Материя и познание.

Сознание

Зрение
Слух
Обоняние
Вкус
Осязание

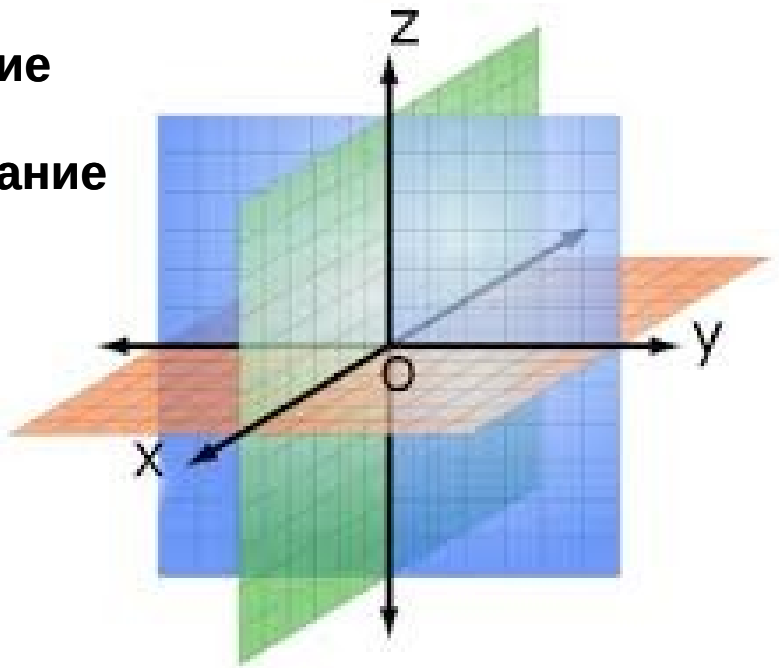
Приборы и инструменты

Материя

Объективная реальность

Классическая механика. Координата и импульс.

Зрение
Слух
Осязание



скорость $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$

импульс $\vec{p} = m\vec{v}$

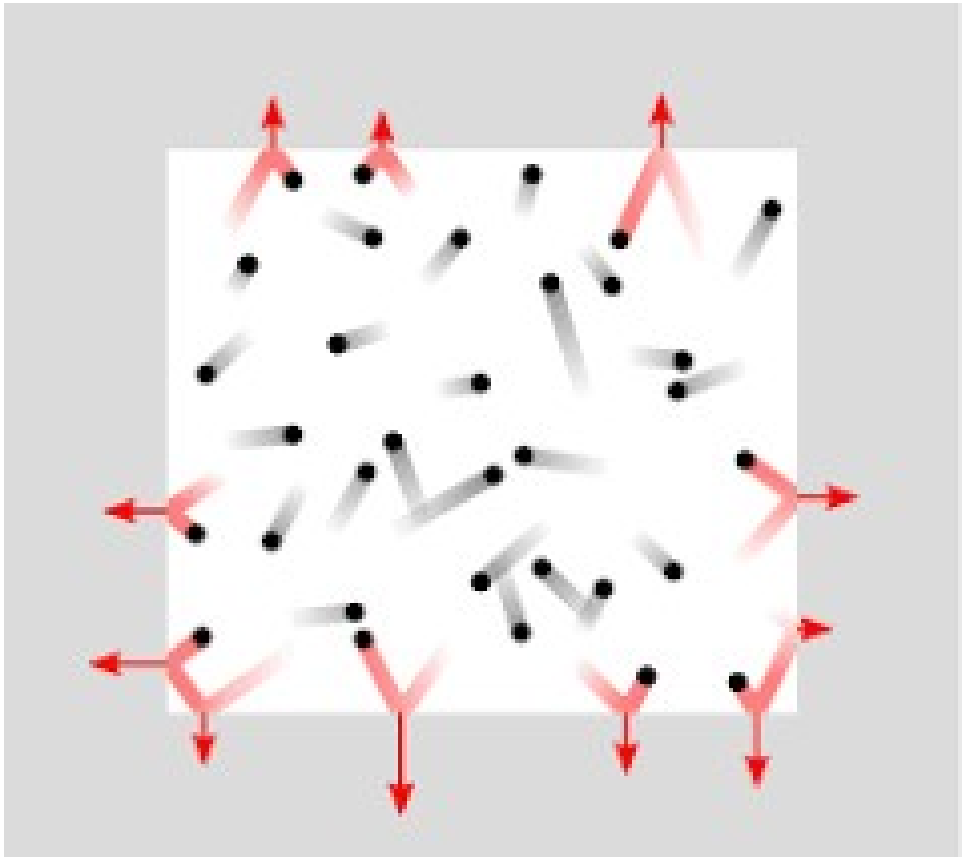
момент импульса $\vec{l} = [\vec{r}\,\vec{p}]$

ускорение $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

Третий закон Ньютона $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

Второй закон Ньютона $\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$

Классическая молекулярная физика. Необратимость и статистический подход.



