

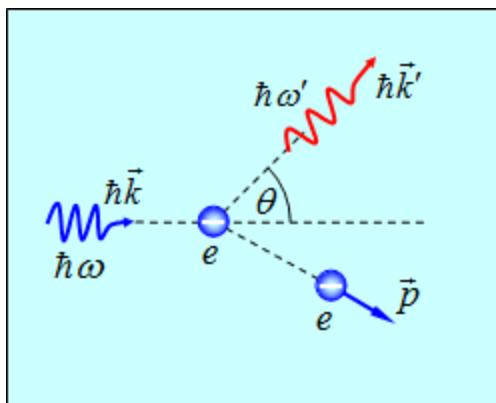
Физика 6. Эффект Комптона.

Суть эффекта

Эффект Комптона – изменение длины волны рентгеновского или гамма-излучения при рассеянии на свободных или слабосвязанных электронах.

Излучение ведёт себя как поток фотонов, которые **упруго сталкиваются** с электронами, передавая им часть энергии и импульса.

В результате рассеянный фотон имеет **большую длину волны** (меньшую энергию), чем падающий.



Формула Комптона

Изменение длины волны:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \lambda_C(1 - \cos\theta)$$

где

λ – начальная длина волны,

λ' – длина волны рассеянного фотона,

θ – угол рассеяния фотона,

λ_C – **комптоновская длина волны электрона**:

$$\lambda_C = \frac{h}{m_e c} = 2.426 \times 10^{-12} \text{ м}$$

Эта величина – фундаментальная постоянная.

Энергетические соотношения

Начальная энергия фотона:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

Энергия рассеянного фотона:

$$E' = \frac{hc}{\lambda'}$$

Потеря энергии фотоном:

$$E - E' = K_e$$

где K_e – кинетическая энергия электрона, выбитого при столкновении.

Импульсные соотношения

Используется релятивистский импульс фотона:

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

Моментум сохраняется в векторной форме.

Решение этих уравнений и даёт формулу Комптона.

Углы рассеяния

- Максимальное увеличение длины волны достигается при $\theta = 180^\circ$:

$$\Delta\lambda_{\max} = 2\lambda_C$$

- При $\theta = 0^\circ$ сдвига нет:

$$\Delta\lambda = 0$$

Физический смысл

Эффект показывает, что свет имеет **частично корпускулярную природу**. Он стал прямым экспериментальным доказательством квантовой теории

света.

Условия наблюдения

Эффект заметен, когда:

- энергия фотонов высока (рентген, гамма),
 - электрон можно считать свободным (слабая связь в атоме),
 - аппаратная разрешающая способность позволяет измерить сдвиг порядка 10^{-12} м.
-

Применения

- Диагностика высокоэнергетических процессов.
- Спектроскопия рентгеновских лучей.
- Исследование электронных структур в материалах.
- Физика высоких энергий, астрофизика.