

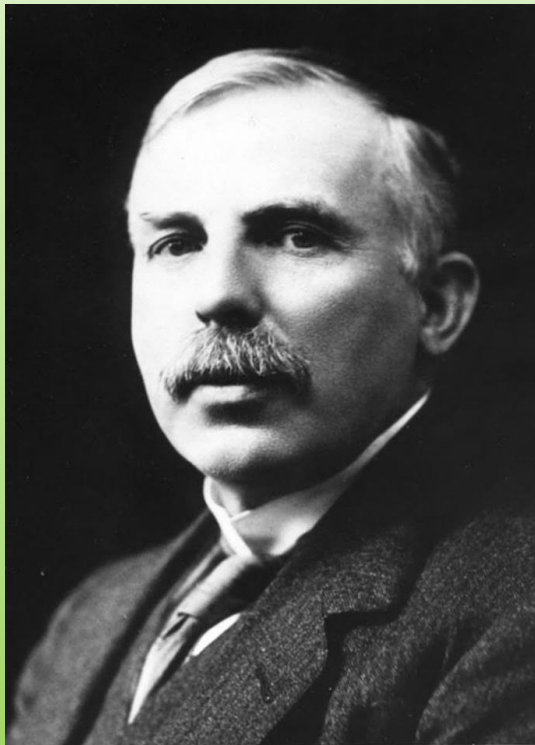


**Урок физики 2 курс (2 семестр)**

**Тема № 14.            Квантовые постулаты Бора.  
Модель атома водорода по Бору.**

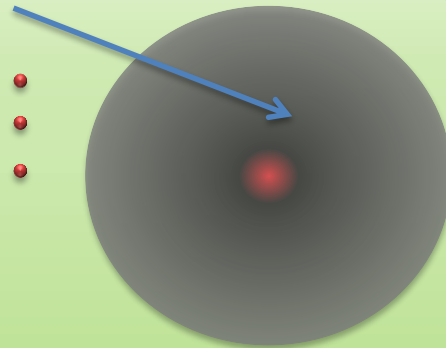


**Преподаватель к.ф-м. наук: Мирахмедова Нигора Миркамаловна**



Эрнест Резерфорд

Ядро

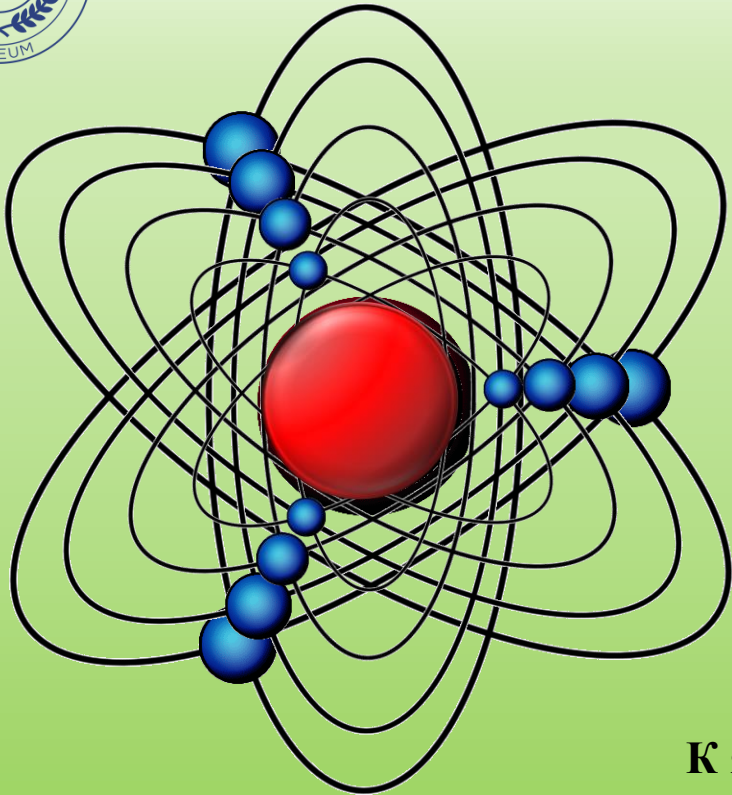


ТИАМЕ

**Атомное ядро** — тело малых размеров, в котором сконцентрированы почти вся масса и весь положительный заряд атома.

**Диаметр ядра:**  $\sim 10^{-14}$  —  $10^{-15}$  м.

**Диаметр атома:**  $\sim 10^{-10}$  м.



Поскольку любое криволинейное движение является ускоренным, скорость электронов постоянно меняется.