Уравнение Менделеева-Клайперона

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

Скорость звука в идеальном газе

$$\upsilon_s^2 = \frac{C_P}{C_V} \frac{R}{M} T$$

Функции распределения

$$f(\vec{r}, \vec{p}, t) \quad f(\vec{r}_1, \vec{r}_1, \ldots, \vec{p}_1, \vec{p}_2, \ldots, t)$$

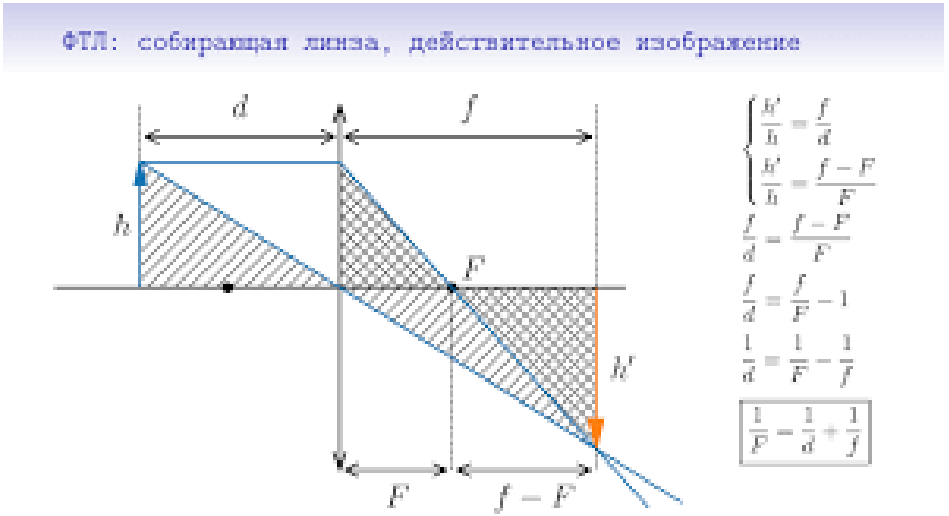
энтропия

$$S = k_B \ln \Gamma$$

Неубывание энтропии

$$\frac{dS}{dt} \geq 0$$

Классическая оптика и электродинамика. Корпускулярно-волновой дуализм.



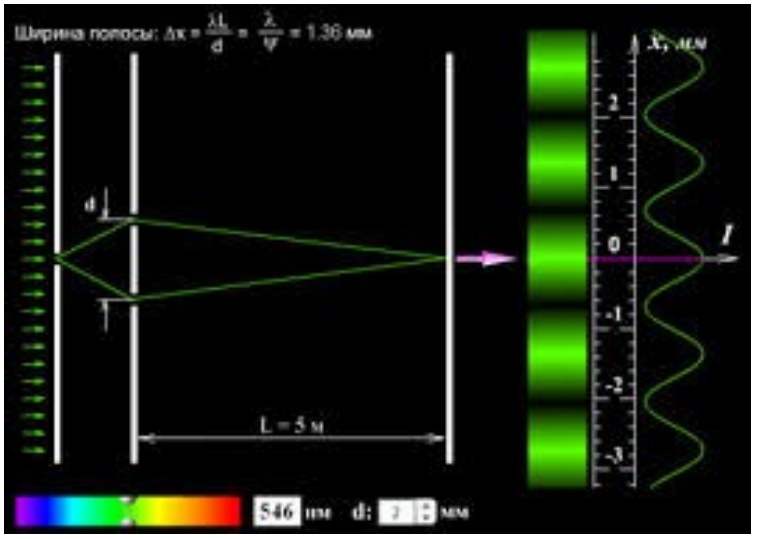
$$\begin{cases} \frac{h'}{h} = \frac{f}{d} \\ \frac{h'}{h} = \frac{f-F}{F} \end{cases}$$

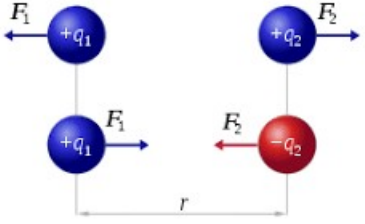
$$\frac{f}{d} = \frac{f-F}{F}$$

$$\frac{f}{d} = \frac{f}{F} - 1$$

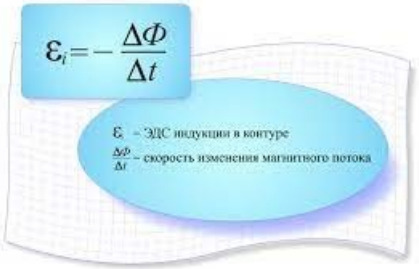
$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f}$$

