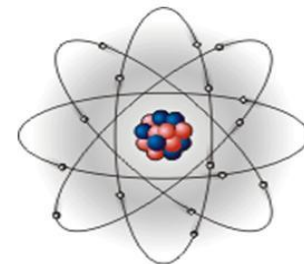
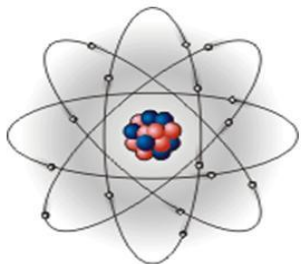
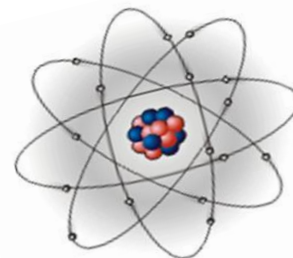
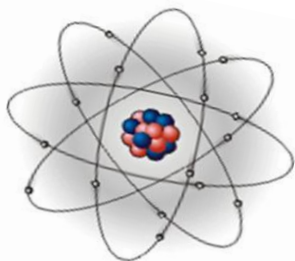
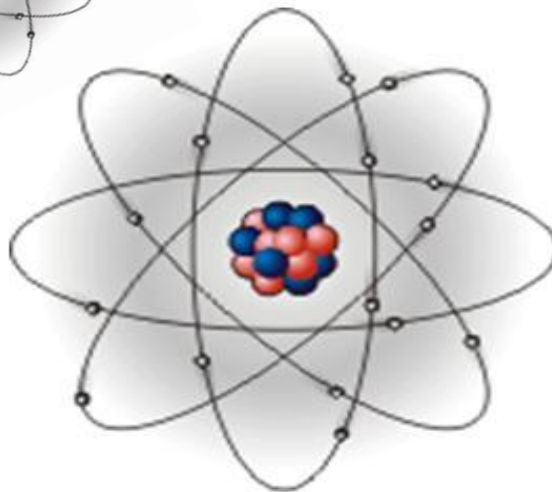
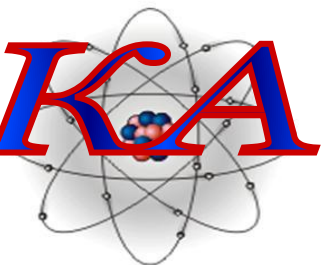
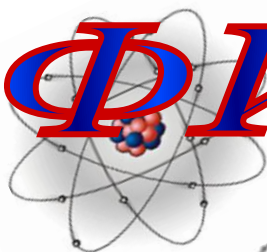
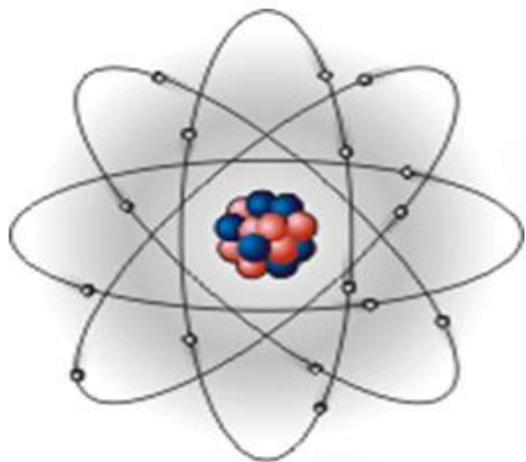
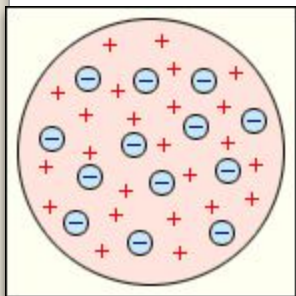


# АТОМНАЯ

# ФИЗИКА



# Модель атома Томсона



Атом представляет собой непрерывно заряженный положительным зарядом шар радиуса порядка  $10^{-10}$  м, внутри которого около своих положений равновесия колеблются электроны.

