

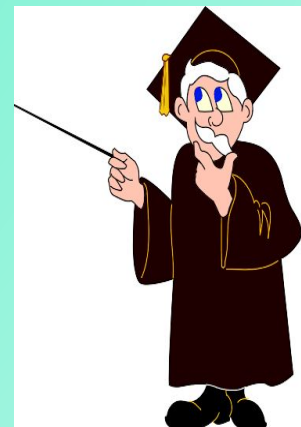
# ЛЕКЦИЯ 3

# Основы квантовой физики

---

## План лекции

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

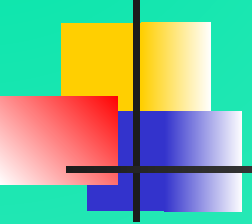


# Основы квантовой физики

## Дома самостоятельно

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

# Свет



---

***Свет имеет двойкую 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

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

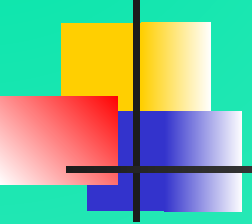
$$m_{\phi} = 0 \quad - \text{масса покоя фотона}$$

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

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

$$q = 0 \quad - \text{заряд фотона}$$

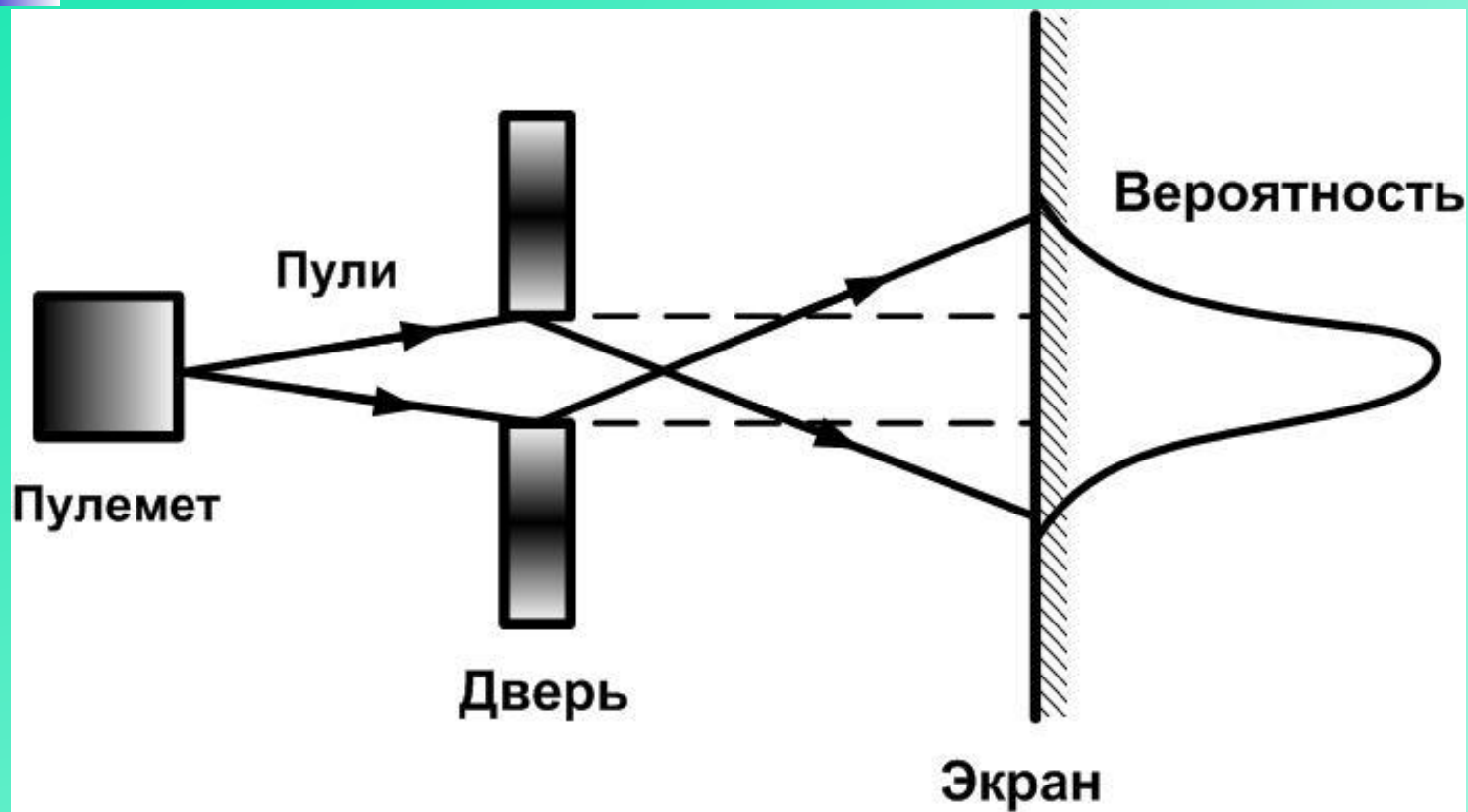
# Корпускулярно-волновой дуализм света



---

