

# Корпускулярно волновой дуализм. Теория атома водорода. Постулаты Бора

Для ЭМ-волн характерно проявление двойственной природы: при распространении ЭМВ проявляют волновые свойства (дифракция, интерференция, отражение), а при взаимодействии с веществом ведут себя как частицы (корпускулы-лат.)-фотоэффект, давление света. Поэтому принято считать, что для объектов микромира характерно проявление **корпускулярно-волнового дуализма.** (к-в-д)

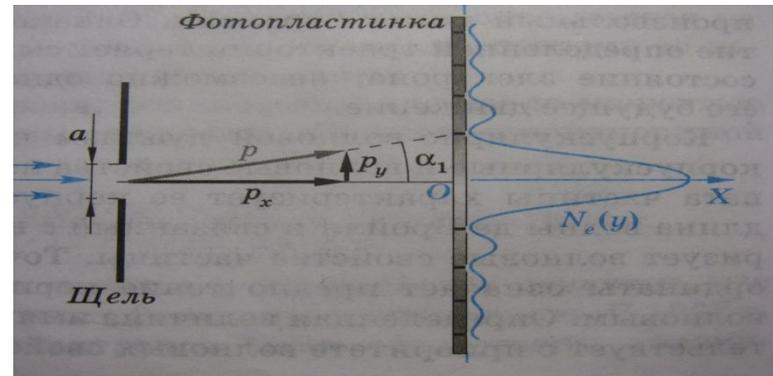
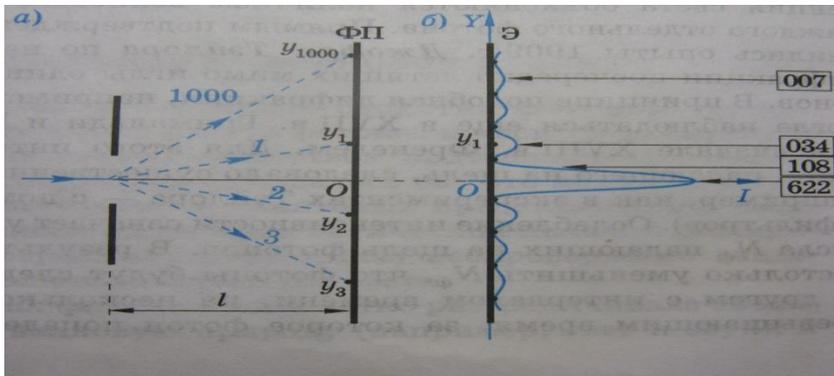
### Доказательство:

**Дж. Томсон:** дифракция электронов на золотой пластине  $\lambda_e = \lambda_b$

**Фабрикант:** Дифракция электронов на щели при малой интенсивности носит статистический вероятностный характер

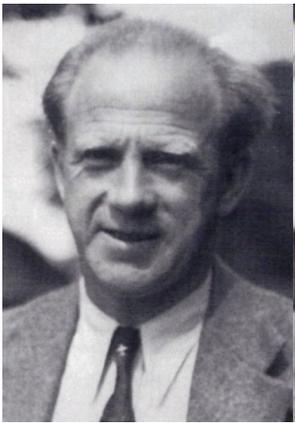
**Гипотеза Луи де-Бройля:** для любой микрочастицы характерно проявление К-В-Д свойств

$$p = \frac{p}{\lambda_{\sigma}} \Rightarrow \lambda_B = \frac{h}{p}$$



По **классической механике**, если известны  $v_0$  и  $x_0$  для микрочастицы, то найдётся  $v$  и  $x$ , траектория. По **квантово-волновой теории** света невозможно зная  $v_0$  и  $x_0$  точно найти  $v$  и  $x$ , так как движение микрочастицы носит вероятностный характер. Неточность одновременного определения волновых и квантовых параметров любой микрочастицы справедливо записать в виде **соотношения неопределённостей Гейзенберга** : 1) - *произведение неопределённости координаты частицы на неопределённость её импульса не меньше постоянной Планка.*

$$\Delta y \Delta p \geq h$$



Нобелевский лауреат, один из руководителей германского "Уранового проекта" Вернер Гейзенберг, мечтавший о появлении на свет «арийской атомной бомбы», открывший свой знаменитый Принцип неопределенности, из которого получалось, что мир принципиально непредсказуем, стало быть, никакой предопределенности в нем нет.