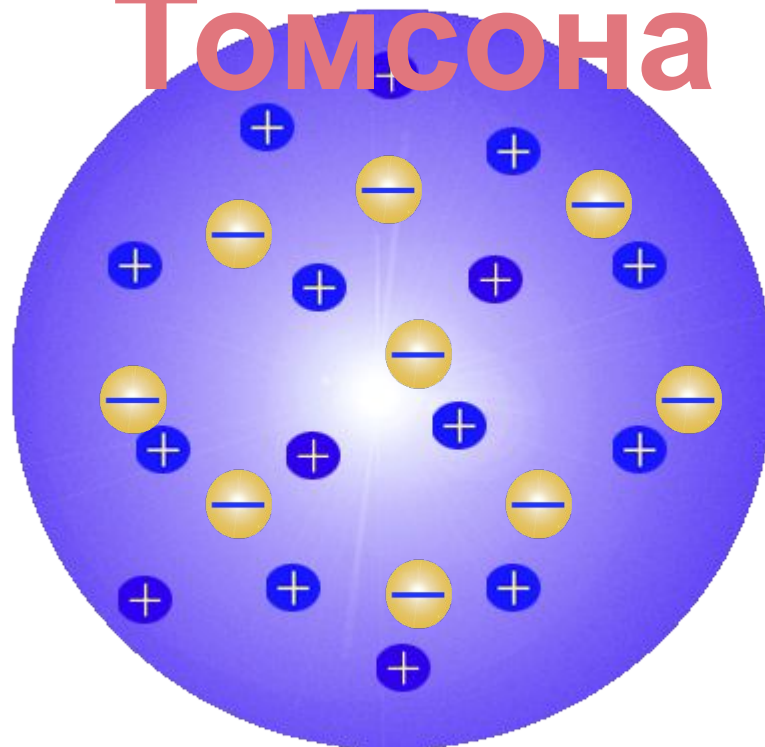
## Недостатки модели:

1. не объясняла дискретный характер излучения атома и его устойчивость;
2. не дает возможности понять, что определяет размеры атомов;
3. оказалась в полном противоречии с опытами по исследованию распределения положительного заряда в атоме (опыты, проводимые Эрнестом Резерфордом).

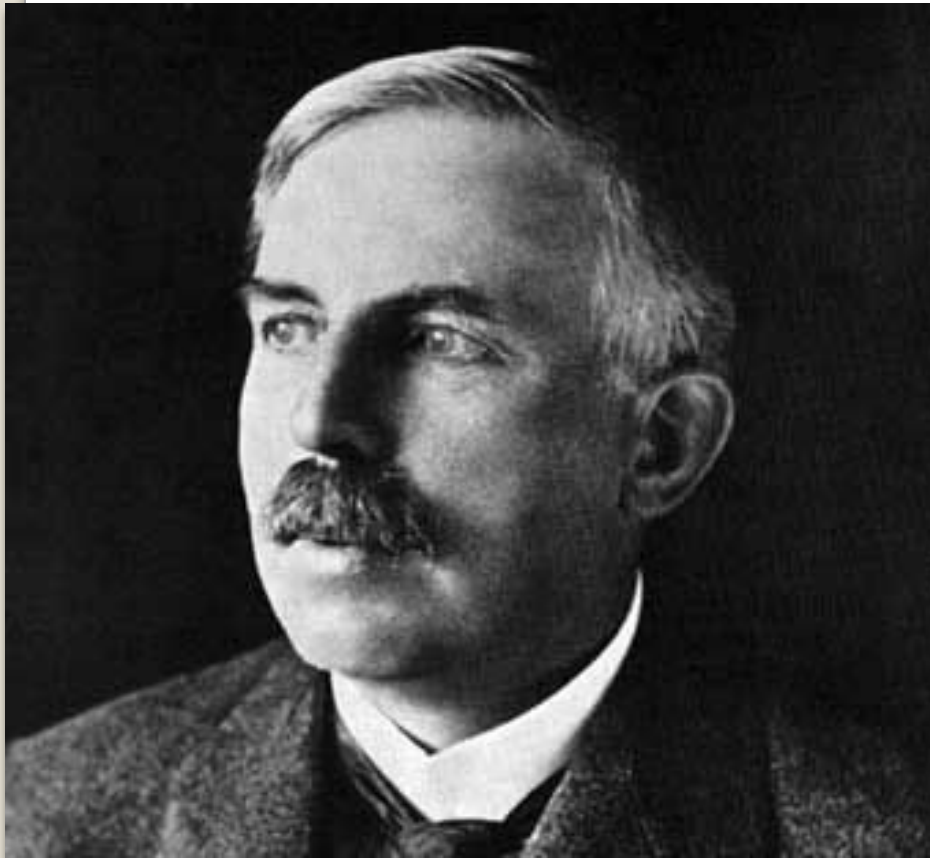


Джозеф Джон Томсон  
(1856 – 1940)

# Модель атома Томсона



# Модель атома Резерфорда



Эрнест Резерфорд  
(1871 – 1937)

Экспериментально исследовал распределение положительного заряда.

