

# Тема

## «Строение атома»

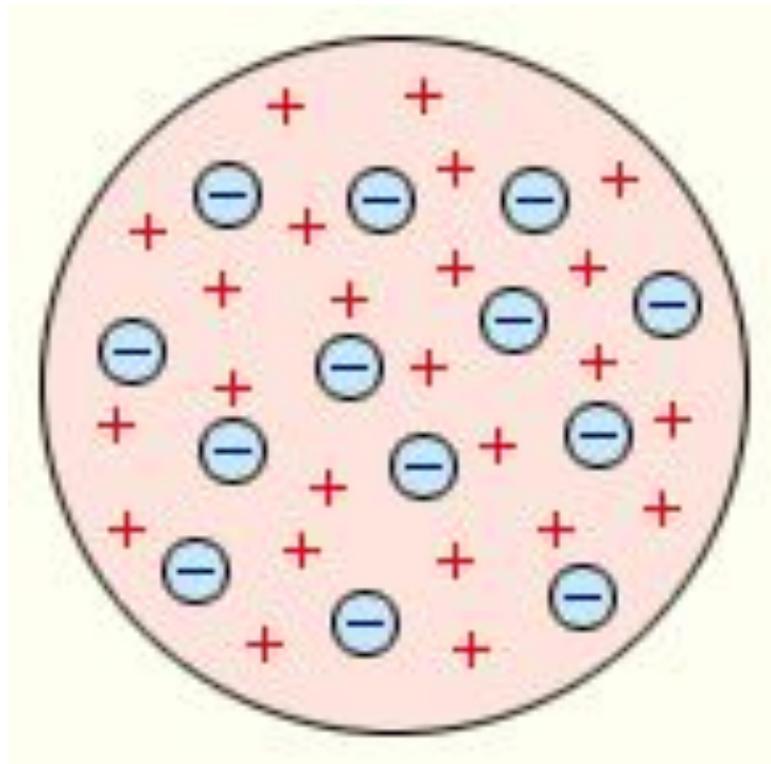
### «Строение атомного ядра. Ядерные реакции»

Вопросы:

1. Строение атомного ядра.
2. Энергия связи ядра. Дефект массы.
3. Ядерные реакции.