Исходя из законов электродинамики Максвелла, при этом электроны должны испускать электромагнитные волны, а, значит, — терять энергию.

В этом случае, расчеты, основанные на классической механике Ньютона говорят о том, что атомы очень неустойчивы.

**К явлениям, происходящим внутри атомов, необходимо применять квантовую механику.**

# Постулаты Бора

## Первый постулат Бора

Существуют особые, стационарные состояния атома, находясь в которых, атом не излучает энергию, при этом, электроны в атоме движутся с ускорением.

## Второй постулат Бора

Излучение света происходит при переходе атома из стационарного состояния с большей энергией в стационарное состояние с меньшей энергией. Энергия излученного фотона равна разности энергий стационарных состояний:

$$h\nu_{kn} = E_k - E_n$$

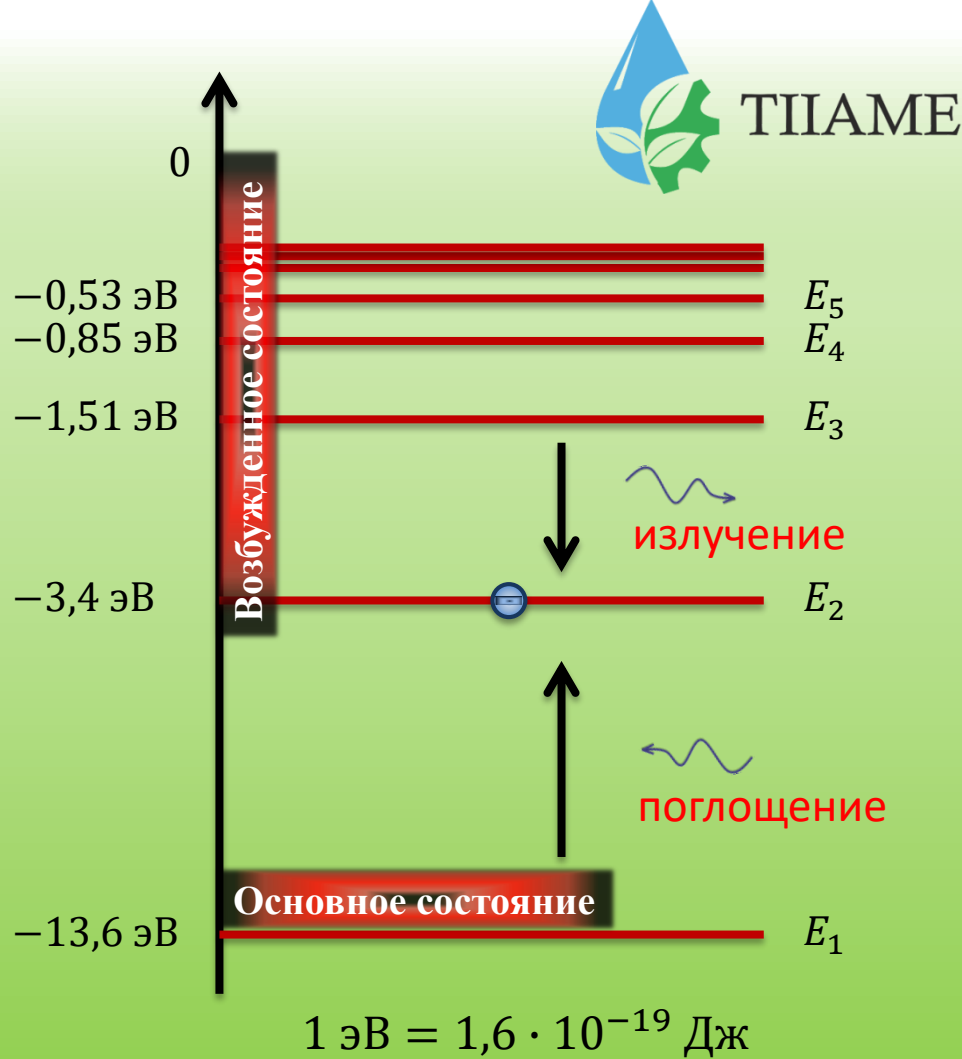
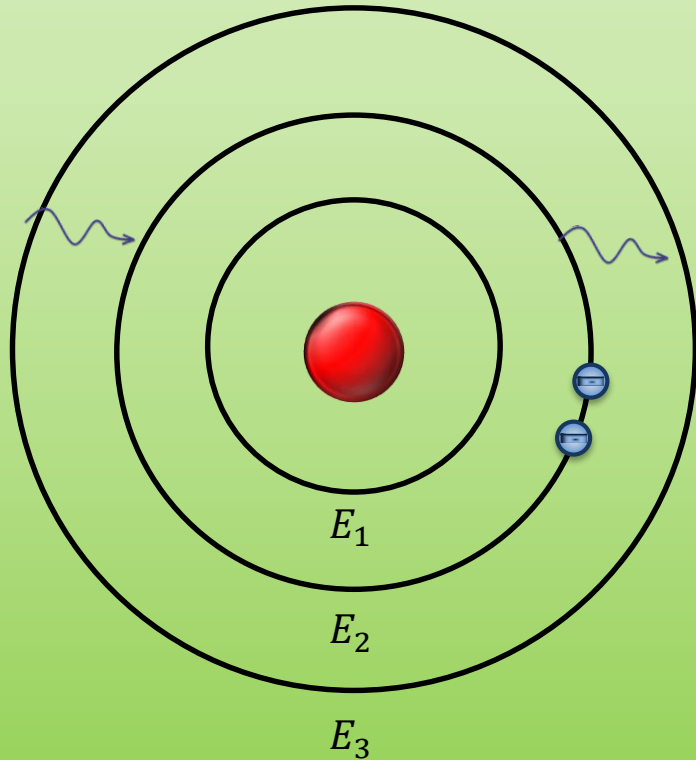
$$\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h}$$