В 1906 г. зондировал атом с помощью  $\alpha$ -частиц.

# Опыт Резерфорда

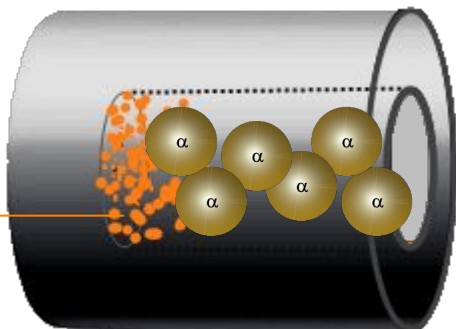
Схема опыта Резерфорда по рассеянию  $\alpha$  - частиц.



Рисунок с сайта [www.college.ru](http://www.college.ru)

# Схема опыта Резерфорда

Скорость  $\alpha$ - частиц -  $1/30$  скорости света в вакууме



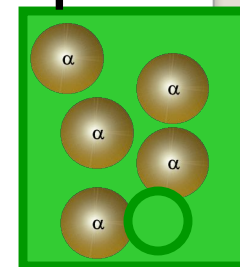
Радиоактивное  
вещество



Фольга



На  
экране

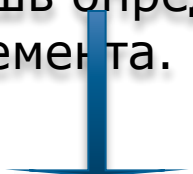


Дале  
е

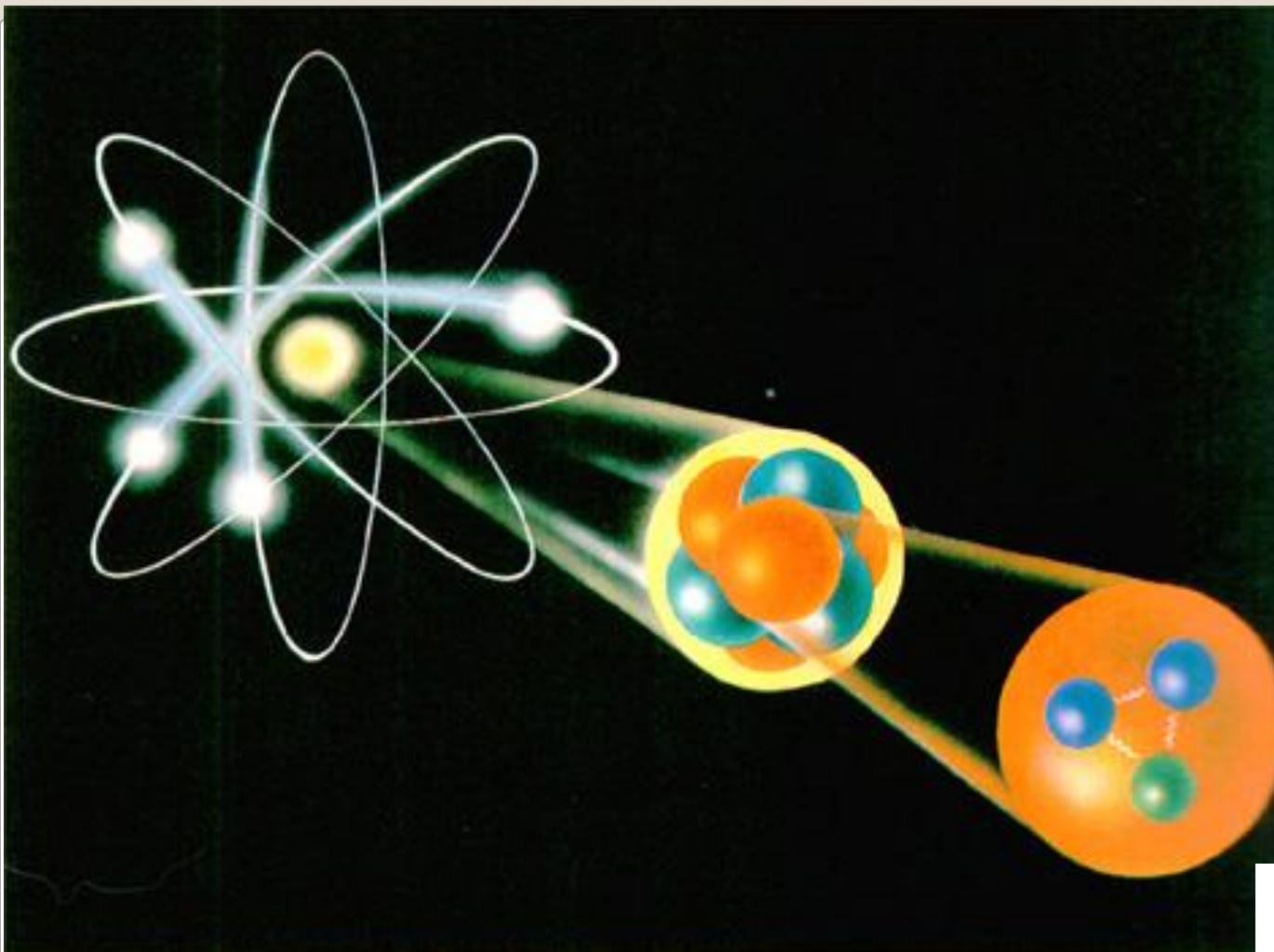


# Недостатки атома Резерфорда

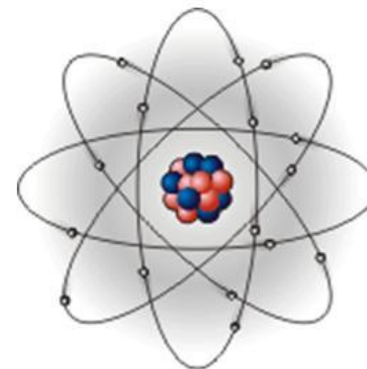
- 1. Эта модель не согласуется с наблюдаемой стабильностью атомов.** По законам классической электродинамики вращающийся вокруг ядра электрон должен **непрерывно** излучать электромагнитные волны, а поэтому терять свою энергию. В результате электроны будут приближаться к ядру и в конце концов упадут на него.