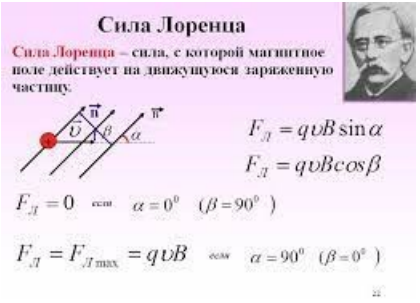
$$\boxed{\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}}$$





$$|F_1| = |F_2| = k_e \frac{|q_1 \times q_2|}{r^2}$$





Волновые свойства электронов. Дифракция рентгеновского излучения и электронов.

2. The diffraction pattern on the left of Fig. 2 is obtained by passing X-ray through a thin metal film. The right image is the electron diffraction pattern of the same metal foil. Using the ratio method, find out the lattice structure of the metal film.

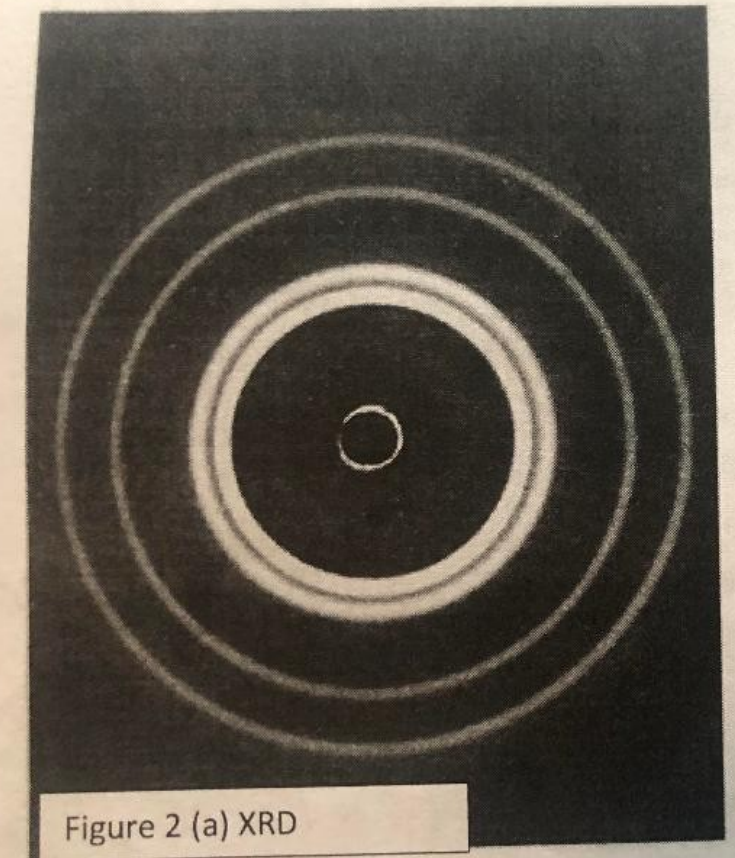


Figure 2 (a) XRD

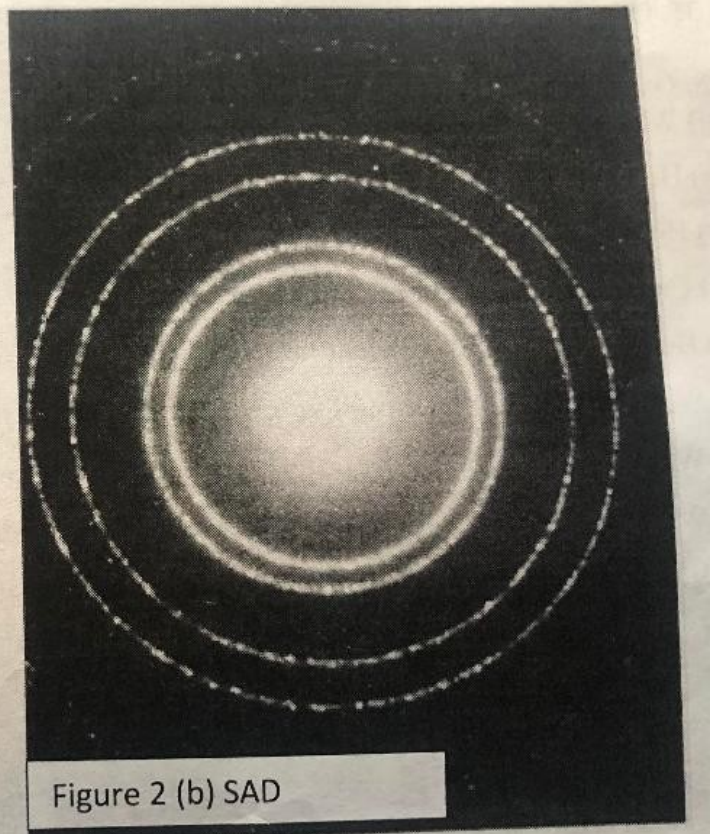
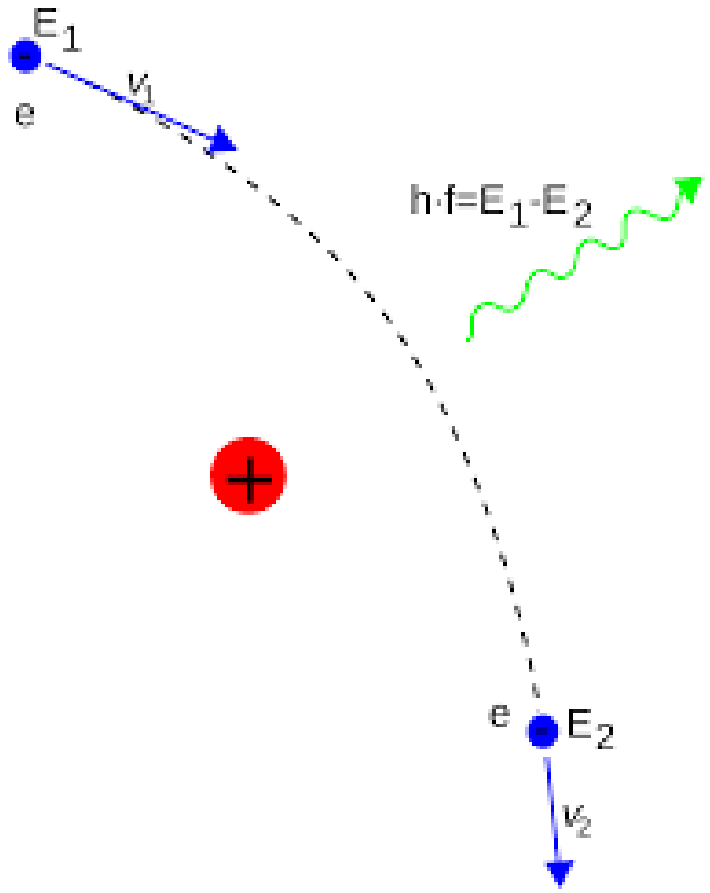


