

Физика 11. Эффект Комптона. Теория явления Комптона.

Эффект Комптона – рассеяние рентгеновского или γ -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 γ -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,

ν и ν' – частоты падающего и рассеянного фотона,

m_e – масса электрона,

γ – 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 θ :

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

где

λ – длина волны падающего фотона,

λ' – длина волны рассеянного,

θ – угол рассеяния фотона,

$\frac{h}{m_e c} \approx 2,426 \times 10^{-12}$ 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**.