- 2. Эта модель не объясняет наблюдаемые на опыте оптические спектры атомов.** Оптические спектры атомов не непрерывны, как это следует из теории Резерфорда, а состоят из узких спектральных линий, т.е. атомы излучают и поглощают электромагнитные волны лишь определенных частот, характерных для данного химического элемента.



К явлениям атомных масштабов законы классической физики неприемлемы.



**Планетарная модель атома**





# Квантовые постулаты Бора

АТОМНАЯ ФИЗИКА

ФИЗИКА

195

## Постулаты Бора



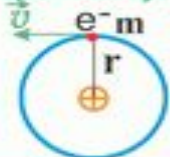
Классическая траектория  
электрона в атоме

### Первый постулат Бора



Атом может находиться не во всех состояниях, допустимых классической механикой, а только в некоторых избранных - стационарных состояниях, характеризуемых дискретными значениями энергии  $E_1, E_2, E_3, \dots$ . В этих состояниях атом не излучает.

### Второй постулат Бора (правило квантования орбит)



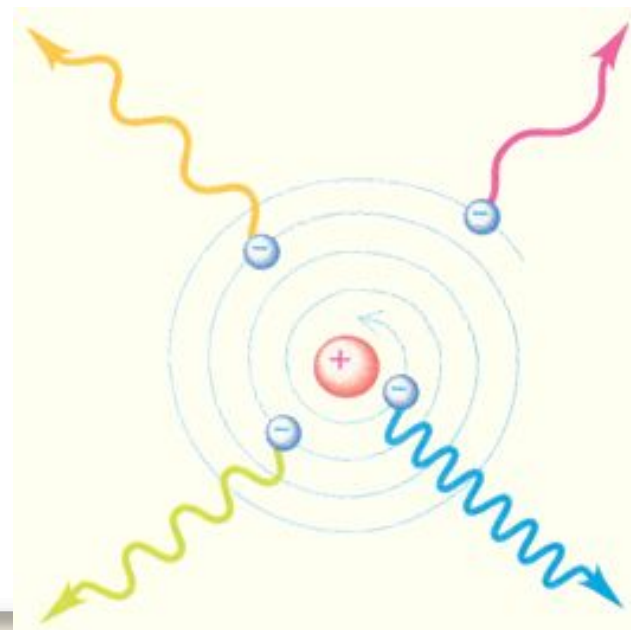
$$mvr = n\hbar \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