Figure 2 (b) SAD

Невозможность построения классической модели атома.



Мощность излучения в единицу времени

$$I = \frac{\mu_0 e^2 a^2}{6\pi c} = 3{,}6 \cdot 10^{11}\ эВ/c$$

Ускорение электрона

$$a = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a_B^2 m_0} = 10^{23}\ м/c^2$$

Квантовая механика. Состояние квантовой системы (квантовой частицы) и измерение физических величин.

Классический объект

Взаимодействие

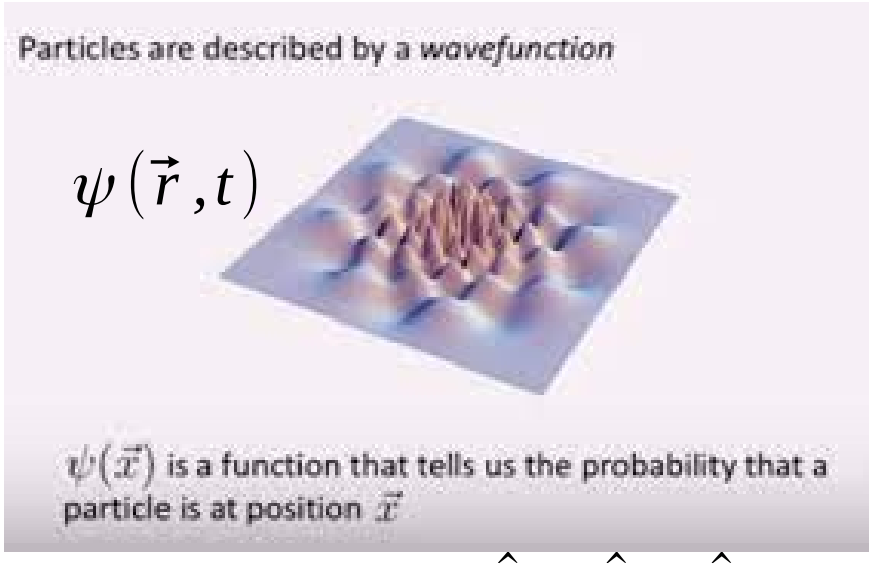
Квантовый объект

Величина

Волновая функция (функция состояния) и операторы физических величин. Вероятностное описание квантовых систем и объектов. Плотность вероятности.