**2) произведение неопределённости энергии частицы на интервал времени определения  $E$  не меньше постоянной Планка.**

Например, если  $\Delta t \rightarrow 0$ , то  $\Delta E \rightarrow \infty$ . Аналогично,  $\Delta p \rightarrow 0$ , то  $\Delta y \rightarrow \infty$  такая погрешность координаты означает, что точно определён импульс протяжённой волны.

$$\Delta y \Delta p \geq h$$

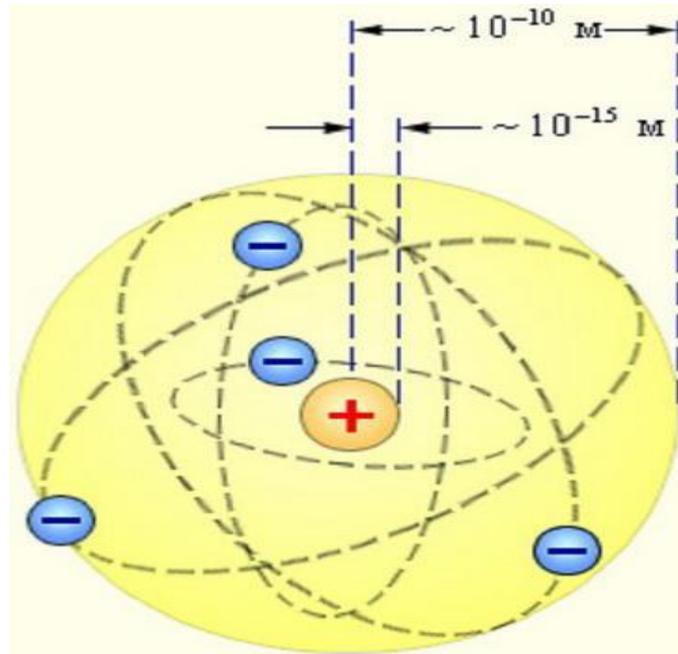
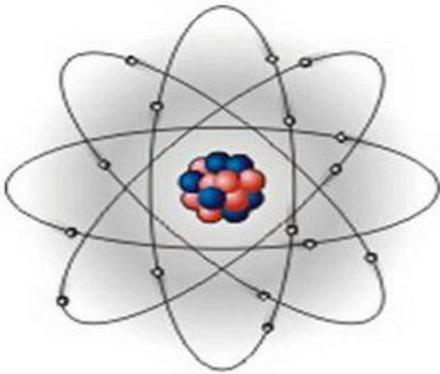
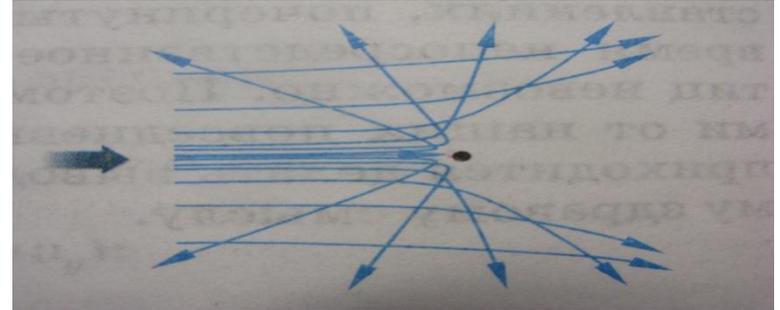
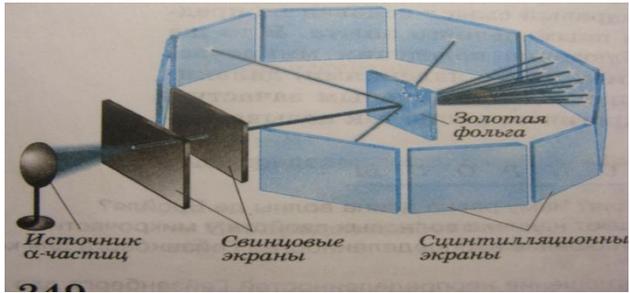


$$\Delta E \Delta t \geq h$$

# Опыт Резерфорда - планетарная модель атома

Потенциальная энергия взаимодействия частиц с ядром

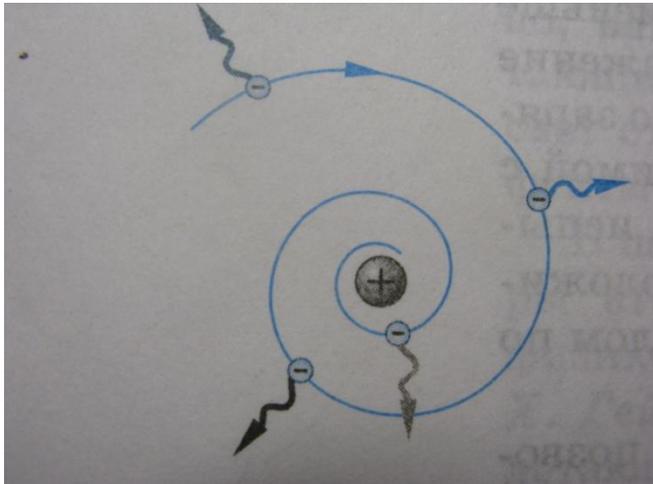
$$E_k = k \frac{Ze2e}{r} \Rightarrow r = R_{y\ddot{a}} \approx 2.3 \cdot 10^{-14} \text{ м}$$



Планетарная модель не позволяет объяснить устойчивость атома – ведь электроны двигаясь по круговой орбите с центростремительным ускорением излучают энергию .