Нильс Бор



$$h\nu_{kn} = E_k - E_n \quad \text{излучение}$$





Нильс Бор

## Третий постулат Бора

Стационарные электронные орбиты можно найти из следующего условия:

$$m_e v_n l_n = n h \qquad 2\pi m_e v_n R_n = n h$$

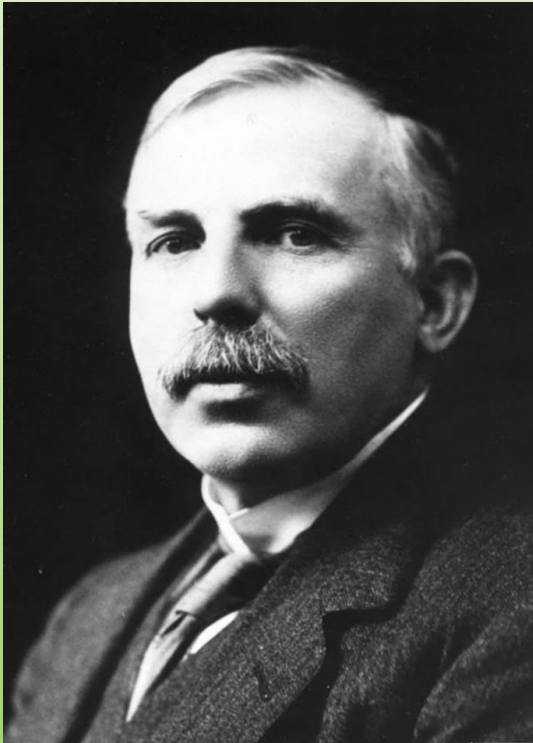
$$m_e v_n R_n = n \frac{h}{2\pi}$$

$\hbar$  — квантовая постоянная Планка,

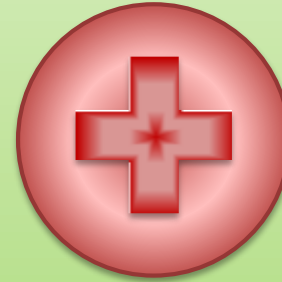
$v_n$  — скорость электрона на данной орбите,

$R_n$  — радиус данной орбиты,

$n$  — номер орбиты.



