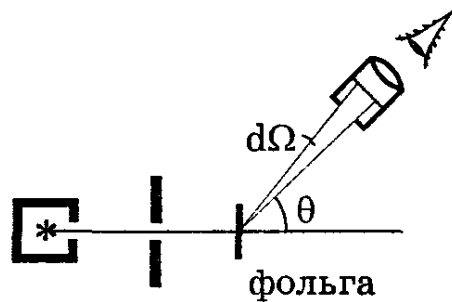
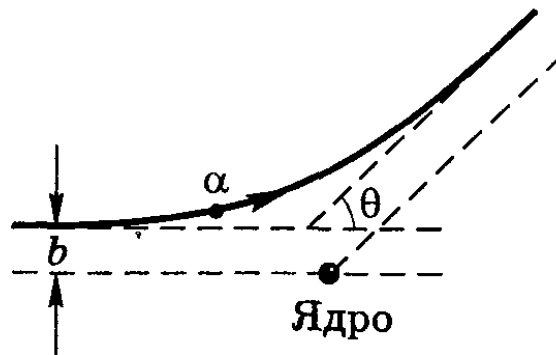


Модель атома Резерфорда.

Экспериментальное доказательство существования атомного ядра (1911)



$$\frac{dN}{N} = n \left(\frac{qq_0}{4K} \right)^2 \frac{d\Omega}{\sin^4(\theta/2)}$$

формула Резерфорда

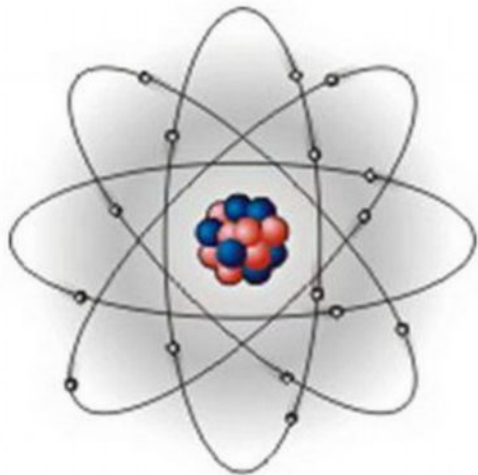
$$dN \cdot \sin^4(\theta/2) = \text{const.}$$

Проблема стабильности и размера атомов



Эрнест Резерфорд
1871-1937

Директор Кавендишской лаборатории (с 1919). Открыл (1899) альфа-лучи, бета-лучи и установил их природу. Создал (1903, совместно с Фредериком Содди) теорию радиоактивности. Предложил (1911) планетарную модель атома. Осуществил (1919) первую искусственную ядерную реакцию. Предсказал (1921) существование нейтрона. Нобелевская премия (1908).



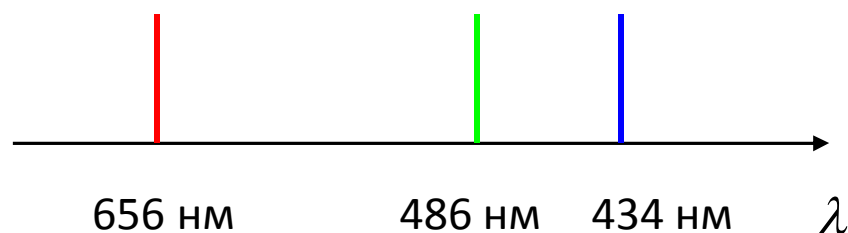
Радиационная неустойчивость модели атома Резерфорда

$$P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2e^2}{3c^3} a^2$$

$$\tau \approx 10^{-11} \text{ c}$$

Дискретность атомных спектральных линий (Бальмер, 1885).

