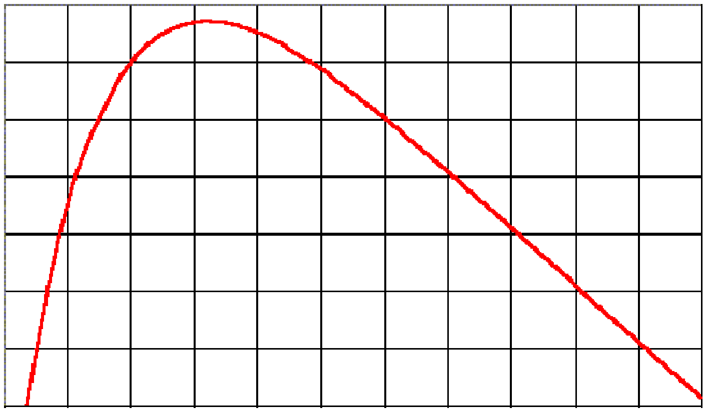
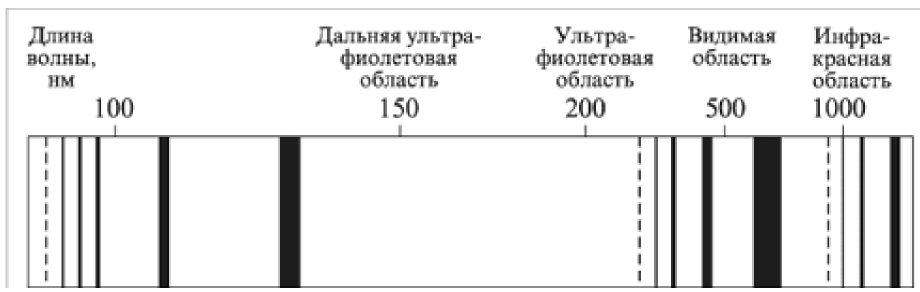


спектральное излучение теплового источника



спектр испускания атома (лампа дневного света)

Бор обобщил результаты экспериментов. Одновременно он учёл существующие проблемы.

1 проблема: электрон, движущийся по орбите, имеющий центростремительное ускорение, должен испускать электромагнитную волну. При этом «время жизни» атома (время, за которое электрон должен «упасть» на ядро) составляет 10^{-10} сек. А а том водорода существует «бесконечно» долго.

2 проблема: атом водорода 10^{-10} м, а длина испускаемой волны – $5*10^{-7}$ м.

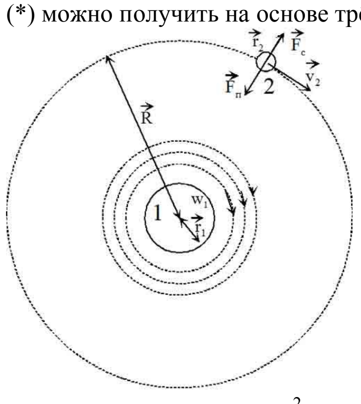
Постулаты Бора:

1. В атоме водорода электроны движутся по стационарным орбитам. Атом сам не испускает и не поглощает фотоны.
2. При испускании (поглощении) атомом фотона, энергия фотона равна разности энергий электрона на энергетических уровнях.

$$E_m - E_n = \hbar\omega_{mn} \qquad (*)$$

m, n - индексы уровней, E – энергия на этих уровнях

(*) можно получить на основе трёх уравнений:



1) $F_{кул} = F_{центобеж} \Leftrightarrow k\dfrac{e^2}{r^2} = m\dfrac{v^2}{r}$

2) $E_{полн} = E_{кин} + E_{пот}$

$$E_{полн} = E = \frac{mv^2}{2} - \frac{ke^2}{r}$$

Третий постулат Бора: квантован момент импульса электрона

$$rmv\sin 90° = n\hbar, n = 1,2,3...N$$

Получаем систему из трёх уравнений:

$$k\frac{e^2}{r^2} = m\frac{v^2}{r} \quad (1)$$

$$E = \frac{mv^2}{2} - \frac{ke^2}{r} \quad (2)$$

$$rmv\sin 90° = n\hbar \quad (3)$$

(1), (2): $E = \frac{ke^2}{2r} - \frac{ke^2}{r} = -\frac{1}{2}\frac{ke^2}{r}$ («‑» в формуле означает связное состояние электрона)