Эрнест Резерфорд



Ядро атома водорода (**протон**):

$$q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$



Нильс Бор

Для водорода:

$$v_1 = \frac{ke^2}{\hbar} = 2,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$$

$$R_1 = \frac{\hbar^2}{m_e ke^2} = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

Энергия электрона в атоме водорода

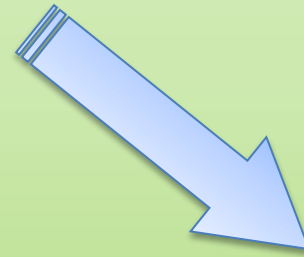
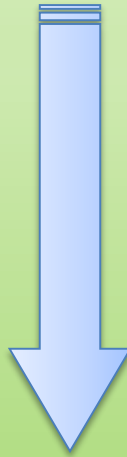
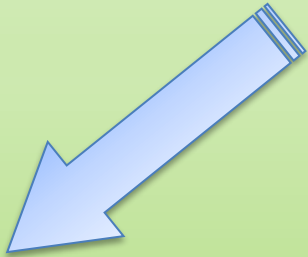
$$E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{k^2 m_e e^4}{2\hbar^2}$$





ТИАМЕ

# Трудности теории Бора



Применима только  
к атому водорода

Наполовину основана  
на классической физике

Правило квантования во  
многих случаях неприменимо



**Задача 1.** Определите частоту волны света, испускаемого атомом водорода при его переходе с пятого энергетического уровня на третий энергетический уровень.



ТИАМЕ

**Дано:**

$$k = 5$$

$$n = 3$$

$$\nu = ?$$

**Решение:**

Воспользуемся вторым постулатом Бора:

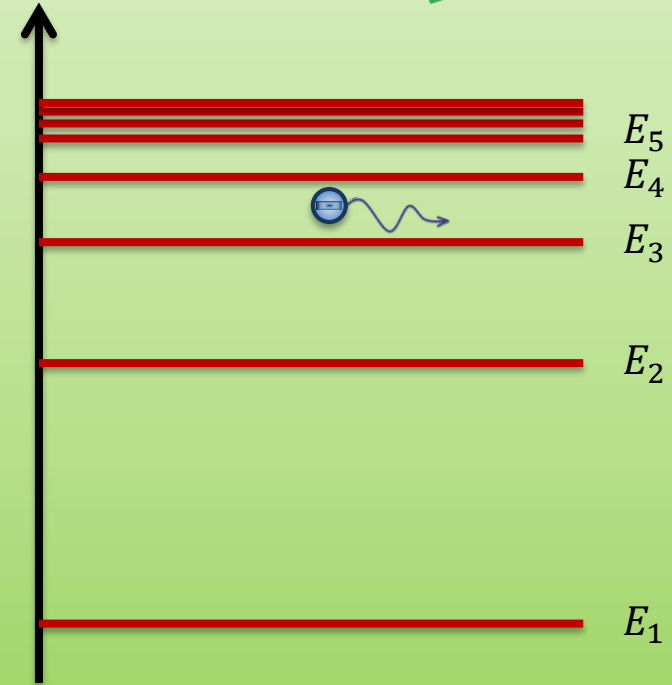
$$h\nu_{kn} = E_k - E_n \Rightarrow \nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h}$$

Энергия электрона на  $n$ -ом уровне:

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{k_3^2 m_e e^4}{2\hbar^2}$$

$$\nu_{kn} = -\frac{k_3^2 m_e e^4}{2\hbar^2 h} \left( \frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\nu_{53} = -\frac{(9 \cdot 10^9)^2 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^4}{2(1,05 \cdot 10^{-34})^2 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34}} \cdot \left( \frac{1}{5^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 2,35 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$