Многочастичная волновая функция

$$\Psi\left(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \ldots t\right)$$

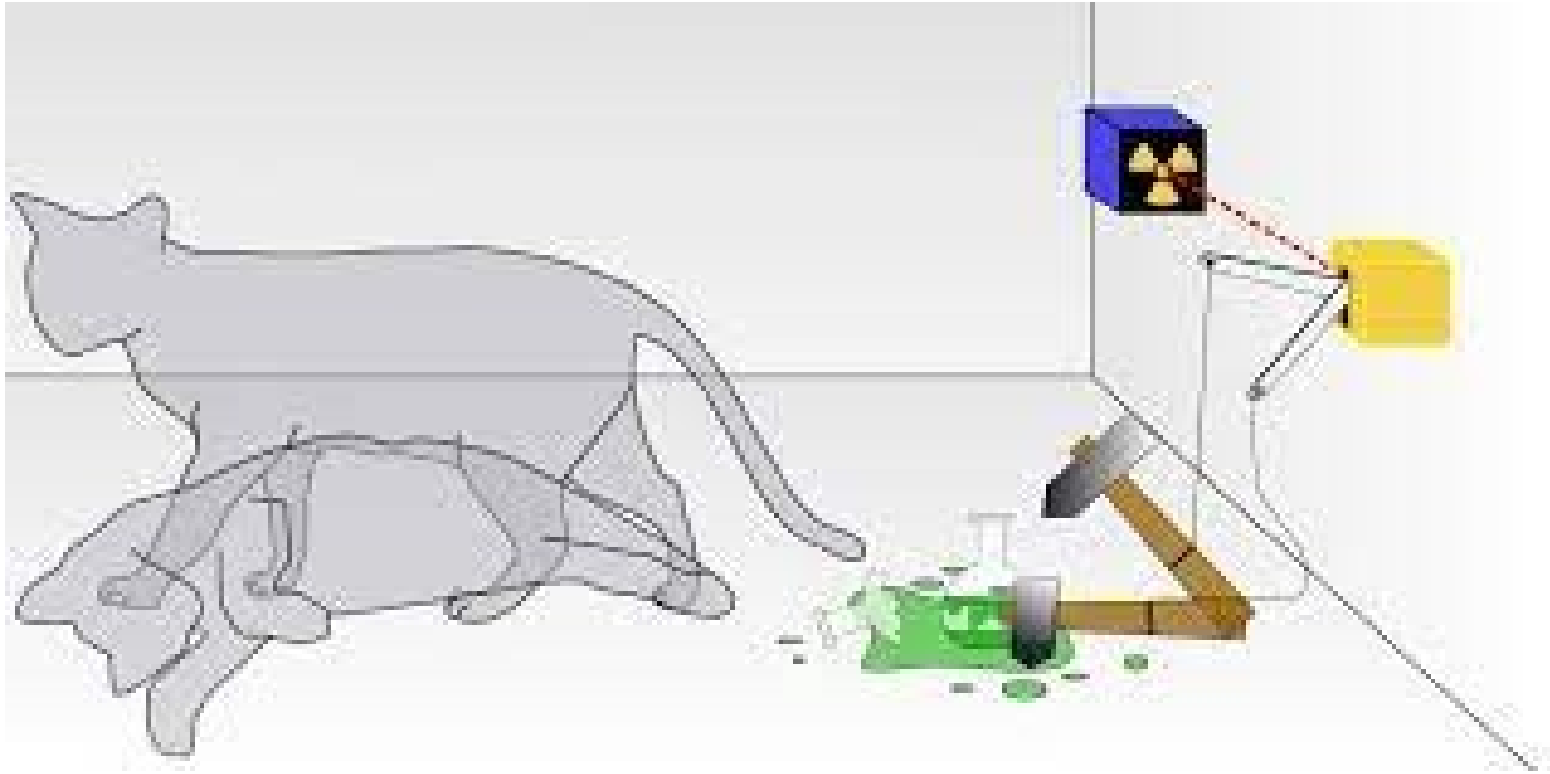


$$\hat{x} = x \qquad \hat{U}\left(\vec{r}\right) = U\left(\vec{r}\right) \qquad \hat{p}_x = -i\hbar\frac{\partial}{\partial x} \qquad \hat{T} = \frac{\hat{p}_x^2 + \hat{p}_y^2 + \hat{p}_z^2}{2m}$$

$$w\left(\vec{r},t\right) = \left|\psi\left(\vec{r},t\right)\right|^2 \qquad W\left(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \ldots t\right) = \left|\psi\left(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \ldots t\right)\right|^2$$

$$\bar{x} = \int \psi^* \hat{x} \psi \, d^3 r \qquad \bar{f} = \int \psi^* \hat{f} \psi \, d^3 r$$

Кот Шрёдингера. Необратимость вероятностного описания. “Отношения” квантовой и классической механики.



