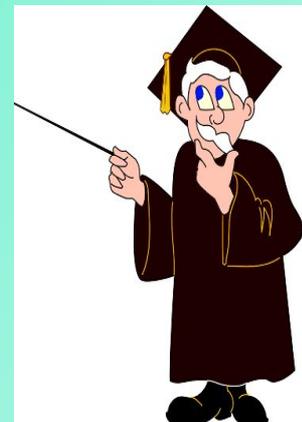


ЛЕКЦИЯ 3

Основы квантовой физики

План лекции

1. Корпускулярно-волновой дуализм
2. Волны де Бройля.
3. Соотношения неопределенностей.
4. Опыт Резерфорда.
5. Уравнение Шредингера.

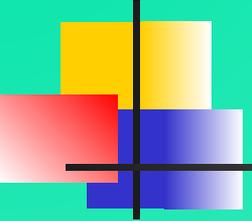


Основы квантовой физики

Дома самостоятельно

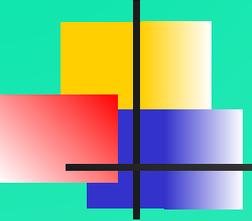
1. Постулаты Бора.
2. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева с точки зрения квантовой теории.

Свет



***Свет имеет двойную природу
иногда он проявляет себя как
волна, а иногда как частицы –
фотоны (корпускулы).***

Квантовая теория света Эйнштейна



Свет – это поток фотонов.

Согласно Эйнштейну, свет
испускается, поглощается
и распространяется дискретными
порциями (квантами света),
названными фотонами.

Частица света – фотон.

ФОТОН

$$\varepsilon = h\nu \quad - \text{энергия фотона} \quad \varepsilon = mc^2$$

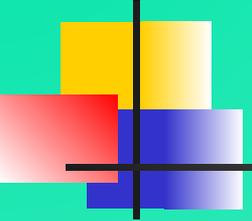
$$m_{\phi} = 0 \quad - \text{масса покоя фотона}$$

