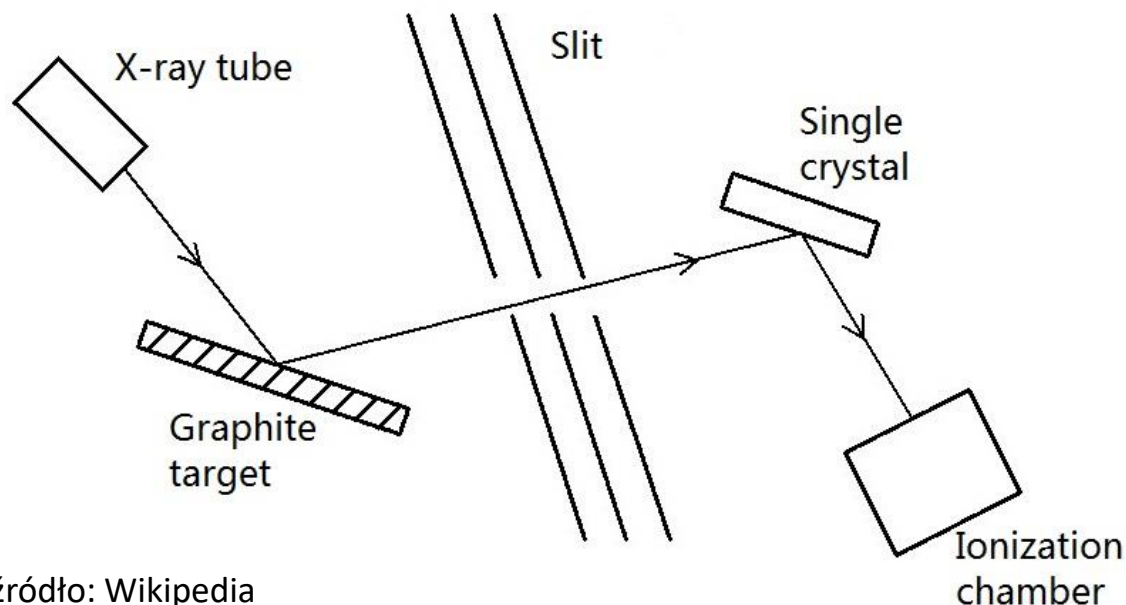


Zjawisko Comptona

Arthur Holly Compton badał w latach dwudziestych XX wieku rozpraszanie promieniowania rentgenowskiego na tarczy grafitowej. Odkrył, że długość fali rozproszonego światła jest większa niż dla światła padającego, niezależnie od intensywności padającego promieniowania.



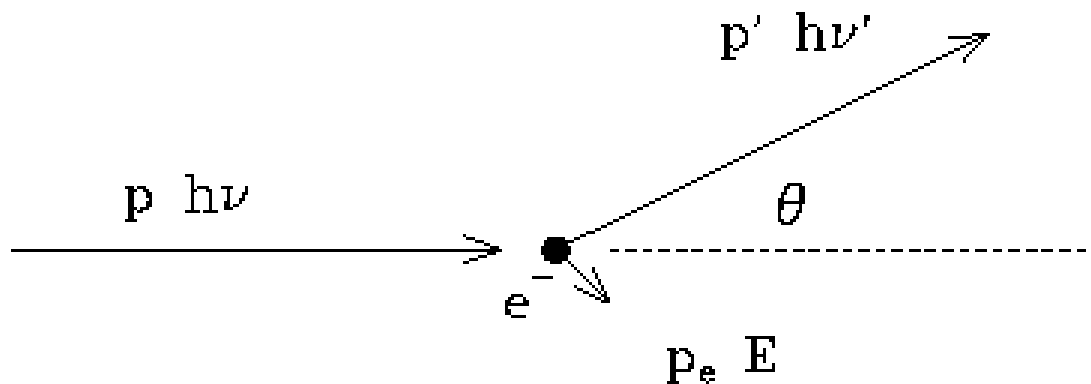
źródło: Wikipedia

Aby ten efekt wyjaśnić, trzeba było przyjąć, że światło zachowuje się nie jak fala elektromagnetyczna, ale jak strumień cząstek (fotonów) o masie spoczynkowej zero i pędzie proporcjonalnym do częstotliwości promieniowania

Wyjaśnienie efektu fotoelektrycznego (Einstein), promieniowania ciała doskonale czarnego (Planck) i zjawiska Comptona doprowadziły do przyjęcia koncepcji dualizmu korpuskularno-falowego. Światło zachowuje się jak fala albo strumień cząstek. