


Постулати Бора. Модель атома кисеню по Бору.



Постулати Бора.

Перший постулат Бора:

атомна система може знаходитись тільки в особливих стаціонарних, або квантових, станах, кожному з яких відповідає певна енергія E_n . В стаціонарному стані атом не випромінює.



Нільс Бор
1885-1962

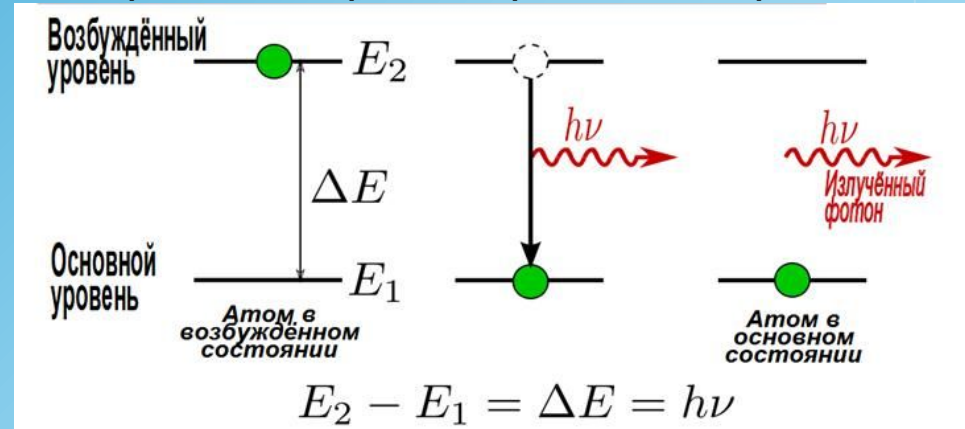
Постулат знаходиться в протиріччі з класичною механікою (Енергія рухомих електронів може бути будь-який), з електродинаміки Максвелла, тому що допускає можливість прискореного руху без випромінювання електромагнітних хвиль.

Другий постулат Бора: випромінювання світла відбувається при переході атома зі стаціонарного стану з більшою енергією E_k в стаціонарний стан з меншою енергією E_n . Енергія випроміненого фотона дорівнює різниці енергій стаціонарних станів.

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

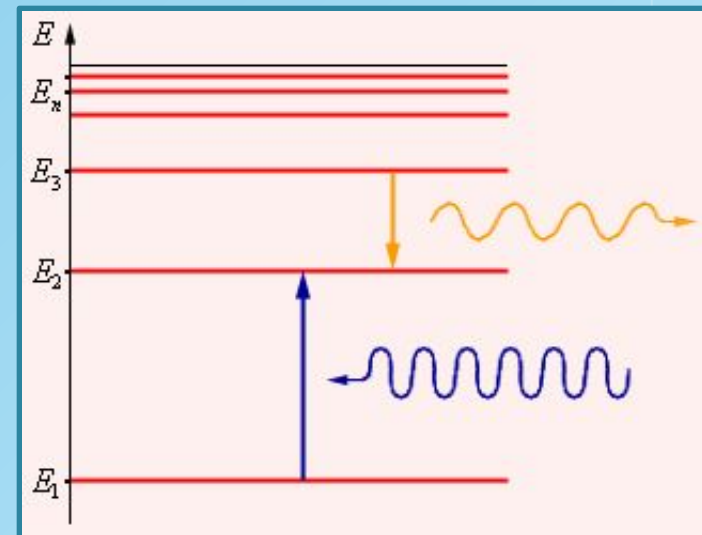


$$\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h} = \frac{E_k}{h} - \frac{E_n}{h}$$



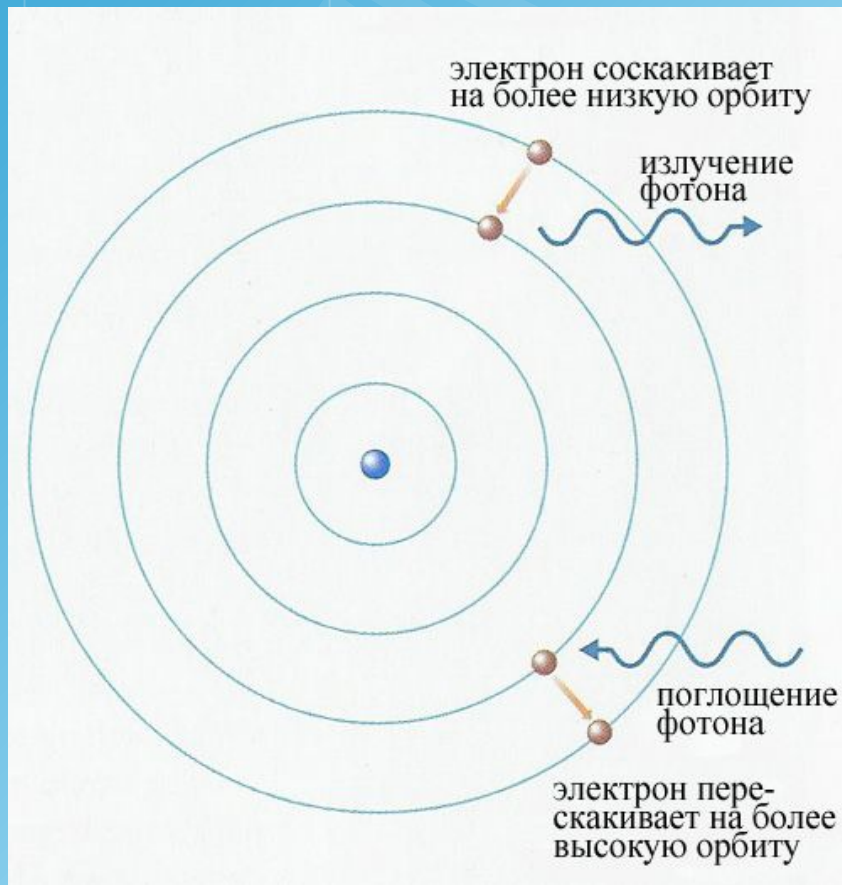
При поглинанні світла атом переходить із стаціонарного стану з меншою енергією в стаціонарний стан з більшою енергією, при випромінюванні - з стаціонарного з більшою енергією в стаціонарний стан з меншою енергією.