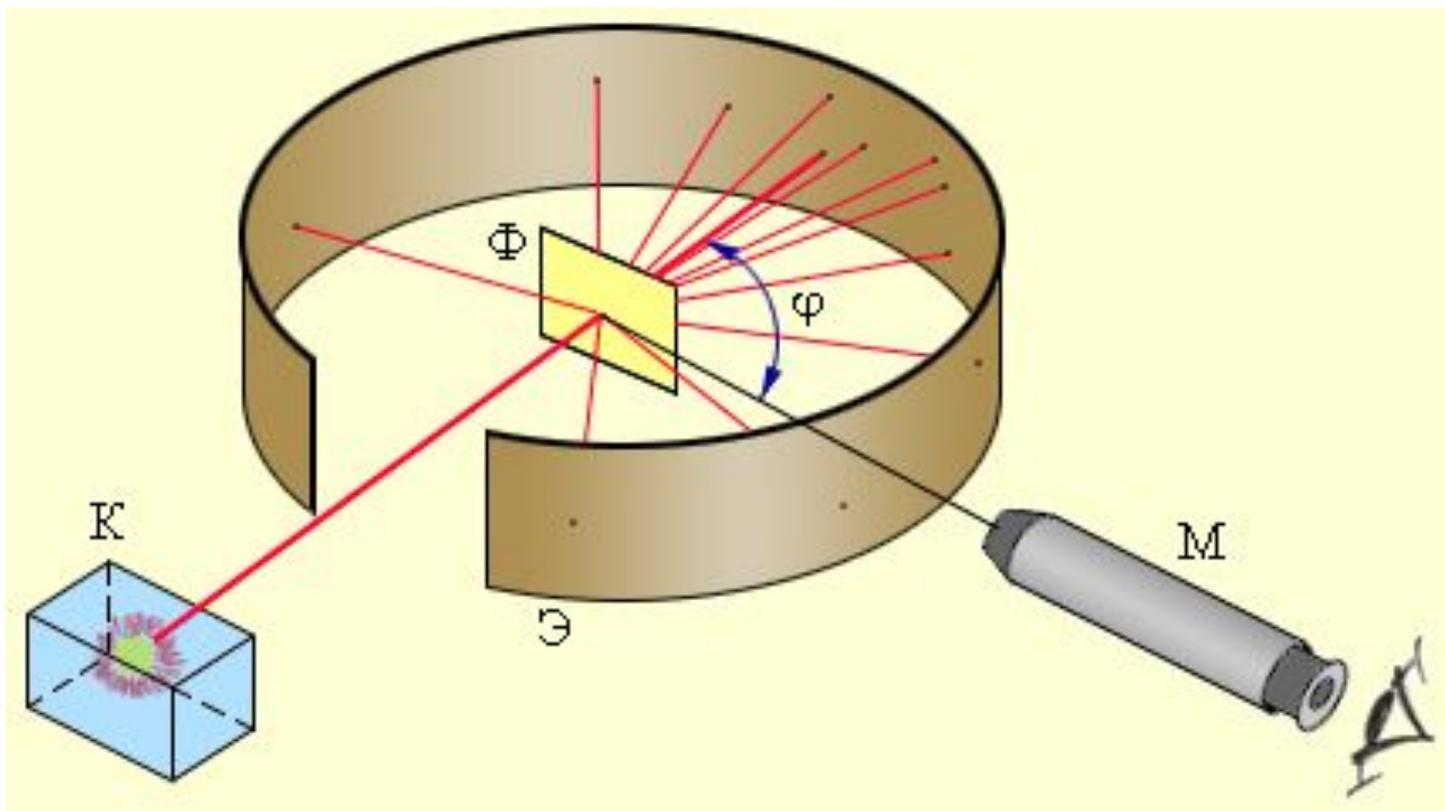
# Вопрос 1. **Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц.**



Модель атома Томсона (1903 г.)



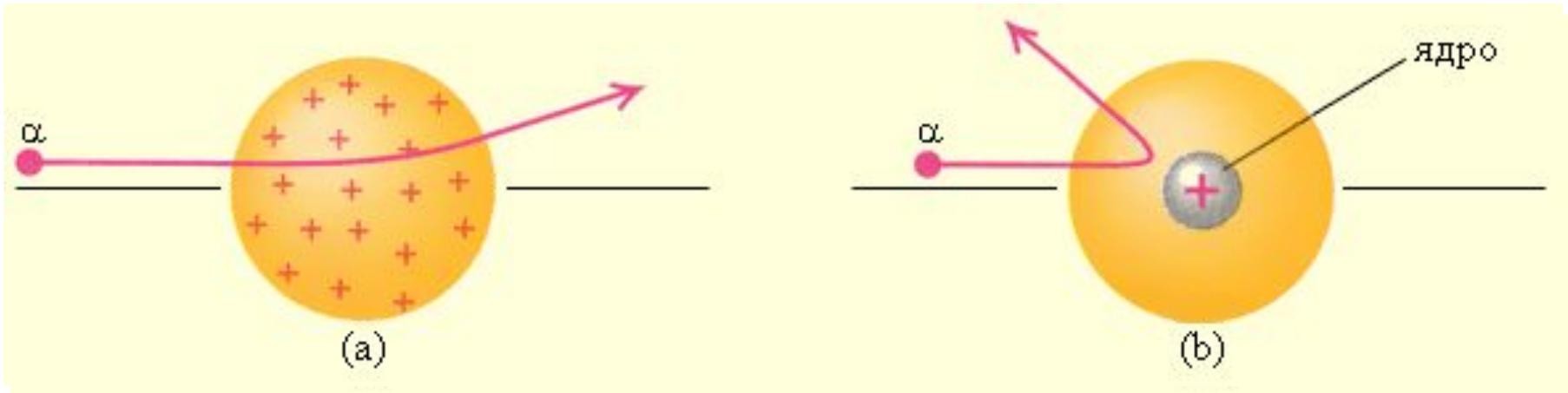
# Схема опыта Резерфорда по рассеянию $\alpha$ -частиц.



