

ФОТОНЫ

ФОТОНЫ

Электромагнитное излучение не только

испускается, поглощается, но и распространяется в виде отдельных квантов или фотонов. Энергия фотона определяется его частотой  $\nu$  или  $\omega$

$$\epsilon_{\phi} = h\nu = \hbar\omega, \quad \text{где } \hbar = \frac{h}{2\pi},$$

$\omega = 2\pi\nu$  или длиной волны  $\lambda$ :

$$\epsilon_{\phi} = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad \left(\nu = \frac{1}{T} = \frac{c}{\lambda}\right)$$

Помимо энергии фотон  
обладает импульсом

$$\varepsilon^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4 \quad (a)$$

Если для фотона (частицы света)  
 $m = 0$ , тогда:

$$\varepsilon^2 = p^2 c^2 \quad (b)$$

Для фотона, движущегося со скоростью света ( $v = c$ ) импульс равен:

$$p_{\phi} = \frac{\epsilon_{\phi}}{c} \quad \text{или} \quad p_{\phi} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

Вводя волновое число  $k = 2\pi/\lambda$ ,

( $h = 2\pi\hbar$ ) получим:  $p_{\phi} = \hbar k$

# Эффект Комптона

Эффект  
Комптона

## Артур Комптон



1892 - 1962



Эффект  
Комптона

## Схема опытов Комптона





Согласно закону сохранения энергии:

$$h\nu + m_0c^2 = h\nu' + c\sqrt{p^2 + m_0^2c^2} \quad (1)$$

Здесь:  $h\nu = \hbar\omega =$  - энергия падающего фотона;

$h\nu'$  - энергия рассеянного фотона;

$m_0c^2$  - энергия покоя электрона;

$p$  - импульс электрона после столкновения;

$c$  - скорость света.

Согласно закону сохранения импульса

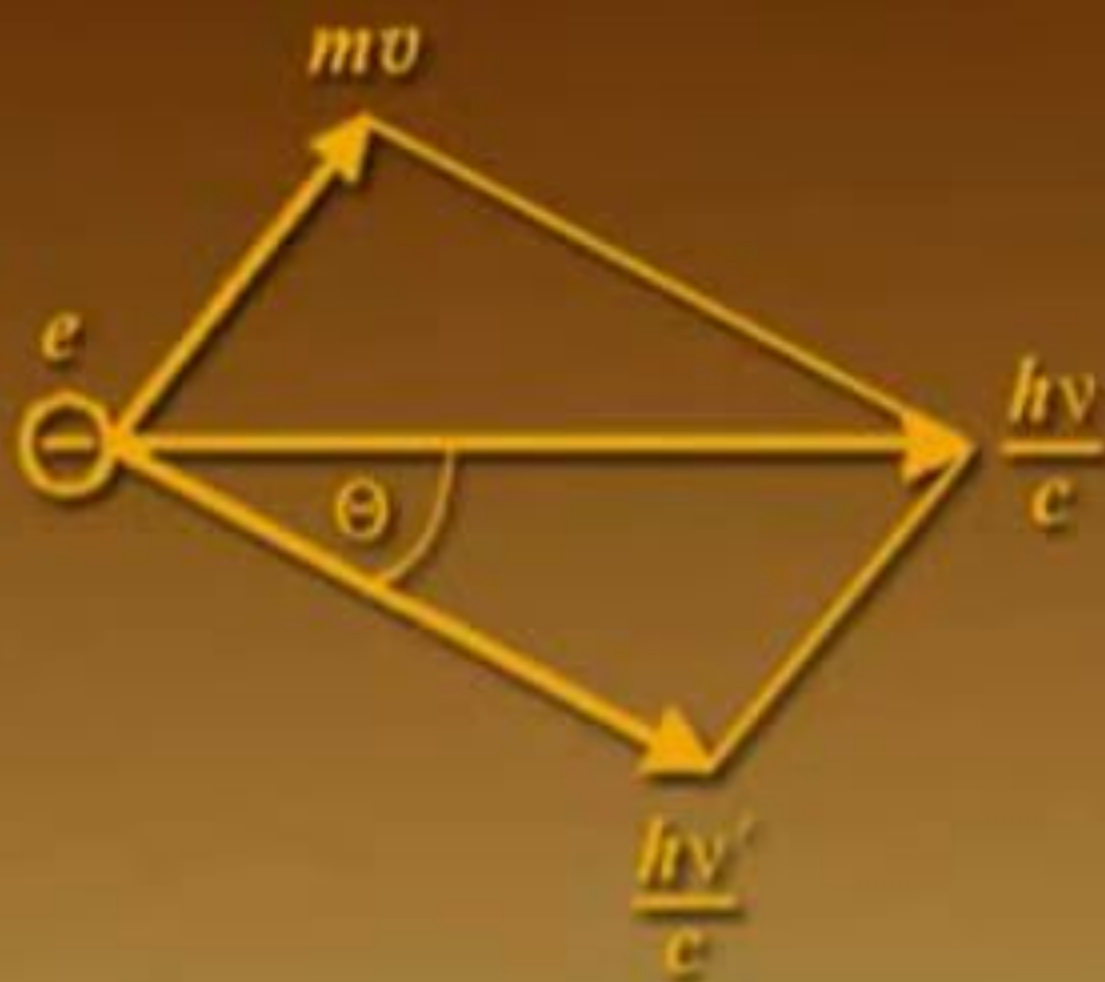
$$\frac{h}{2\pi} \vec{k} = \vec{p} + \frac{h}{2\pi} \vec{k}', \quad (2)$$

где  $\frac{h}{2\pi} \vec{k}$  - импульс налетающего фотона  
его модуль равен  $\frac{h\nu}{c}$

$\frac{h}{2\pi} \vec{k}'$  - импульс рассеянного фотона  
его модуль равен  $\frac{h\nu'}{c}$

$\vec{p} = m\vec{v}$  - импульс электрона отдачи

## Векторная схема закона сохранения импульса



$$p^2 = (mv)^2 = \left(\frac{h\nu}{c}\right)^2 + \left(\frac{h\nu'}{c}\right)^2 - 2\left(\frac{h\nu}{c}\right)\left(\frac{h\nu'}{c}\right)\cos\Theta \quad (3)$$

$$p^2 = (mv)^2 = \left(\frac{h\nu}{c}\right)^2 + \left(\frac{h\nu'}{c}\right)^2 - 2\left(\frac{h\nu}{c}\right)\left(\frac{h\nu'}{c}\right)\cos\Theta \quad (3)$$

$$h\nu + m_0c^2 = h\nu' + c\sqrt{p^2 + m_0^2c^2} \quad (1)$$



Решая совместно уравнения (1) и (3),  
получим:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \left(\frac{h}{m_0c}\right) (1 - \cos\Theta)$$

$$\text{или } \Delta\lambda = \Lambda(1 - \cos\Theta)$$

$$\Lambda = \frac{h}{m_0c} - \text{комптоновская длина волны}$$

частицы с массой покоя,  
равной  $m_0$

для электрона  $\Lambda = 0,0243 \cdot 10^{-10} \text{ м}$