Другий постулат суперечить електродинаміці Максвелла, тому що частота випроміненого світла свідчить не про особливості руху електрона, а лише про змінну енергії атома.



Поглинання світла - процес, зворотний випромінювання.

Атом, поглинаючи світло, переходить з нижчих енергетичний станів до вищих. При цьому він поглинає випромінювання тієї ж самої частоти, яку випромінює, переходячи з вищих енергетичних станів у нижчі.



Модель атома водню по Бору

Бор розглядав найпростіші кругові орбіти.

$$W_p = -\frac{e^2}{r} \quad \text{- Потенціальна енергія взаємодії електрона з ядром в абсолютній системі одиниць. } e \text{- модуль заряду електрона, } r \text{- відстань від електрона до ядра.}$$

Довільна постійна, з точністю до якої визначається потенційна енергія, прийнята рівною нулю.

$W_p < 0$, так як взаємодіючі частинки мають заряди протилежних знаків.

$E = E_{\text{кін}} + W_p$ - повна енергія атома.

$$E = \frac{mv^2}{2} - \frac{e^2}{r}$$

$$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{r} \quad \text{- Доцентрове прискорення за другим законом Ньютона повідомляє електрону на орбіті кулонівська сила.}$$

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{e^2}{r^2} \quad \longrightarrow \quad v^2 = \frac{e^2}{mr}$$

$$E = \frac{me^2}{2mr} - \frac{e^2}{r} = -\frac{e^2}{2r}$$

$$E = -\frac{e^2}{2r}$$

Правило квантування

З першого постулату Бора енергія може приймати тільки певне значення E_n . Електрон рухається по круговій орбіті, то

mv – модуль імпульса \bar{e}
 r – радіус орбіти

} не змінюються

mvr - момент імпульсу в механіці

$[\hbar] = \text{Дж} \cdot \text{с}$ - стала Планка.

$$\text{Бор} \Rightarrow [mvr] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \cdot \text{м} = \text{Дж} \cdot \text{с} = [\hbar]$$

Бор припустив, що твір модуля імпульсу на радіус орбіти кратно сталої Планка.

$mvr = n\hbar$, где $n = 1, 2, 3, \dots$ – правило квантування

Радіуси орбіт

$$\left. \begin{array}{l} mrv^2 = e^2 \\ mrv = n\hbar \end{array} \right\} \Rightarrow r_n = \frac{\hbar^2 n^2}{me^2} - \text{радиусы орбит}$$

Радіуси боровских орбіт змінюються дискретно зі зміною числа n .

Значення електронних орбіт

визначають: \hbar ; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-28} \text{ г}$; \bar{e}

Найменший радіус орбіти:

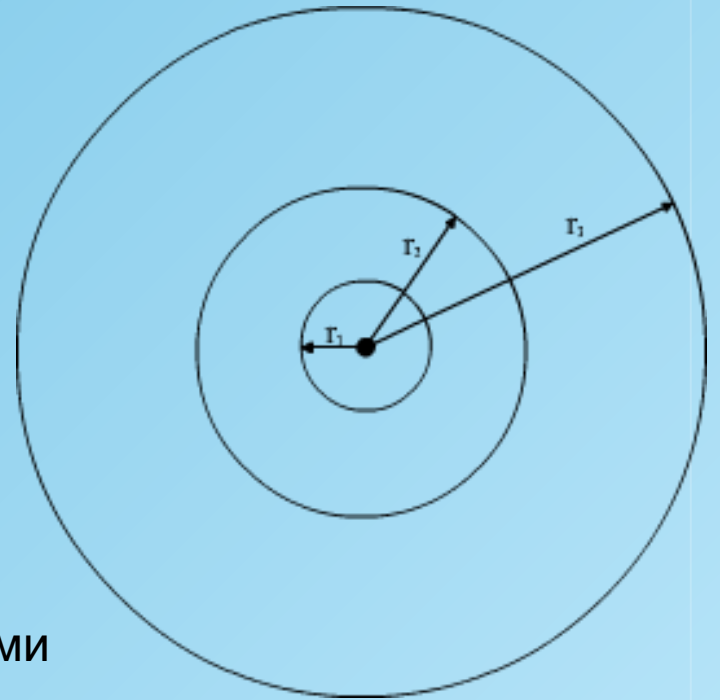
r_1 , где $n = 1$

$$r_1 = \frac{\hbar^2}{me^2} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ см} - \text{радиус атома водорода.}$$