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

# Различия в поведении волн и частиц

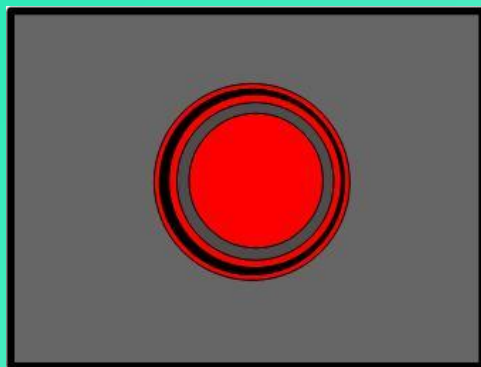




# Гипотеза де Бройля.

## 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.

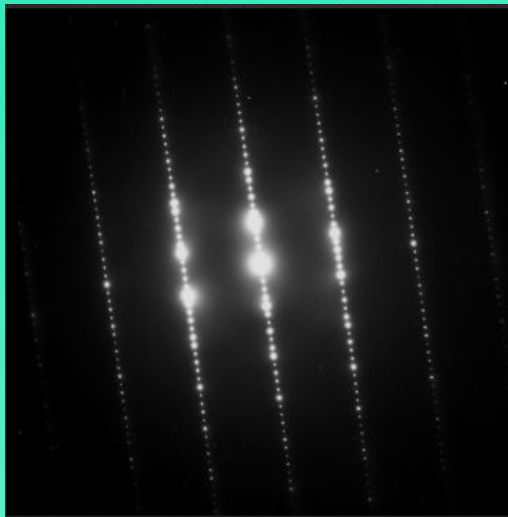
В 1923 г. Луи де **Бройль** предположил, что пучок частиц любого сорта будет создавать на подходящей щели интерференционную картину.

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

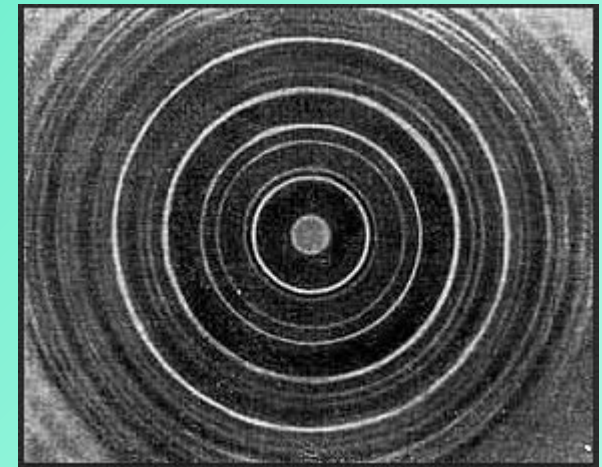
- **длина волны де Бройля**

$h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  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

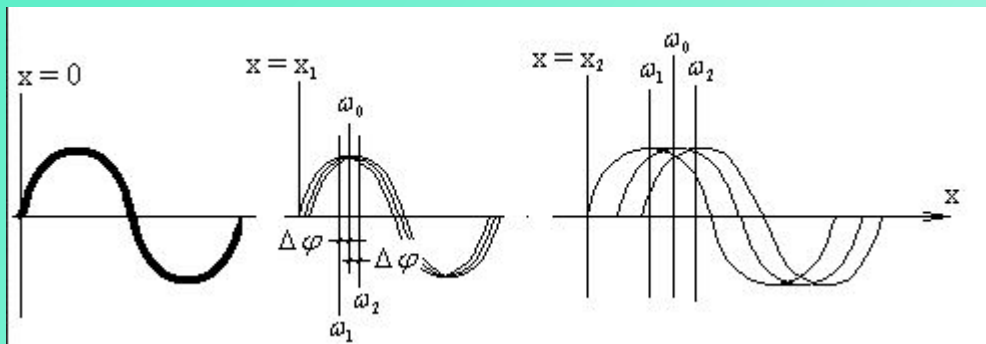
$$u = \frac{d\bar{\omega}}{dk} = v$$



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  $dV$ :

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