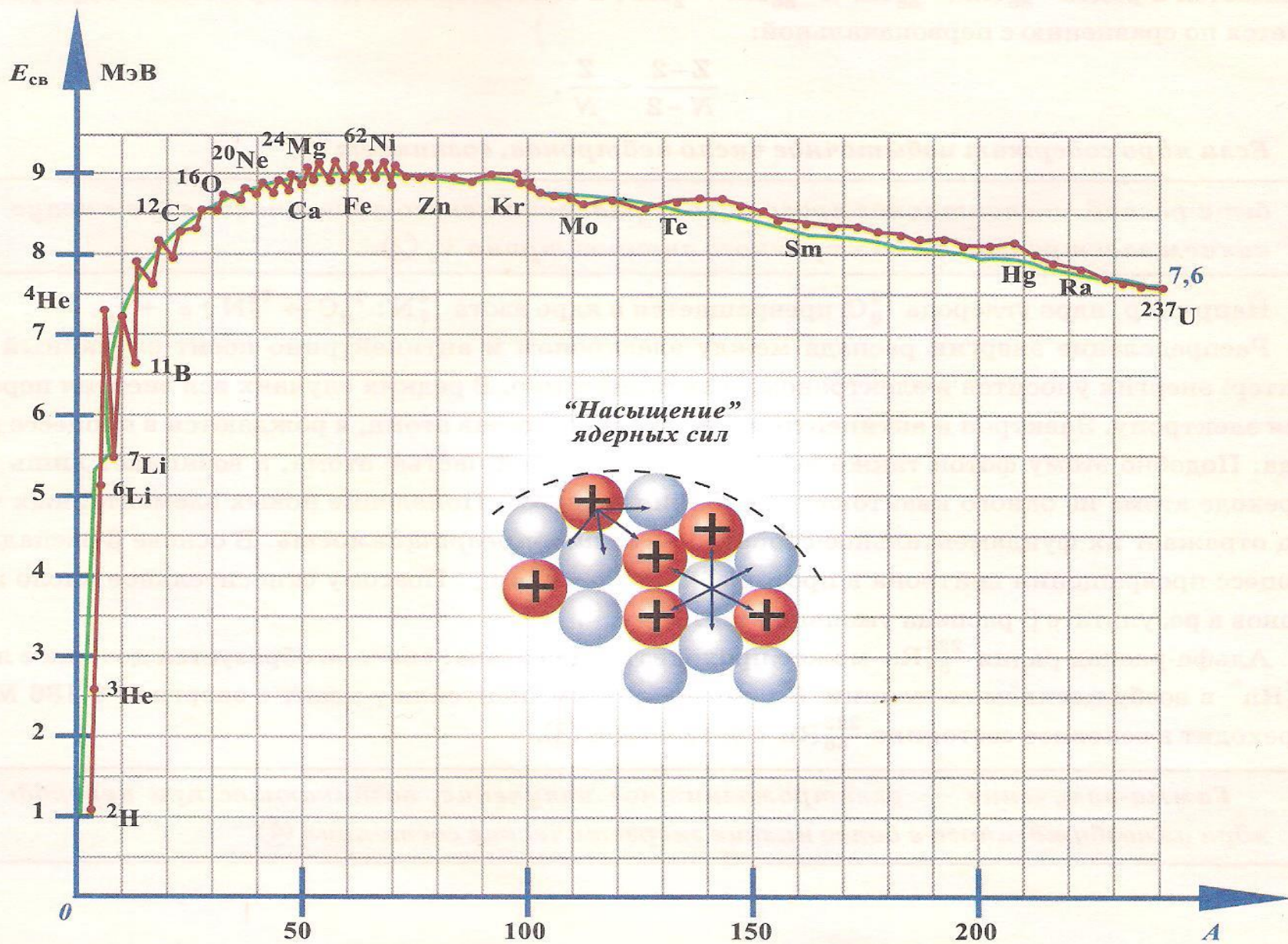


$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = 28,296 \text{ МэВ}$$