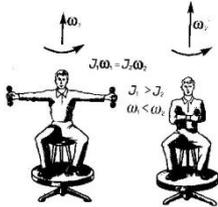
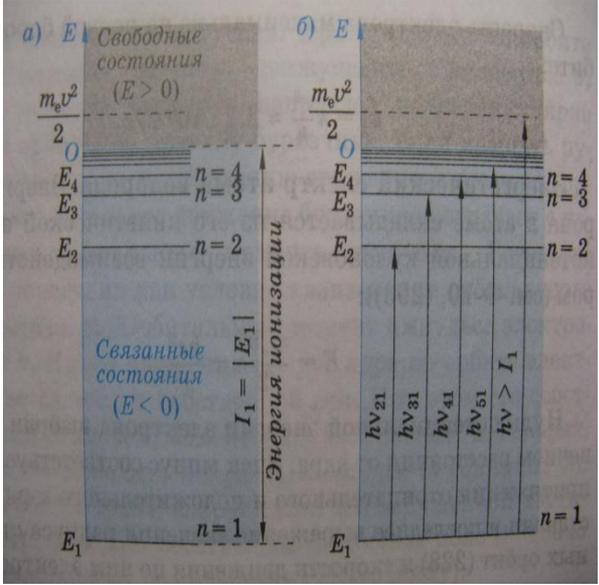
Энергетическая катастрофа → **Постулаты Нильса Бора:**

*1) Существуют особые стационарные орбиты , двигаясь по которым электрон не излучает ЭМВ*



*датский физик,  
лауреат Нобелевской премии,  
«ОТЕЦ» ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ. В 1920 году Бор  
основал Институт теоретической  
физики в Копенгагене и руководил этим  
институтом до конца своей жизни*

**Дискретные значения принимает не только энергия фотонов, но и энергия электронов, их радиус орбит, скорость движения по орбите. Квантуется даже момент импульса электронов.**

<b>Квантование орбит</b>	<b>Квантование моментов импульса электрона</b>	<b>Квантование энергии</b>
<p>Для плавного замыкания симметричной кривой по орбите: на длине окружности каждой стационарной орбиты укладывается число <math>n</math> длин волн</p> $\lambda_A = \frac{h}{m_e v_e} \text{ и } \lambda_B = \frac{h}{m_e v_e} : (1) \rightarrow \begin{cases} \frac{2\pi R}{\lambda_B} = n, n \in \mathbb{Z}, \\ \lambda_B = \frac{h}{m_e v_e} \end{cases} \Rightarrow \frac{2\pi R}{h/m_e v_e} = n$ $(2) \rightarrow \begin{cases} \frac{mv^2}{r} = \frac{ke^2}{2} \\ mvR = n\hbar \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R = \frac{ke^2}{mv^2}, \\ mv \frac{ke^2}{mv^2} = n\hbar \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R = \frac{ke^2}{m \frac{k^2 e^4}{n^2 \hbar^2}}, \\ v = \frac{ke^2}{n\hbar}. \end{cases}$ $(3) \Rightarrow \begin{cases} R_e = \frac{n^2 \hbar^2}{m_e k e^2} = 0.53 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \text{ а } \tilde{\nu}_e \text{ } _n = 1 \\ v = \frac{ke^2}{n\hbar} = 2.2 \cdot 10^6 \text{ м/с} / \tilde{\nu}_e, \text{ а } \tilde{\nu}_e \text{ } _n = 1 \end{cases}$	<p>Из (1) следует, что</p> $m_e v_e R_e = \frac{nh}{2\pi}$ $L_e = \hbar n,$ $L_{e_s} = \frac{\hbar}{2}$ 	<p>Энергия электрона в атоме по ЗСЭ:</p> $E = E_k + E_p \quad E = \frac{m_e v^2}{2} - \frac{ke^2}{R_e}$ $E_n = -\frac{k^2 m_e e^4}{2 \hbar^2} \cdot \frac{1}{n^2}$ 

**2) постулат Бора:** излучение света атомом происходит при переходе атома из стационарного состояния с большей энергией  $E_k$  в состояние с меньшей энергией  $E_n$ . Энергия излучённого фотона равна разности энергий:

$$2\pi\hbar\nu = E_k - E_n$$

Выразим частоту:

$$\nu_{kn} = \frac{k^2 m_e e^4}{4\pi\hbar^3} \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

$$\nu_{kn} = R \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad , \text{ где } R = 3.29 \cdot 10^{15} \text{ Гц наз-ют постоянной Ридберга.}$$