Спектр атомарного водорода



$$\omega = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 3, 4, \dots \quad \text{Формула (серия) Бальмера}$$

$$R = 2.07 \cdot 10^{16} \text{сек}^{-1} \quad \text{постоянная Ридберга}$$

Обобщенная формула Бальмера

$$\omega = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 2, 3, \dots \quad \text{УФ серия Лаймана}$$

$$\omega = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 4, 5, \dots \quad \text{ИК серия Пашена}$$

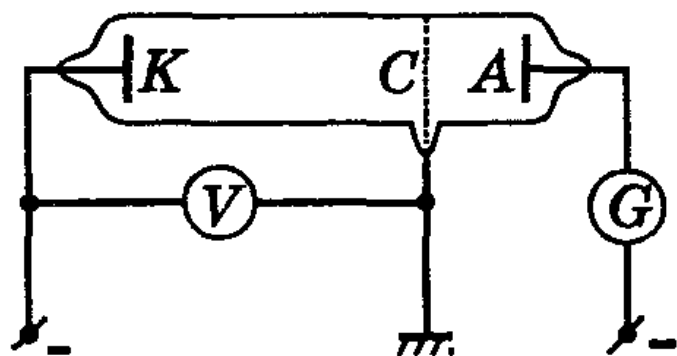
$$\omega = R \left(\frac{1}{n_0^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n_0 = 1, 2, 3, \dots, \quad n = n_0 + 1, n_0 + 2, \dots$$

Постулаты Бора (1913).

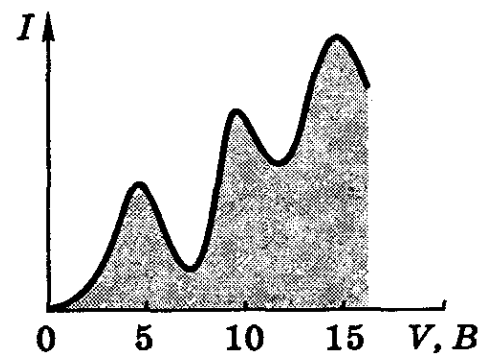
- 1) Атом может находиться в определенных *стационарных состояниях*, которые характеризуются дискретными уровнями энергии W_1, W_2, \dots . В этих состояниях атом не излучает и не поглощает энергию.
- 2) При переходе атома из одного стационарного состояния в другое он излучает (поглощает) квант света (фотон) с энергией

$$\hbar\omega = W_2 - W_1$$

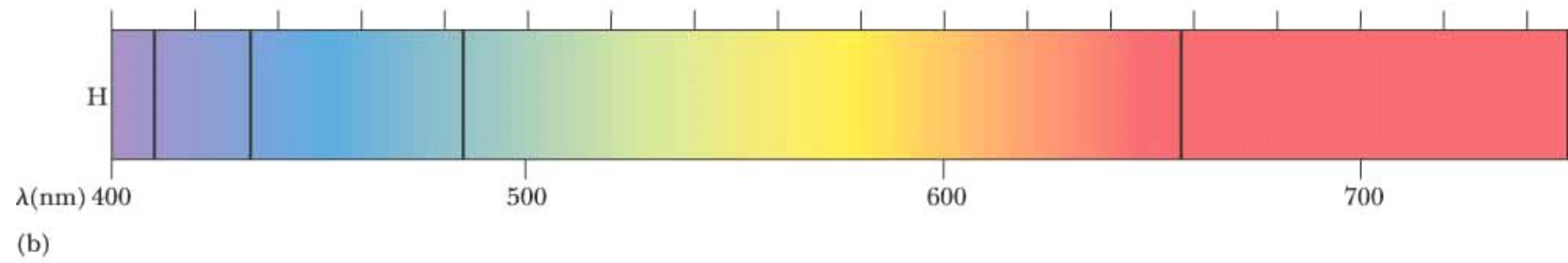
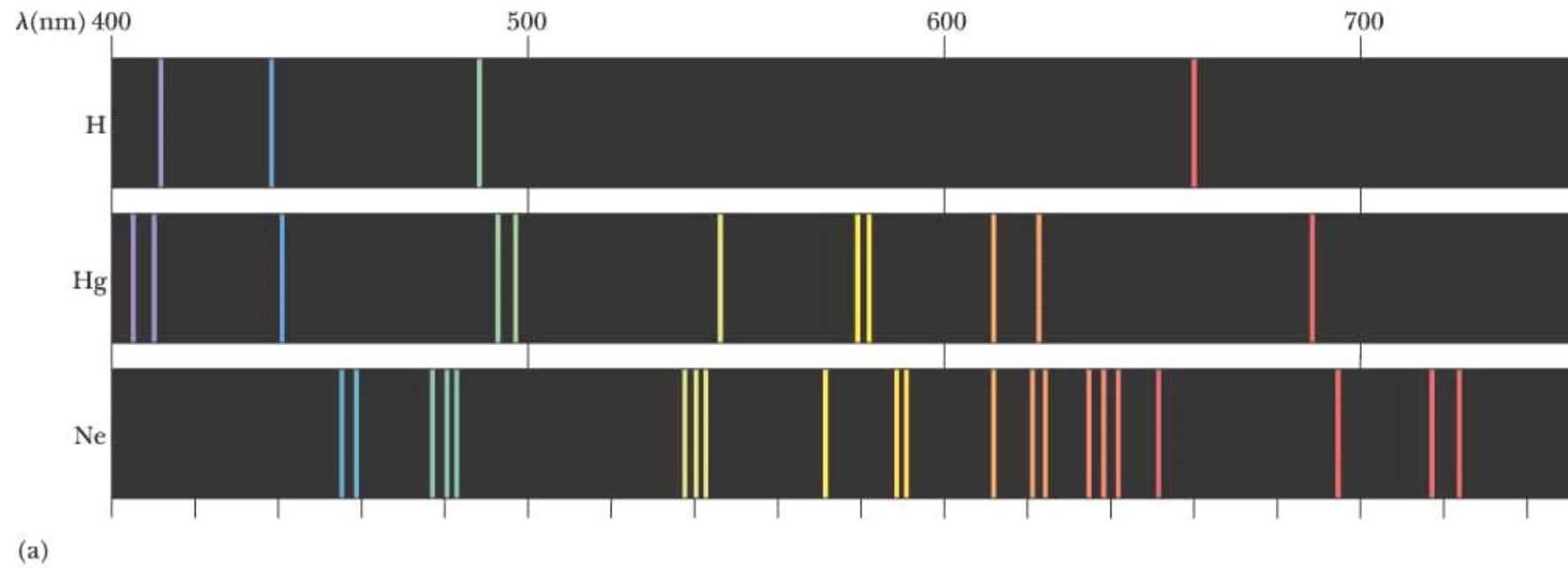
Эксперименты Франка и Герца (1913)



