

# Физика 11. Эффект Комптона. Теория явления Комптона.

**Эффект Комптона** — рассеяние рентгеновского или  $\gamma$ -излучения на свободных или слабо связанных электронах с изменением длины волны фотона.

**Особенность:** длина волны рассеянного фотона всегда **увеличивается** по сравнению с падающим, что свидетельствует о передаче энергии и импульса фотону от электрона.

---

## Основные положения

1. Рентгеновский или  $\gamma$ -фотон сталкивается с **свободным электроном**.
  2. После столкновения фотон **изменяет направление и длину волны**, а электрон приобретает кинетическую энергию.
  3. Закон сохранения энергии и импульса полностью описывает явление.
- 

## Теория Комптона

### Закон сохранения энергии

$$h\nu + m_e c^2 = h\nu' + \gamma m_e c^2$$

где

$h$  — постоянная Планка,

$\nu$  и  $\nu'$  — частоты падающего и рассеянного фотона,

$m_e$  — масса электрона,

$\gamma$  — релятивистский фактор электрона после столкновения,

$c$  — скорость света.

---

### Закон сохранения импульса

Для фотона и электрона векторно:

$$\vec{p}_\Phi = \vec{p}'_\Phi + \vec{p}_e$$

где

$\vec{p}_\Phi = \frac{h\nu}{c}$  — импульс падающего фотона,

$\vec{p}'_\Phi = \frac{h\nu'}{c}$  — импульс рассеянного,

$\vec{p}_e$  — импульс электрона.

## Формула Комптона

Рассчитывается изменение длины волны  $\Delta\lambda$  при рассеянии под углом  $\theta$ :

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta)$$

где

$\lambda$  — длина волны падающего фотона,

$\lambda'$  — длина волны рассеянного,

$\theta$  — угол рассеяния фотона,

$\frac{h}{m_e c} \approx 2,426 \times 10^{-12} \text{ м}$  — **комптоновская длина волны электрона**.

## Энергия и импульс электрона

Кинетическая энергия электрона после столкновения:

$$T_e = h\nu - h\nu'$$

Импульс электрона:

$$p_e = \sqrt{T_e^2/c^2 + 2T_e m_e}$$

## Суть явления

- Доказано корпускулярное свойство фотона: он ведёт себя как частица с импульсом  $p = h/\lambda$ .
- Явление не объясняется **классической волновой теорией света**.

- Эффект Комптона подтвердил квантовую природу света и лег в основу **физики квантов рентгеновского излучения**.