К – свинцовый контейнер с радиоактивным веществом, Э – экран, покрытый сернистым цинком, Ф – золотая фольга, М – микроскоп.



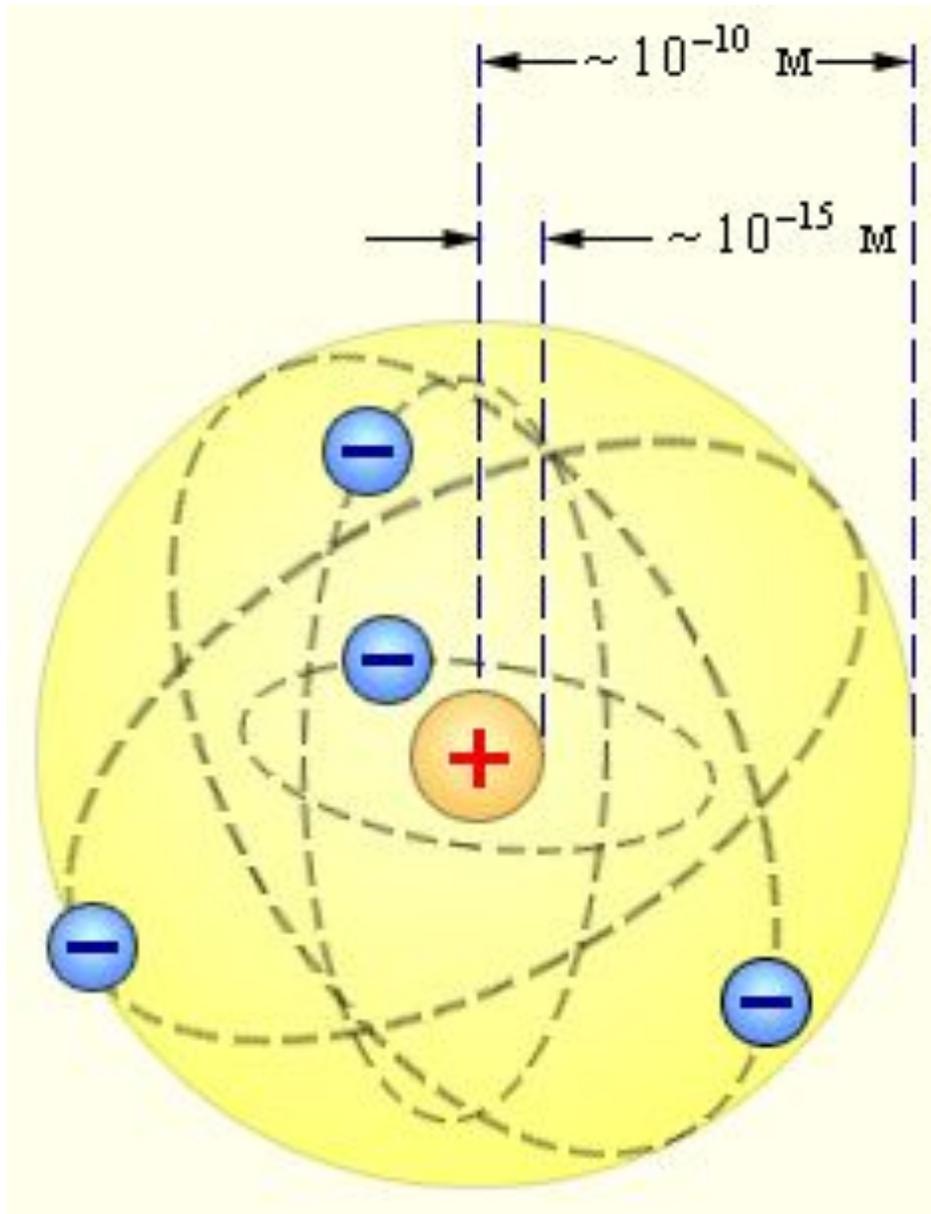
## Рассеяние $\alpha$ -частицы в атоме Томсона (а) и в атоме Резерфорда (b).