(1), (3): $v = \frac{n\hbar}{mr}$

$$\frac{ke^2}{r} = mv^2 = \frac{mn^2\hbar^2}{m^2r^2} \Rightarrow r = \frac{n^2\hbar^2}{mke^2}$$ r – радиус орбиты

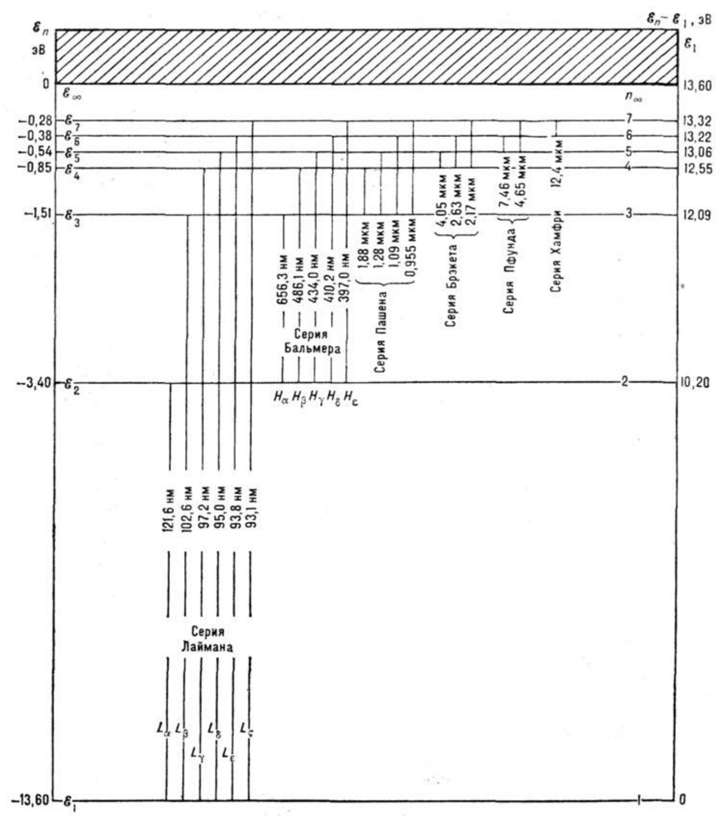
Если n = 1, то $r_1 = r_0 = \frac{\hbar^2}{mke^2} = 0,529\overset{o}{A}$

$$[\overset{o}{A}] = альстрем = 10^{-10} м$$

$$E = -\frac{1}{2}\frac{k^2e^4m}{n^2\hbar^2} = -\frac{k^2e^4m}{2\hbar^2} * \frac{1}{n^2}$$

$$-\frac{k^2e^4m}{2\hbar^2} = 13,6(эВ)$$

$$E_{полн} = -\frac{13,6}{n^2}(эВ)$$



Энергия электрона в атоме квантована, то есть может иметь только дискретные значения.

При $n \to \infty \quad E \to 0$

$$\hbar\omega_{mn} = E_m - E_n = \frac{k^2e^4m}{2\hbar} * \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right), n \in 2,3,4...\infty$$

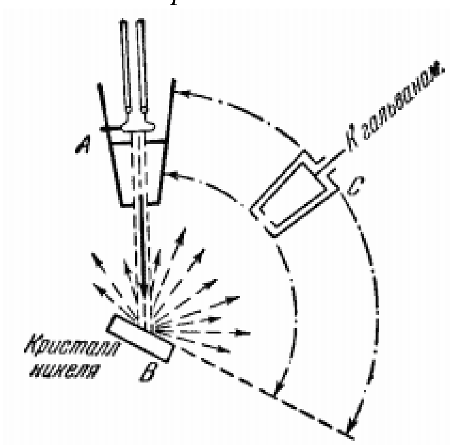
$$\hbar\omega_{mn} = E_m - E_n = \frac{k^2 e^4 m}{2\hbar} * \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right), n \in 3,4,5...\infty$$

$E = \hbar \bar{k}$

$|\bar{k}| = 2\pi / \lambda$ - волновое число

Де Бройль, основываясь на том, что свет обладает и волновыми, и корпускулярными свойствами, выдвинул гипотезу:
- другие частицы тоже могут обладать обеими характеристиками.