Уравнение Шредингера. Стационарные и нестационарные состояния. Плотность потока вероятности.

$$\hat{H} = \hat{T} + \hat{U} \qquad i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \hat{H}\Psi \qquad i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m}\Delta\psi + U\psi$$

Нестационарное

$$\Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \ldots t)$$

$$W(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \ldots t)$$

Стационарное

$$W(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \ldots)$$

$$\Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \ldots t) = \Psi_S(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \ldots)\exp\left(i\frac{E}{\hbar}t\right) \qquad \hat{H}\Psi_S = E\Psi_S$$

Собственные функции $\hat{f}\Psi = f\Psi$

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m}\Delta\psi + U\psi$$

$$-i\hbar \frac{\partial \psi^*}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m}\Delta\psi^* + U\psi^*$$

$$\frac{\partial |\psi|^2}{\partial t} = -\operatorname{div}\left[\frac{\hbar}{2mi}\left(\psi^*\nabla\psi - \psi\nabla\psi^*\right)\right]$$

$$\vec{j}_w = \frac{\hbar}{2mi}\left(\psi^*\nabla\psi - \psi\nabla\psi^*\right)$$

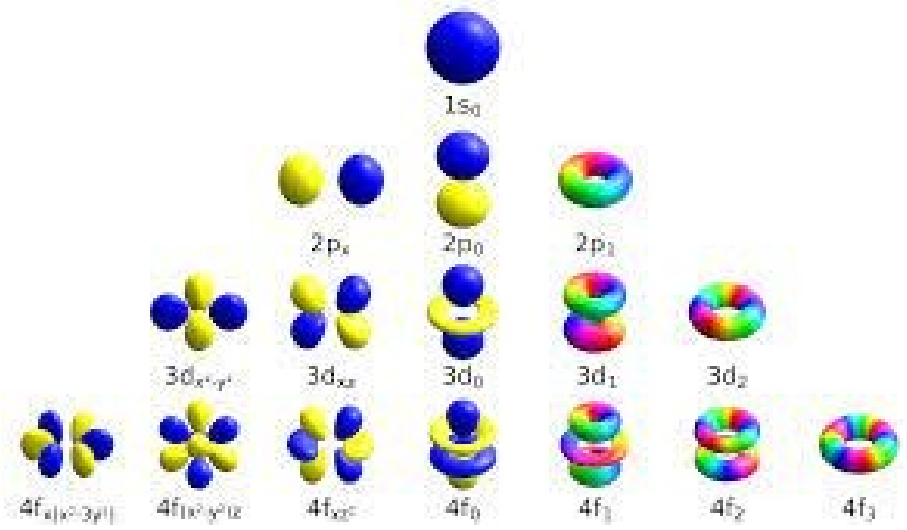
Волновая функция свободного электрона и электрона в атоме водорода

Свободный электрон

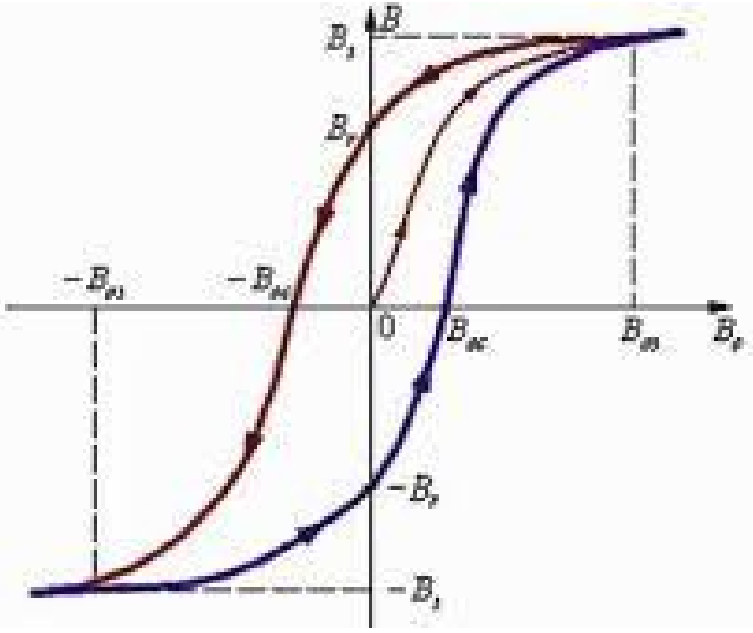
$$\psi = \frac{1}{\sqrt{V}} \exp\left(\frac{i \vec{p} \vec{r}}{\hbar} - i \frac{E}{\hbar} t \right)$$