Пары Hg 1 мм рт. ст.



4.9эВ $\lambda=2536\text{\AA}$



Принцип соответствия

$$E_{\text{кин}} = \frac{1}{2}mv^2 = \alpha n\hbar\omega$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi v}{2\pi r}$$

Правило квантования Бора

$$M_z = rp = n\hbar$$

Боровский радиус орбиты и энергия электрона водородоподобных систем (H, He⁺, Li⁺⁺ ...)

Ze - заряд ядра, $m \frac{v^2}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Ze^2}{r^2}$ - уравнение движения

$E = E_{кин} + U = \frac{mv^2}{2} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Ze^2}{r} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Ze^2}{2r}$ - энергия электрона

Из правила квантования $M_z = pr = mvr = n\hbar \Rightarrow v = \frac{n\hbar}{rm}$

$r_n = 4\pi\epsilon_0 \frac{\hbar^2}{me^2} \frac{n^2}{Z}$, $r_1(Z=1) \approx 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ м} = 0,53 \text{ \AA}$

$E_n = -\frac{1}{(4\pi\epsilon_0)^2} \frac{me^4}{2\hbar^2} \frac{Z^2}{n^2} \Rightarrow E_1(Z=1) = -13,6 \text{ эВ}$

Спектральные серии водородоподобных систем (H, He⁺, Li⁺⁺ ...)