### Третий постулат Бора (правило частот)



$$E_n - E_m = \hbar\omega$$

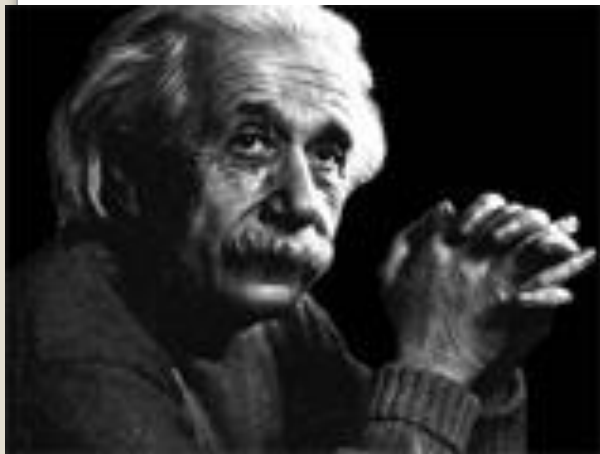
$$E_n - E_m = hv$$



# Трудности теории Бора

## **ВОЛНА** *или* **ЧАСТИЦА**

*Корпускулярные и волновые свойства частиц следует рассматривать не как взаимоисключающие, а как взаимодополняющие друг друга*