Розміри атома визначаються квантовими законами (радіус пропорційний квадратупостійної Планка).

Класична теорія не може пояснити,

чому атом має розміри близько 10^{-8} см.



Нижче енергетичний стан

$$n = 1; \quad E_1 = -\frac{me^4}{2\hbar^2} = -2,168 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} = -13,53 \text{ эВ}$$

Атом може знаходитися як завгодно довго.

Щоб іонізувати атом водню, йому потрібно повідомити енергію 13,53 eV - енергія іонізації.

Збуджуючий атом: $n = 2, 3, 4, \dots$

$\tau = 10^{-8}$ с - час життя у збудженому стані. За час τ електрон встигає зробити близько ста мільйонів оборотів навколо ядра.

Випромінювання світла

Можливі частоти випромінювання атома водню:

$$\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h} = \frac{me^4}{4\pi\epsilon_0^3} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right) = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right)$$

де $R = \frac{me^4}{4\pi\epsilon_0^3}$ - постійна Рідберга $R = 109737,316 \text{ см}^{-1}$.

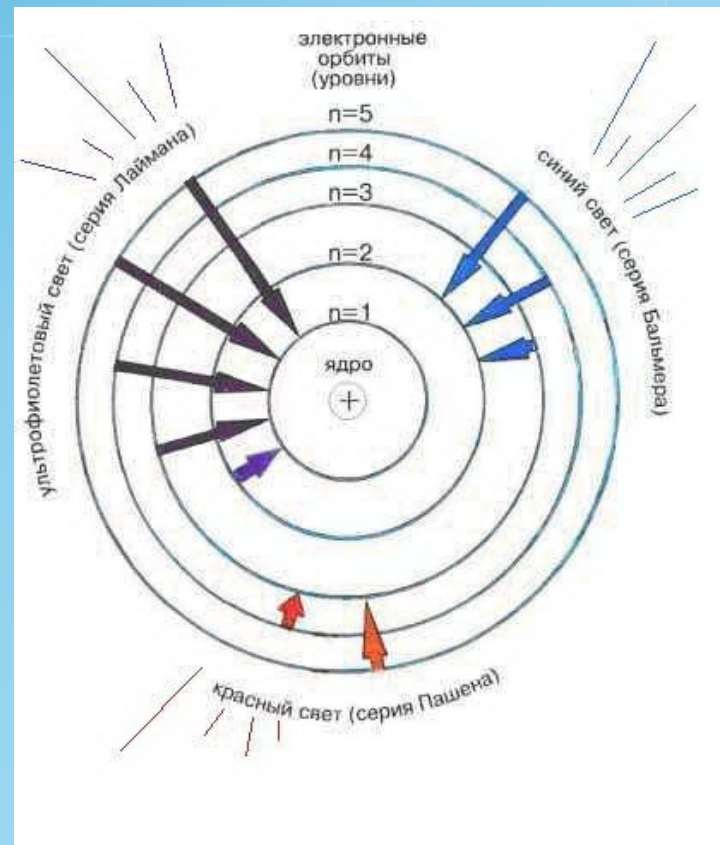
Теорія Бора призводить до кількісного згоди з експериментом для значень частот, випромінюваних атомом водню. Всі частоти випромінювань атома водню утворюють ряд серій, кожному з яких відповідає певне значення числа n і різні значення $k > n$.

Спектральні серії водню

Серія Лаймана - відкрив у 1906 р. Теодор Лайман. Дана серія утворюється при переходах електронів з порушених енергетичних рівнів на перший у спектрі випромінювання і з першого рівня на всі інші при поглинанні.

Серія Бальмера - відкрив у 1885 р. Йоганн Бальмер. Дана серія утворюється при переходах електронів з порушених енергетичних рівнів на другий у спектрі випромінювання і з другого рівня на всі вище розміщені рівні при поглинанні.

Серія Пашена - відкрив у 1908 р. Фрідріх Ріллей. Дана серія утворюється при переходах електронів з порушених енергетичних рівнів на третій у спектрі випромінювання і з третього рівня на всі вище розміщені рівні при поглинанні.



Теория Бора построила количественную теорию спектра атома водорода.

Относительно атомов гелия и более сложных атомов **теория Бора** позволяла делать лишь качественные (хотя и очень важные) заключения, но не удалось построить количественную теорию.



**Квантовая механика и
квантовая
электродинамика**