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

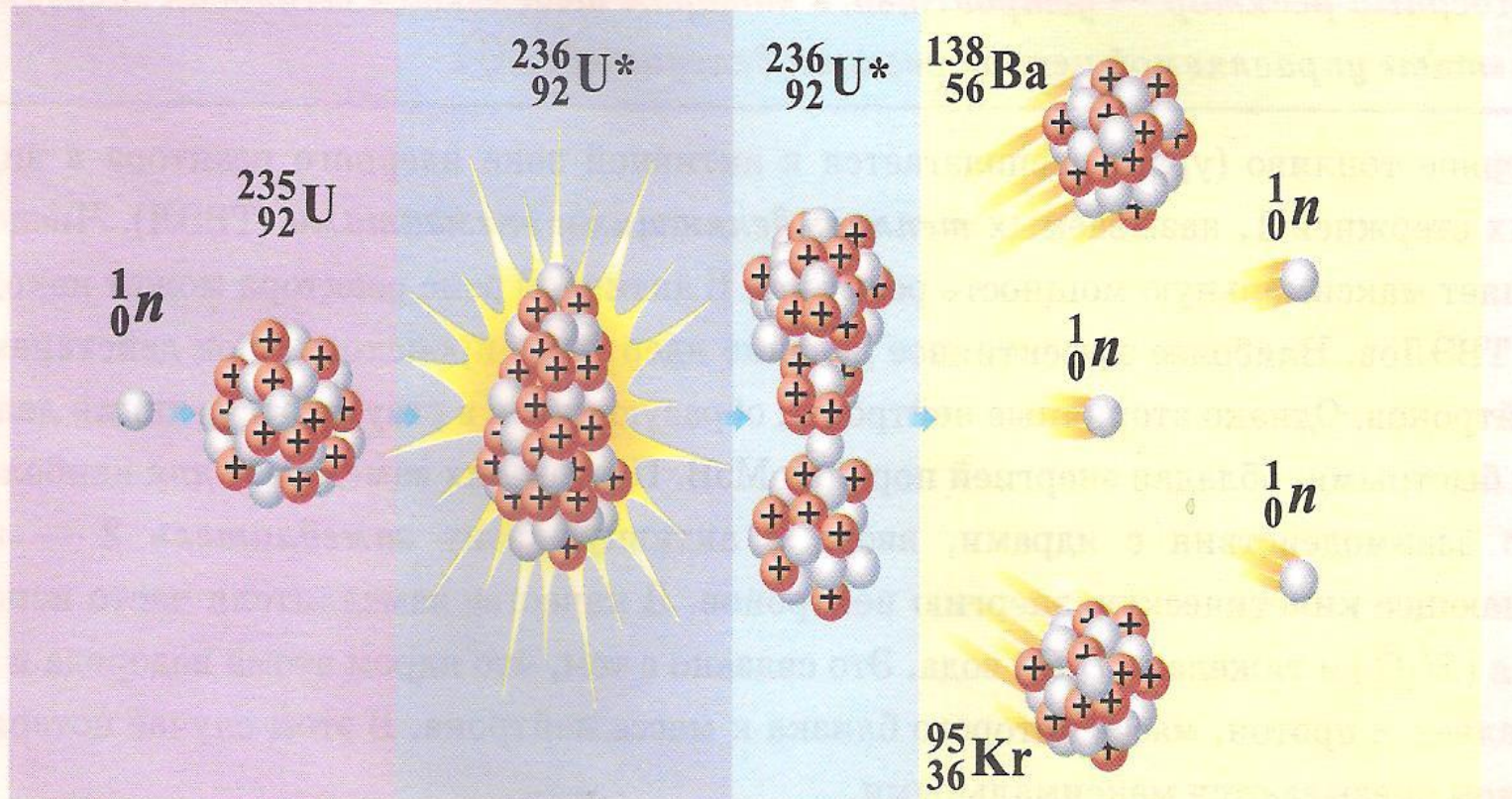
③

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.