Атом почти пустой, и весь его положительный заряд сосредоточен в малом объеме. Эту часть атома Резерфорд назвал **атомным ядром**.



# Планетарная модель атома по Резерфорду.



# Вопрос 1. Строение атомного ядра.

**Атомные ядра различных элементов состоят из двух частиц – протонов и нейтронов.**

## **ПРОТОН.**

*Заряд протона*  $e = +1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

*Масса протона*  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$  кг или

$$m_p = 1,007276 \text{ а. е. м.}$$

Во многих случаях массу частицы удобно выражать в эквивалентных значениях энергии.

$$\underline{1 \text{ эВ} = 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ Дж,}}$$

в энергетических единицах масса протона равна **938,272331 МэВ.**



**Нейтрон** – это элементарная частица, не имеет электрического заряда.

**Масса нейтрона  $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27}$  кг или 1,008665 а. е. м.**

В энергетических единицах масса нейтрона равна **939,56563 МэВ.**

Протоны и нейтроны принято называть **нуклонами.**



- Число протонов, входящих в состав атомного ядра, обозначают символом  $Z$  и называют **зарядовым числом** или атомным номером (это порядковый номер в периодической таблице Менделеева).
- Заряд ядра равен  $Ze$ , где  $e$  – элементарный заряд.
- Число нейтронов обозначают символом  $N$ .
- Общее число нуклонов (т. е. протонов и нейтронов) называют **массовым числом**  $A$ :  
 $A = Z + N$ .
- Ядра химических элементов обозначают символом  ${}^A_ZX$ , где  $X$  – химический символ элемента. Например,  ${}^2_1H$  – водород,  ${}^4_2He$  – гелий,  ${}^{16}_8O$  – кислород,  ${}^{12}_6C$  – углерод,  ${}^{238}_{92}U$  – уран.



Ядра одного и того же химического элемента могут отличаться числом нейтронов. Такие ядра называются **изотопами**.

У большинства химических элементов имеется несколько изотопов. Например, у водорода три изотопа:  ${}^1_1\text{H}$  – обычный водород,  ${}^2_1\text{H}$  – дейтерий и  ${}^3_1\text{H}$  – тритий. У углерода – 6 изотопов, у кислорода – 3.



## Вопрос 2.

### Энергия связи ядра. Дефект массы.

- Силы, удерживающие нуклоны в ядре, называются ***ядерными***.
- Ядерные силы примерно в 100 раз превосходят электростатические силы и на десятки порядков превосходят силы гравитационного взаимодействия нуклонов. Важной особенностью ядерных сил является их короткодействующий характер.



Энергия связи ядра равна минимальной энергии, которую необходимо затратить для полного расщепления ядра на отдельные частицы.

- Масса любого ядра  $M_{\text{я}}$  всегда меньше суммы масс входящих в его состав протонов и нейтронов:  $M_{\text{я}} < Zm_{\text{р}} + Nm_{\text{н}}$ .
- Разность масс  $\Delta M = Zm_{\text{р}} + Nm_{\text{н}} - M_{\text{я}}$  называется **дефектом массы**.
- Энергия связи ядра  $E_{\text{св}}$ :  
$$E_{\text{св}} = \Delta M c^2 = (Zm_{\text{р}} + Nm_{\text{н}} - M_{\text{я}})c^2.$$