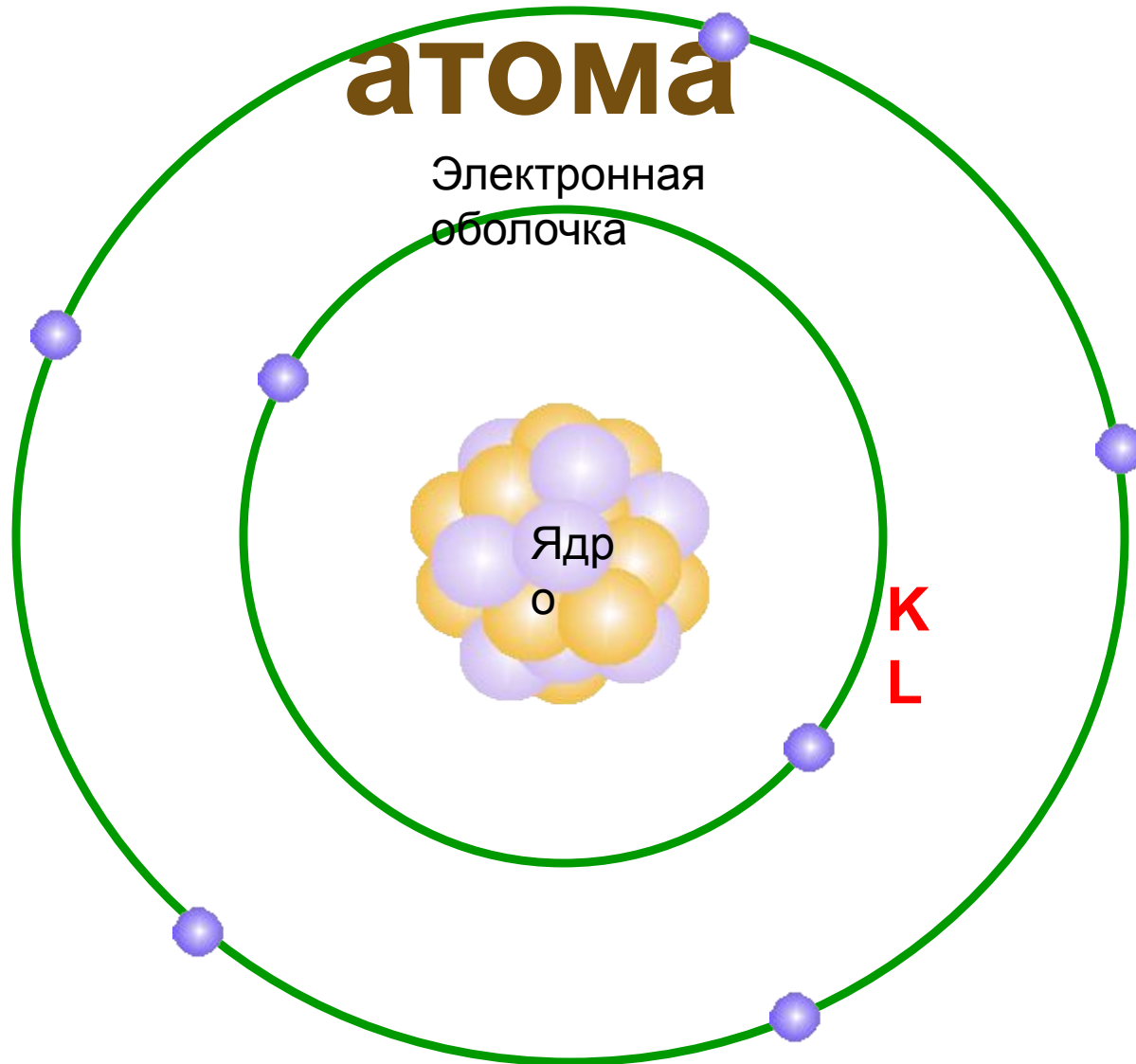


*«Наука вынуждает нас создавать новые теории. Их задача – разрушить стену противоречий, которые часто преграждают дорогу научному прогрессу. Все существенные идеи в науке родились в драматическом конфликте между реальностью и нашими попытками ее понять».*

## **КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА –**

**наука, позволяющая предсказать поведение огромного числа физических систем – от Галактик до атомов и атомных ядер**

# Строение атома



**Энергия связи атомных ядер** – та энергия, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные частицы.

Закон сохранения энергии  $\longrightarrow$  энергия связи равна той энергии, которая выделяется при образовании ядра из отдельных частиц.

Уравнение Эйнштейна между массой и энергией:

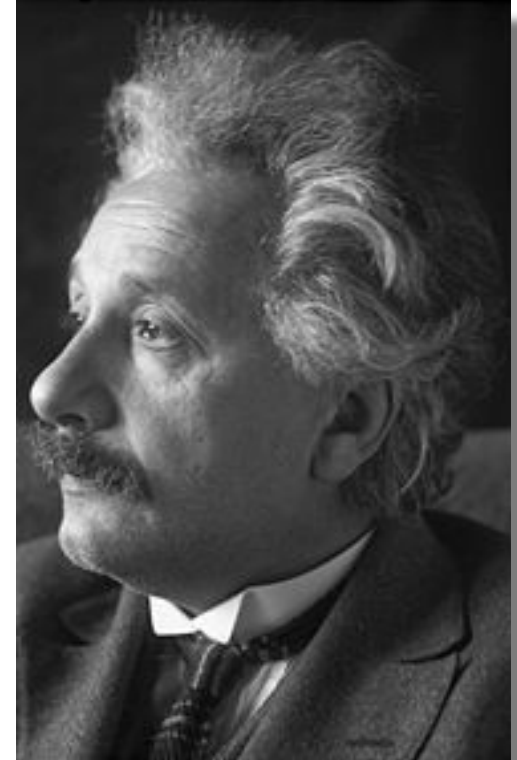
$$E = mc^2$$

Точнейшие измерения масс ядер  $\longrightarrow$  масса покоя ядра  $M_{\text{я}}$  всегда меньше суммы масс покоя слагающих его протонов и нейтронов:

$$M_{\text{я}} < Zm_p + Nm_n$$

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}} \quad \text{- дефект массы.}$$

$$\Delta M > 0$$



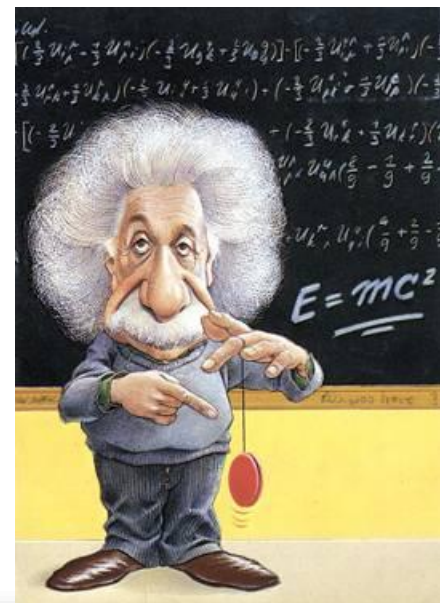
Альберт Эйнштейн  
(1879 - 1955)

