



# Элементы квантовой физики

---

Фотоэффект и его законы.  
Уравнение Эйнштейна

# Гипотеза Планка

---

- Энергия испускается телом не непрерывно, как это предполагалось в классической физике, а отдельными дискретными порциями- квантами, энергия которых пропорциональна частоте колебаний
- $E = h\nu$

- 
- Энергия атома может изменяться лишь определенными порциями-квантами, кратными некоторой энергии, т.е. принимать значения  $E, 2E, 3E, \dots, nE$ .

Постоянная Планка

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

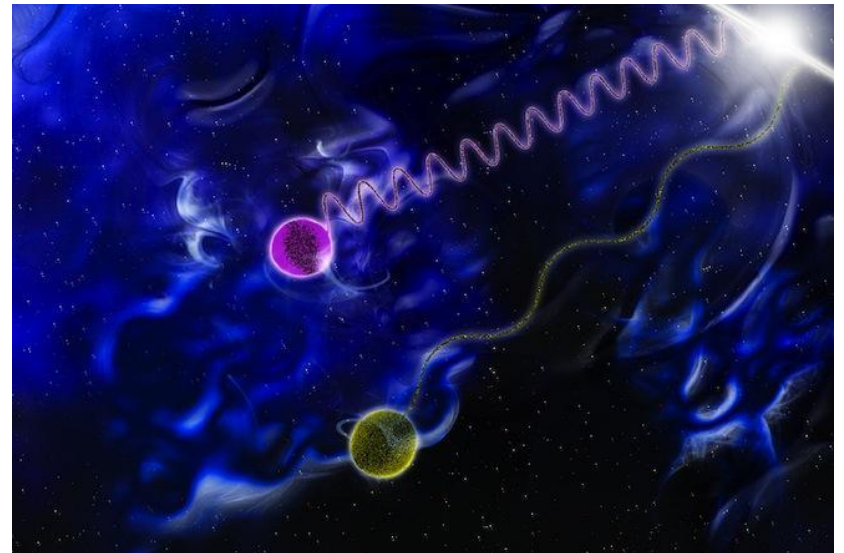
или

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} \approx 1,0546 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

# ФОТОН

---

- **ФОТОН** — элементарная частица, переносчик электромагнитного взаимодействия, квант электромагнитного поля.



## Энергия фотона:

---

$$E = mc^2, E = h\nu$$

- $E$ - энергия фотона
- $m$ - масса электрона
- $c$ - скорость света
- $h$ - постоянная Планка
- $\nu$ - частота колебаний

# Масса фотона:

---

- $m$ - масса электрона
- $v$ - скорость электрона
- $h$ - постоянная Планка
- $\nu$  - частота колебаний
- $\lambda$  -длина волны

$$m = \frac{h\nu}{c^2}$$

или

учитывая,  $m = \frac{h}{c\lambda}$

что

$$c = \lambda\nu$$

# Импульс фотона:

---

- Импульс фотона – это произведение его массы на скорость.

$$p = mc \text{ или } p = \frac{h\nu}{c}, \text{ или } p = \frac{h}{\lambda}.$$

- $p$ - импульс фотона

# Фотоэффект

---


- Фотоэлектрический эффект-вырывание электронов из атомов или молекул.
- Если электроны, выбитые светом, вылетают за пределы вещества, то эффект называют **внешним**
- Если же оторванные от своих атомов или молекул электроны остаются внутри освещаемого вещества в качестве свободных, то фотоэффект называют **внутренним**



# Законы фотоэффекта

---

- 1. Сила фототока насыщения возникающего при освещении монохроматическим светом, пропорциональна световому потоку, падающему на катод:  
$$I_n = k\Phi_e$$
- $I_n$ - сила фототока
- $k$ - коэффициент пропорциональности
- $\Phi_e$ -световой поток

- 
- 
- 2. Скорость фотоэлектронов увеличивается с ростом частоты (с уменьшением длины волны) падающего света и не зависит от интенсивности светового потока
  - 3. Независимо от интенсивности светового потока фотоэффект начинается только при определенной для данного металла минимальной частоте (максимальной длине волны) света, называемой красной границей фотоэффекта

# Уравнение Эйнштейна

---

- Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта
- $A$ - работа выхода
- $m$ - масса электрона
- $\nu$  – частота
- $v$ - скорость электрона
- $h$ - постоянная Планка
  
- Работа выхода электрона из металла зависит от природы вещества

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$$