Электрон в атоме водорода

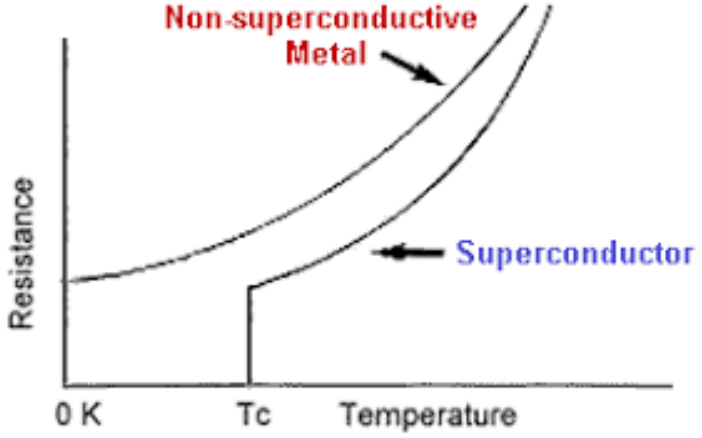
$$\psi = Y_{lm}(\theta, \phi) R_n\left(\frac{r}{a_B} \right) \exp\left(-i \frac{E}{\hbar} t \right)$$

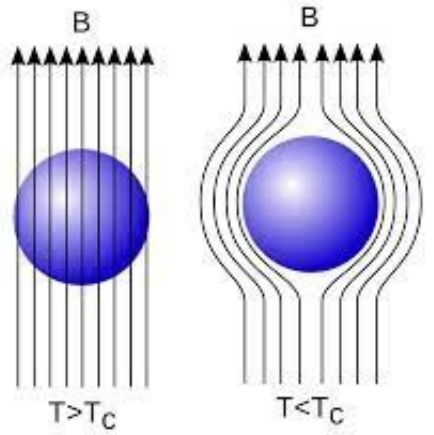


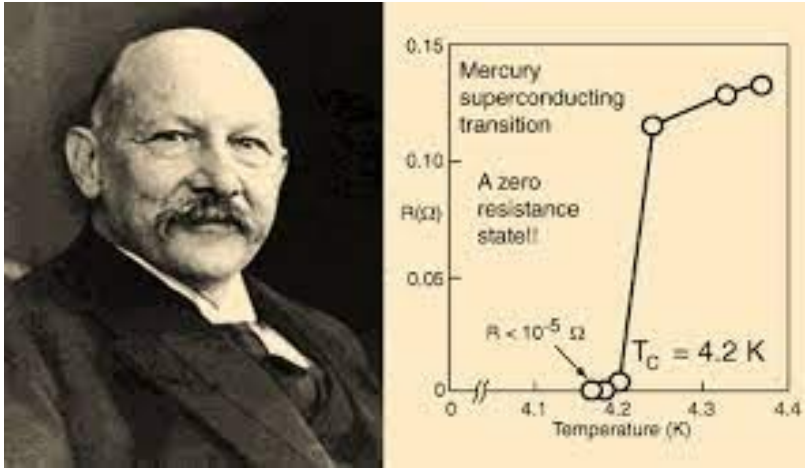
Макроскопические квантовые явления. Магнетизм.



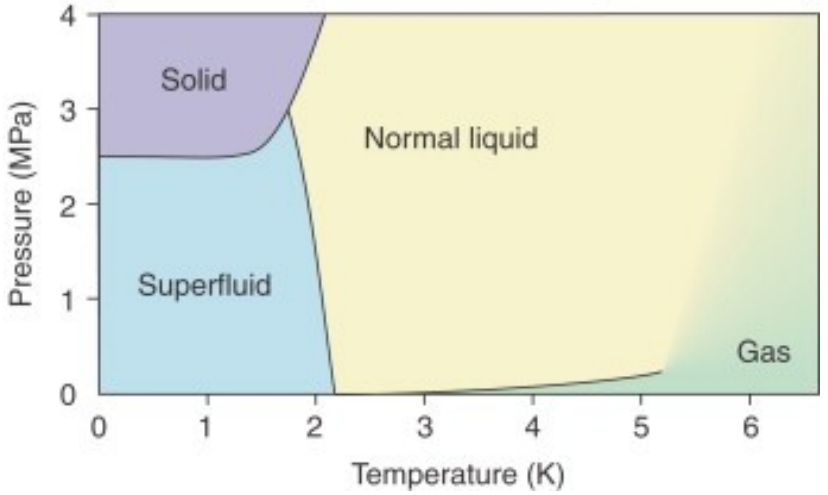
Макроскопические квантовые явления. Сверхпроводимость.