Уменьшение массы при образовании ядра из частиц уменьшается энергия этой системы частиц на значение энергии связи  $\Delta E_{св}$  :

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

- ядро образуется из частиц;
- частицы за счет действия ядерных сил на малых расстояниях устремляются с огромным ускорением друг к другу;
- излучаются  $\gamma$ - кванты с энергией  $\Delta E_{св}$  и массой  $\Delta M = \frac{\Delta E_{св}}{c^2}$

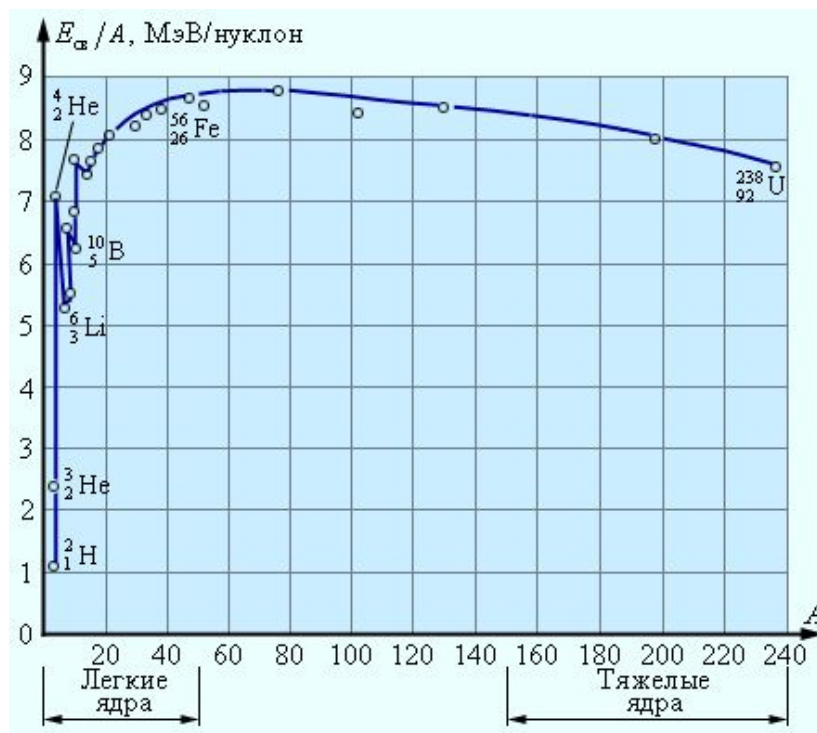
*Пример:* образование 4 г гелия сопровождается выделением такой же энергии, что и сгорание 1,5 - 2 вагонов каменного угля.



# Удельная энергия связи

- **Удельная энергия связи** – энергия связи, приходящаяся на одну ядерную частицу от массового числа  $A$ .

- Максимальную энергию связи (8,6 МэВ/нуклон) имеют элементы с массовыми числами от 50 до 60. Ядра этих элементов наиболее устойчивы.





Уменьшение удельной энергии связи у **легких** элементов объясняется **поверхностными эффектами**.

- Ядерные силы являются короткодействующими.
- Нуклоны, находящиеся на поверхности ядра, взаимодействуют с меньшим числом соседей, чем нуклоны внутри ядра.