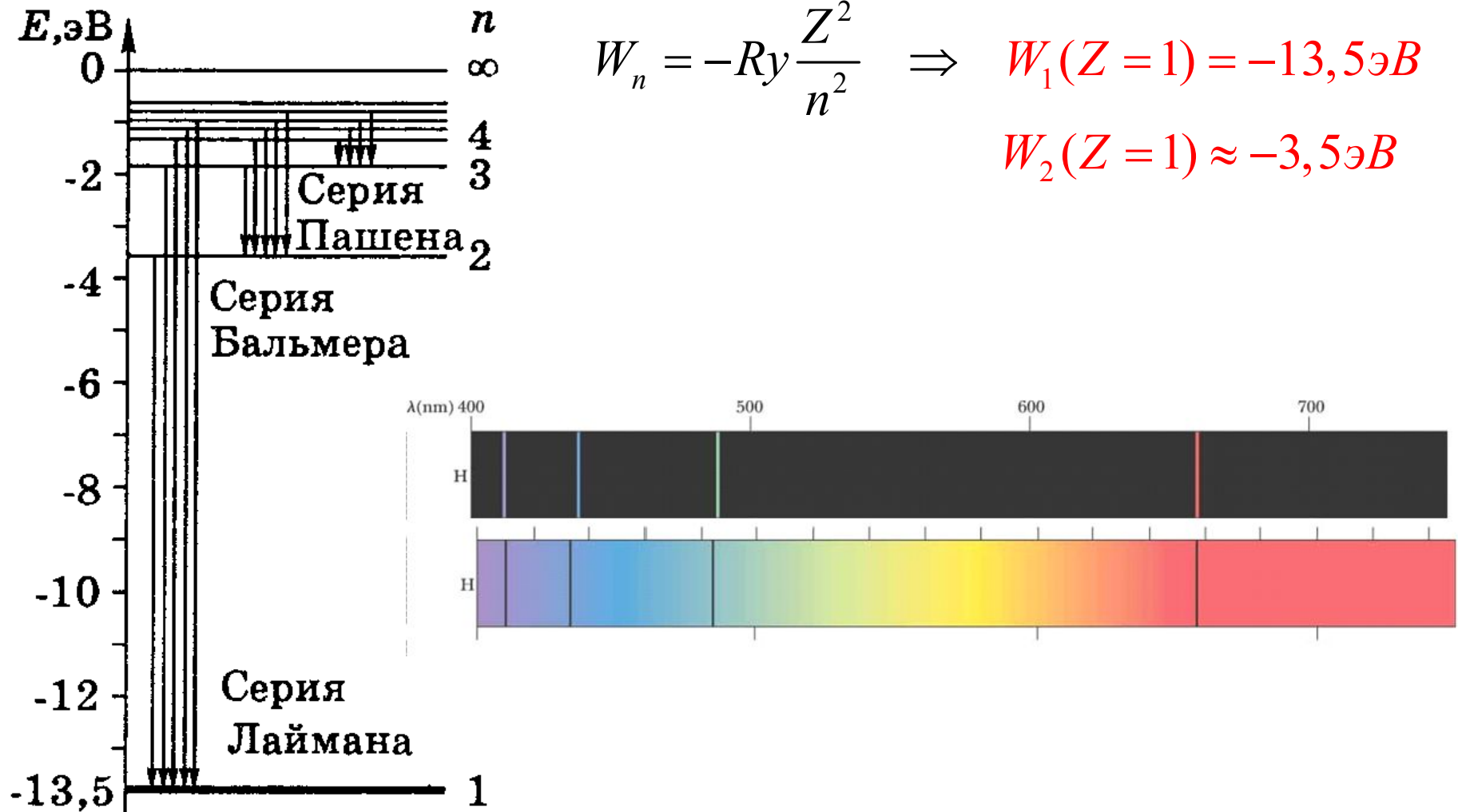
Обобщенная формула Бальмера

$$\hbar\omega = E_2 - E_1 = \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)^2} \frac{me^4 Z^2}{2\hbar^2} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = Z^2 Ry \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$Ry = \frac{1}{(4\pi\epsilon_0)^2} \frac{me^4}{2\hbar^2} = 13.6 \text{ эВ} \quad E_{\text{связи}} = E_{\text{ионизации}} = Z^2 Ry$$

$$\mu = \frac{mM}{M+m} \quad Ry\left(\frac{m}{M}\right) = \frac{Ry}{1 + \frac{m}{M}}$$

Спектр атома H



Правило квантования Бора.

В атоме водорода электрон движется по круговым орбитам, для которых его момент импульса равен $L = n\hbar$, $n = 1, 2, 3, \dots$

$$L = r_n p = n\hbar \Rightarrow 2\pi r_n = n\lambda$$

Длины орбит кратны длине волны

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{2\pi\hbar}{p}$$