$$m_{\phi} = \frac{h\nu}{c^2} \quad - \text{релятивистская масса фотона}$$

$$p_{\phi} = \frac{h\nu}{c} \quad - \text{импульс фотона}$$

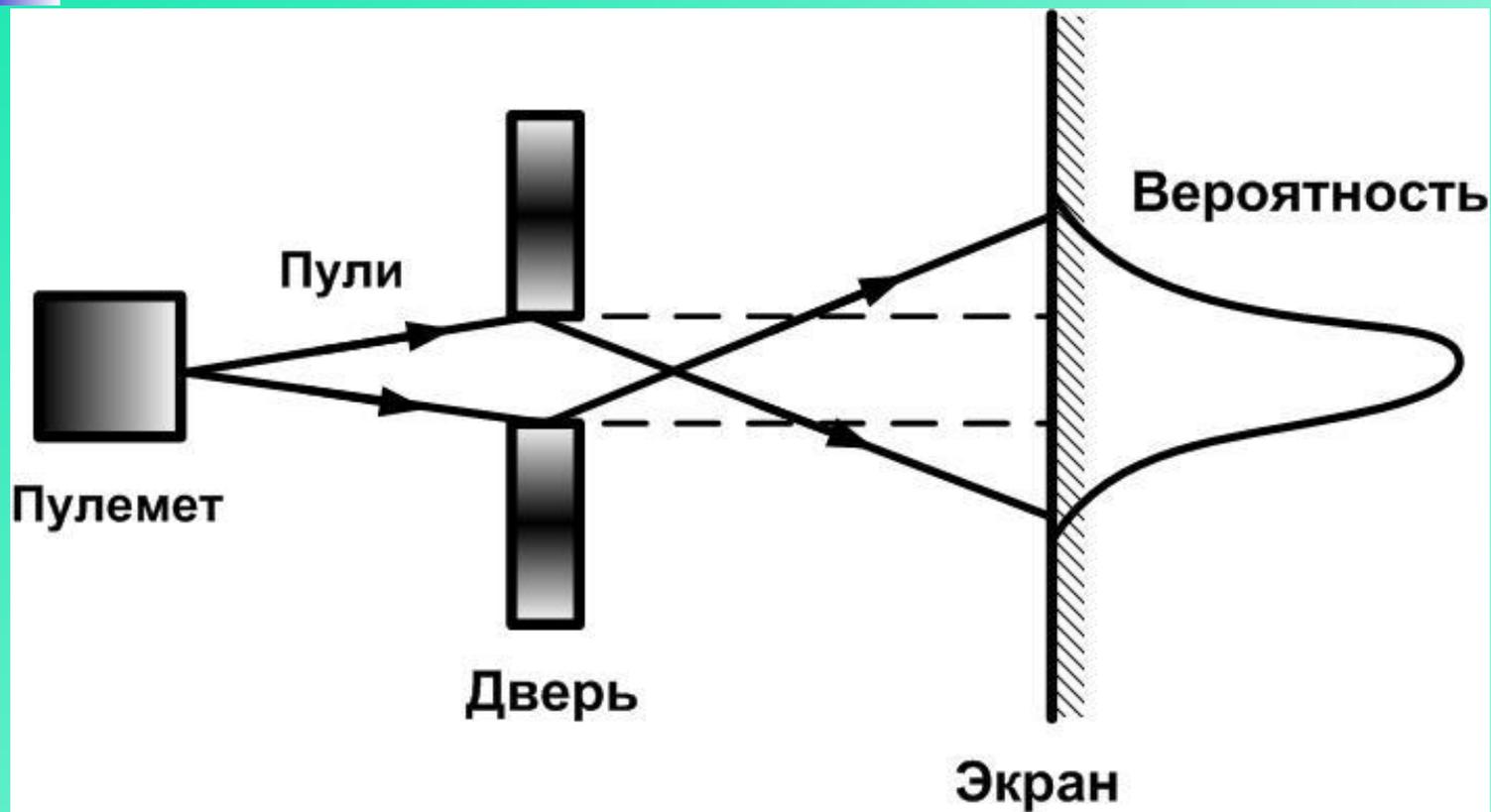
$$q = 0 \quad - \text{заряд фотона}$$

Корпускулярно-волновой дуализм света



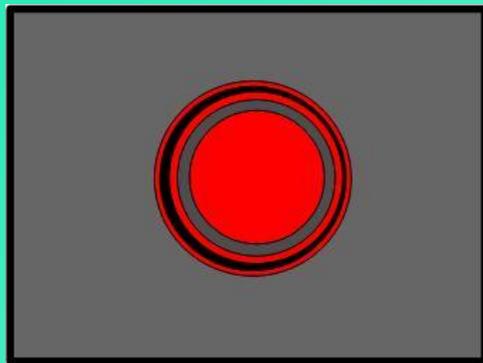
Корпускулярно-волновой дуализм света означает, что свет одновременно обладает свойствами непрерывных электромагнитных волн и свойствами дискретных фотонов.

Различия в поведении волн и частиц



Гипотеза де Бройля.

Различия в поведении волн и частиц



Дифракционная картина, получаемая при дифракции красного света на круглой щели

Для пуль и частиц, не имеющих волновую природу никогда нельзя получить чередование \max и \min .

А если наблюдается чередование \max и \min значит изучаемый объект – **волна**.

Гипотеза де Бройля.

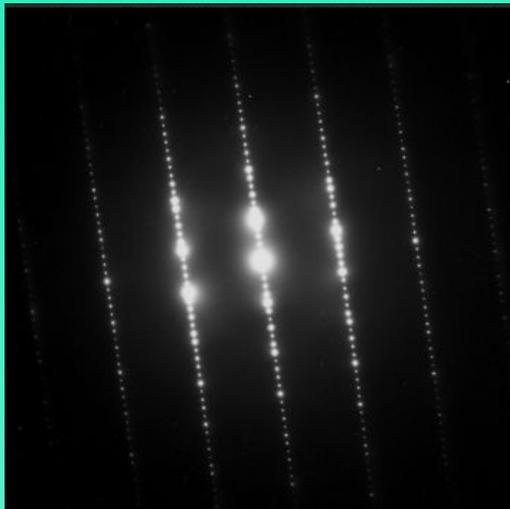
В 1923 г. Луи де **Бройль** предположил, что пучок частиц любого сорта будет создавать на подходящей щели интерференционную картину.