**Задача 2.** Найдите силу тока, который вызывает электрон, двигаясь в атоме водорода, находящемся в основном состоянии.



TIAME

**Дано:**

$$R_1 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

$$v_1 = 2,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$$

$$n = 1 \quad I = ?$$

**Решение:**

$$\text{Сила тока: } I = \frac{q}{t}$$

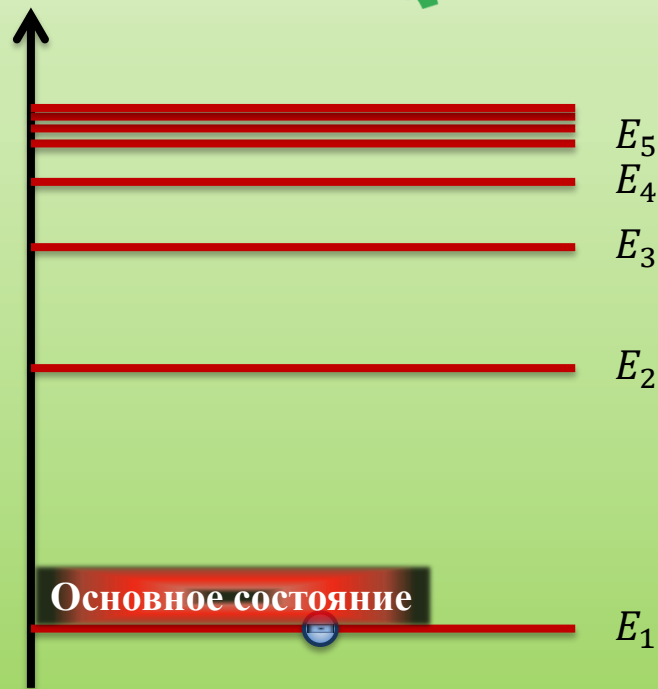
$$q = e; \quad t = T$$

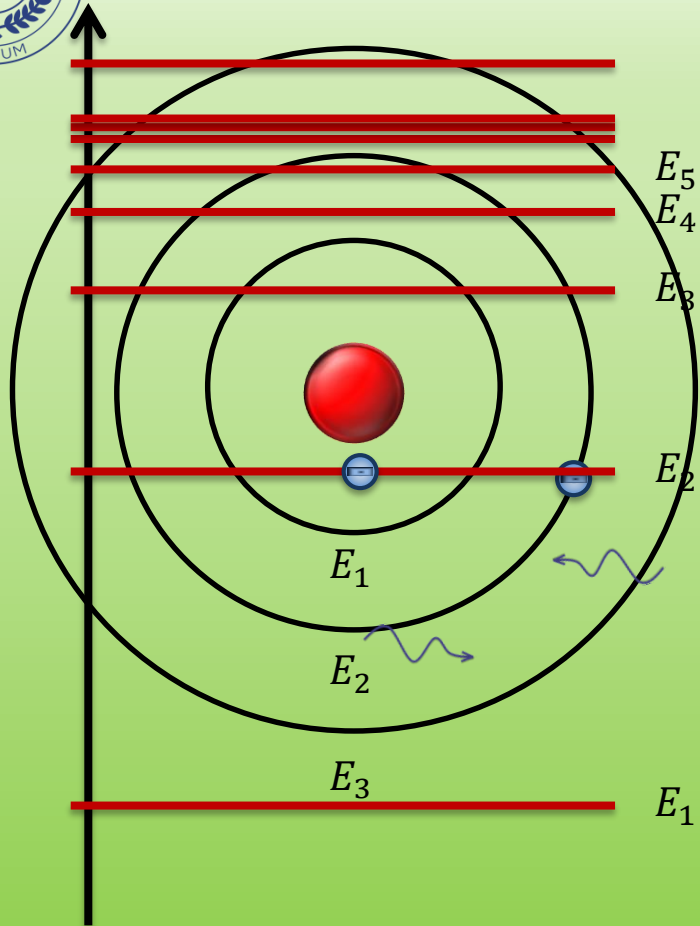
Период обращения электрона по круговой орбите:

$$T = \frac{2\pi R_1}{v_1}$$

$$\text{Сила тока: } I = \frac{e}{T} = \frac{ev_1}{2\pi R_1}$$

$$I = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,2 \cdot 10^6}{2\pi \cdot 0,53 \cdot 10^{-10}} = 1,06 \cdot 10^{-3} \text{ А} = 1,06 \text{ мА}$$





**Первый постулат Бора:** существуют особые, стационарные состояния атома, находясь в которых, атом не излучает энергию, при этом, электроны в атоме движутся с ускорением.

**Второй постулат Бора:** Излучение света происходит при переходе атома из стационарного состояния с большей энергией в стационарное состояние с меньшей энергией. Энергия излученного фотона равна разности энергий стационарных состояний:

$$h\nu_{kn} = E_k - E_n$$



# Главные выводы



**Энергия электрона в атоме водорода:**

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{k^2 m_e e^4}{2 \hbar^2}$$

**Радиус  $n$ -ой орбиты электрона:**

$$R_n = \frac{n^2}{Z} \cdot \frac{\hbar^2}{m_e k e^2}$$

**Скорость электрона на  $n$ -ой орбите:**

$$v_n = \frac{Z}{n} \cdot \frac{k e^2}{\hbar}$$



***Благодарю за внимание***