(1) $\lambda_{деБройля} = \frac{2\pi\hbar}{p}$



(+картинка распределения электронов)

Появление всплеска при некотором угле α предположительно можно получить, если считать, что поток электронов – это волна де Бройля, и она при отражении от кристаллической решётки даёт интерференционный максимум.

(картинка)

$$\Delta z = (AB + BC) - DC$$

$$AB = BC = \frac{d}{\cos\alpha}$$

$$DC = AB\sin\alpha = 2d \cdot tg\alpha \sin\alpha$$

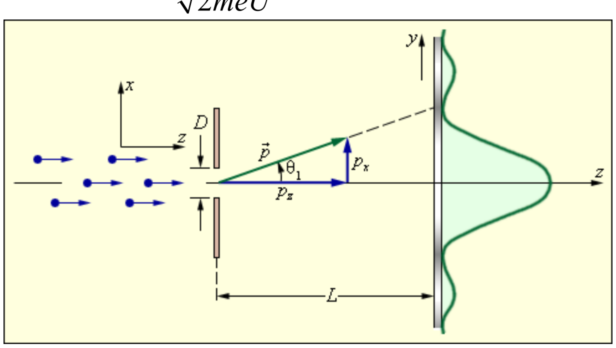
$$\Delta z = \frac{2d}{\cos\alpha} - 2d\sin^2\alpha\cos\alpha = \frac{2d}{\cos\alpha}\cos^2\alpha = 2d\cos\alpha \overset{\max}{=} n\lambda_{деБройля}$$

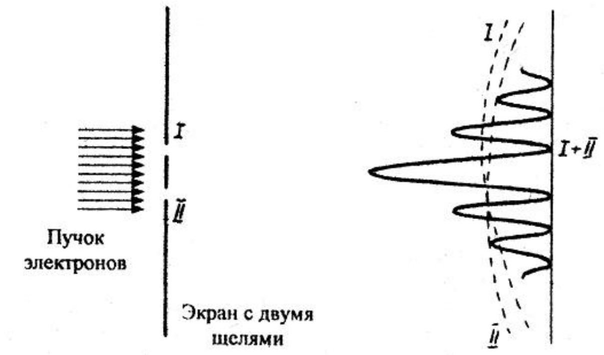
$$\frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m} = eU \Rightarrow p = \sqrt{2meU} = \lambda_{деБройля} = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2meU}}$$

ξ 2 Статистическая интерпретация волн де Бройля. Пси-функция (Ψ). Особенности Ψ -функции.

$$I = I_0 \left(\frac{\sin \frac{\pi b \sin\varphi}{\lambda}}{\frac{\pi b \sin\varphi}{\lambda}} \right)^2$$

$$\lambda = \lambda_{деБройля} = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2meU}}$$





опыт Юнга для Электронов

В опыте по дифракции электронов невозможно предсказать, куда конкретно электрон попадёт на экран. Можно лишь утверждать, что есть области на экране, где вероятность попадания юольше иди меньше.

(картинка)

$P=\frac{dN}{N}$ P – вероятность попадания в интервал

$\rho=\frac{dN}{Ndx}=\rho(x)$ ρ - плотность вероятности

В оптике мы измеряли интенсивность I

$I=\frac{1}{2}nc\xi_0E_0{}^2 \square dN_p$

$E=E_0e^{i(\omega t-\bar{k}\bar{r})}$

$\Psi=\Psi_0e^{i(\omega t-\bar{k}\bar{r})}$ Ψ -функция описывает волну де Бройля

$\Psi_0{}^2 \square dN_e \square \rho=1\cdot\rho$

$\Psi\cdot\Psi^*=|\Psi|^2$

$|\Psi|^2=\rho$

В опыте мы измеряем не саму Ψ -функцию, а плотность вероятности ρ попадания электронов в данную точку пространства, а поэтому физический смысл имеет $|\Psi|^2=\rho$.

Сама Ψ -функция – математическая абстракция, и измерению не подлежит.

Свойства Ψ -функции:

1) непрерывность на границе $\left(\Psi_1(a)=\Psi_{11}(a)\right)$
2) непрерывность производной на границе $\left(\Psi'_1(a)=\Psi'_{11}(a)\right)$
3) условие нормировки $\int dN=N$

$\int_{-\infty}^{\infty}\rho Ndx=N$

$\int_{-\infty}^{\infty}\rho dx=1$