$$\lambda_B = \frac{h}{p} = \frac{h}{mV}$$

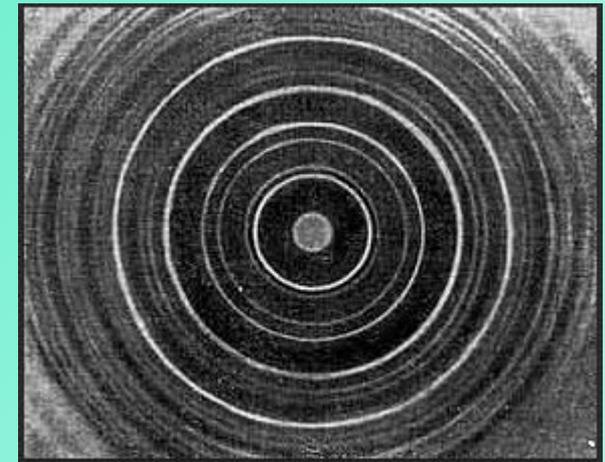
- **длина волны де Бройля**

$h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж · с - постоянная Планка

Гипотеза де Бройля была подтверждена экспериментально в 1927 г. Дэвидссоном и Джермером . Впоследствии дифракционные явления обнаружили для нейтронов, протонов, атомов.



**Дифракция
электронов на
кристаллах**



**Дифракция
нейтронов на
тонких пленках**

Гипотеза де Бройля.

Волны де Бройля носят вероятностный смысл: вероятность нахождения микрочастицы в том или ином месте пространства пропорциональна квадрату амплитуды волны.

Скорости волн де Бройля

Групповая скорость волны де Бройля равна

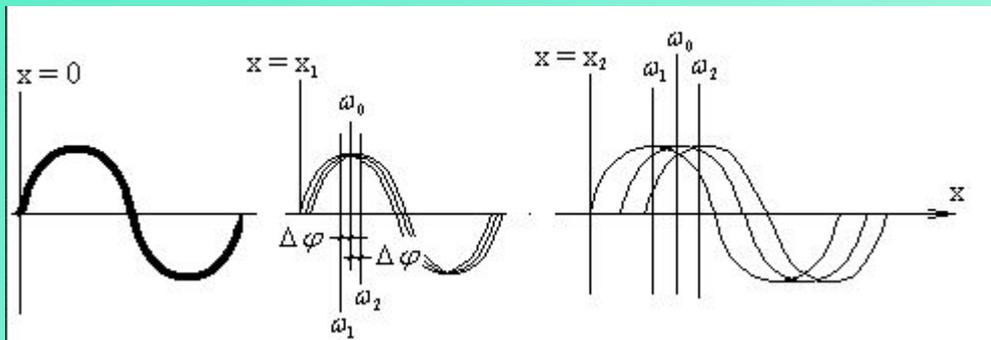
$$u = \frac{d\bar{\omega}}{dk} = v$$



Фазовая скорость волны

$$V_{\text{фаз}} = \frac{\omega}{k} = \frac{E_{\text{фот}}}{p} = \frac{V}{2}$$

$$E_{\phi} = \frac{p^2}{(2m)}$$



Корпускулярно-волновой дуализм свойств частиц вещества

Корпускулярные свойства

Скорость - V

Импульс - p

Энергия свободной
частицы

$$E_{\phi} = p^2 / (2m)$$

Волновые свойства

Длина волны де Бройля

$$\lambda = h / (mV) = h / p$$

Частота волны де Бройля

$$\nu = E_{\phi} / h$$

Групповая скорость волн де Бройля

$$u = v$$

Фазовая скорость волн де Бройля

$$V_{\text{фаз}} = v/2$$

Вероятностный смысл волн де Бройля

Квадрат модуля амплитуды волн де Бройля в данной точке является мерой плотности вероятности того, что частица обнаружится в этой точке.

Вводится волновая функция $\Psi(x, y, z, t)$. определим ее, чтобы вероятность $d\omega$ того, что частица находится в элементе объема dV , равнялась произведению $|\Psi|^2$ и элемента объема dV :

$$d\omega = |\Psi|^2 dV = |\Psi|^2 dx dy dz \quad |\Psi|^2 = \Psi \Psi^*$$