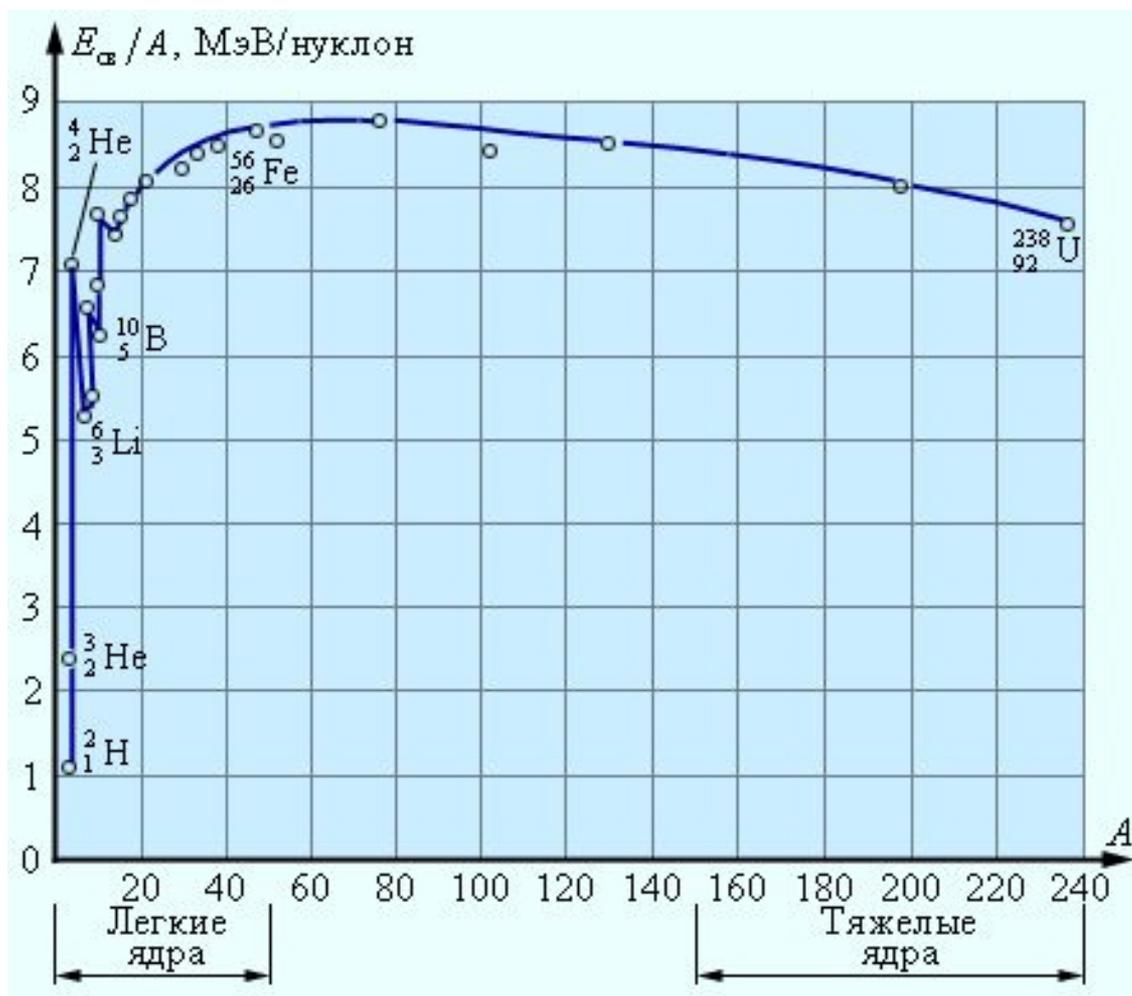


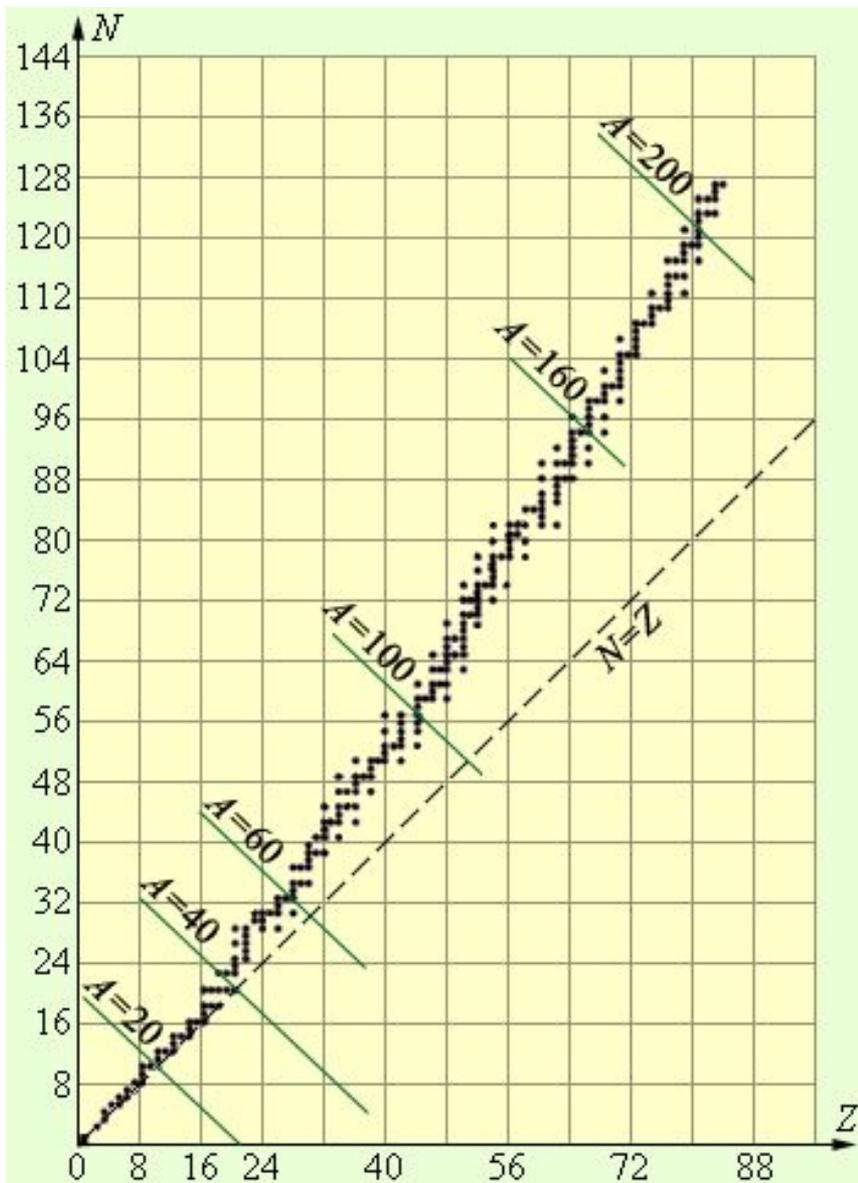
- Рассчитаем в качестве примера энергию связи ядра гелия, в состав которого входят два протона и два нейтрона. Масса ядра гелия  $M_{\text{я}} = 4,00260$  а. е. м. Сумма масс двух протонов и двух нейтронов составляет  $2m_{\text{p}} + 2m_{\text{n}} = 4,03298$  а. е. м. Следовательно, дефект массы ядра гелия равен  $\Delta M = 0,03038$  а. е. м. Расчет по формуле  $E_{\text{св}} = \Delta M c^2$  приводит к следующему значению энергии связи ядра :  $E_{\text{св}} = 28,3$  МэВ. Это огромная величина. Образование всего 1 г гелия сопровождается выделением энергии порядка  $10^{12}$  Дж. Примерно такая же энергия выделяется при сгорании почти целого вагона каменного угля.



В таблицах принято указывать *удельную энергию связи*, т. е. энергию связи на один нуклон.

$$E_{уд} = \frac{E_{св}}{A}$$





На рисунке приведена диаграмма, показывающая числа протонов и нейтронов в стабильных ядрах. У ядер, следующих за висмутом ( $Z > 83$ ), из-за большого числа протонов полная стабильность оказывается вообще невозможной.