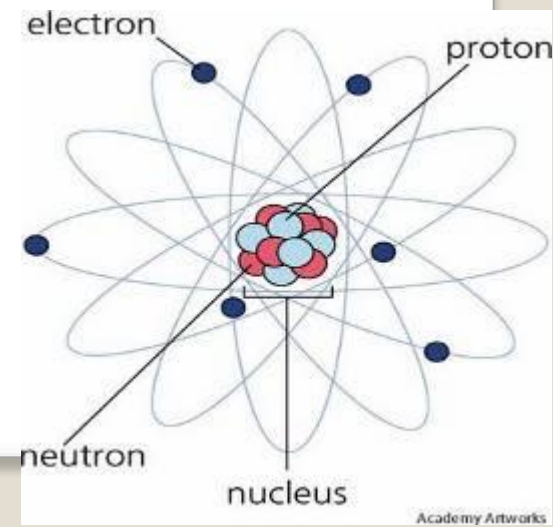
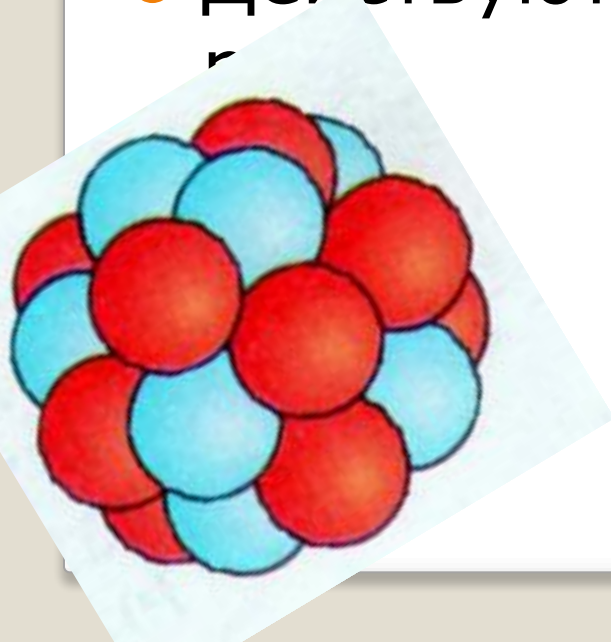


- Энергия связи нуклонов на поверхности меньше, чем у нуклонов внутри ядра.
- Чем больше ядро, тем большая часть от общего числа нуклонов оказывается на поверхности → энергия связи в среднем на один нуклон меньше у легких ядер.

У **тяжелых ядер** удельная энергия связи уменьшается за счет растущей с увеличением  $Z$  кулоновской энергии отталкивания протонов. Кулоновские силы стремятся разорвать ядро.

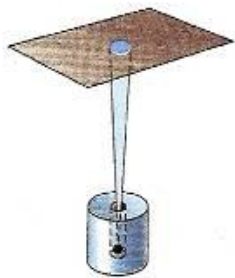
# Ядерные силы ( сильное взаимодействие) - силы, действующие между нуклонами в ядре и обеспечивающие существование устойчивых ядер

- Являются силами притяжения
- Короткодействующие ( $\sim 2 \cdot 10^{-15}$  м)
- Действуют одинаково между p-p p-n

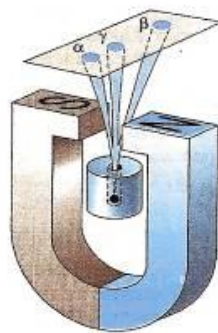


# Радиоактивность - доказательство сложного строения атомов.

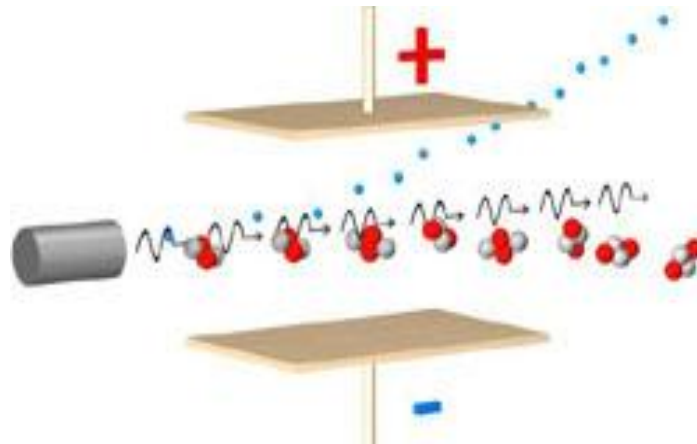
- Эрнест Резерфорд



a)



б)



# Радиоактивные превращения

- **Фредерик Содди** 1903г. (до открытия атомного ядра)

- **Правило смещения**