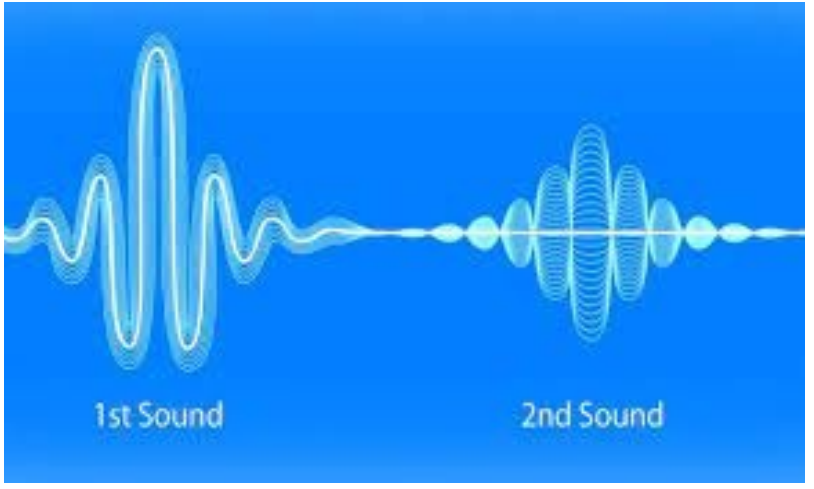
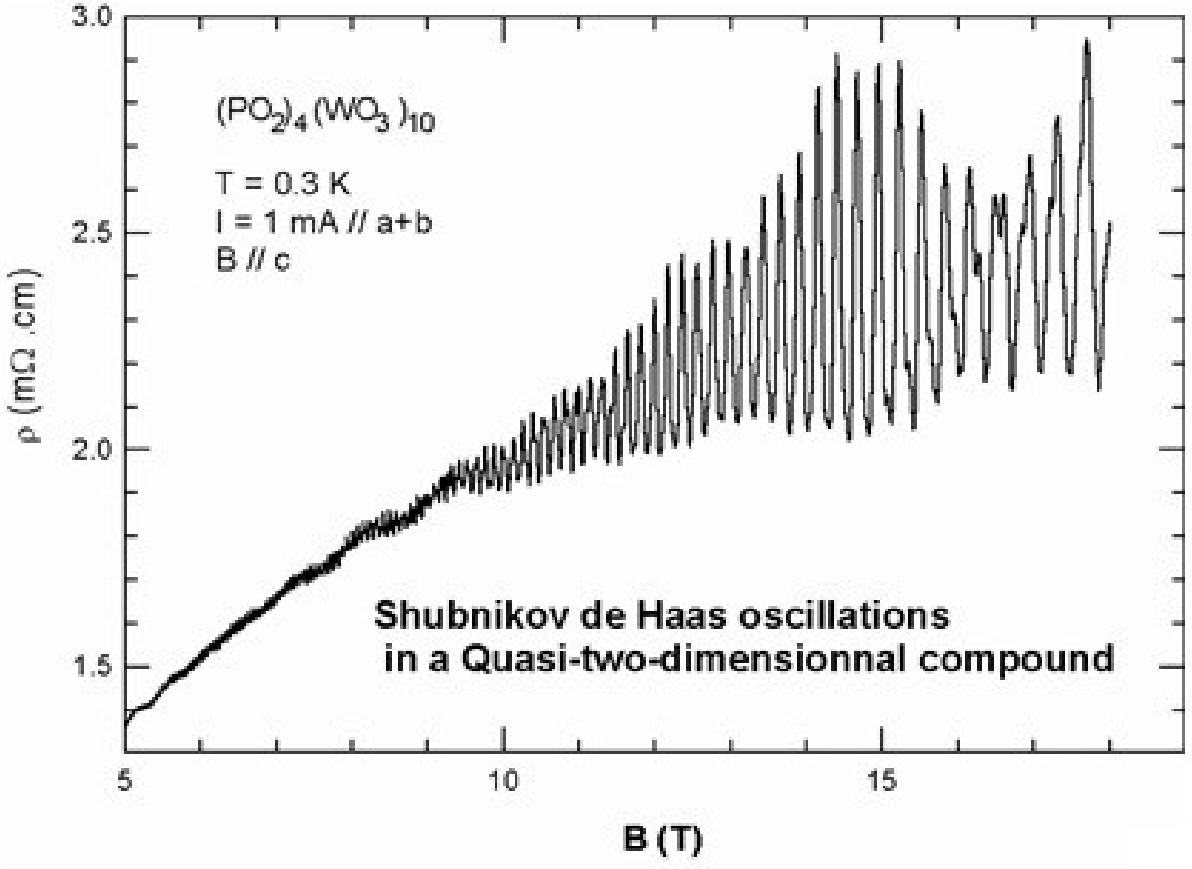






Макроскопические квантовые явления. Сверхтекучесть.





Эффект Шубникова – де Гааза.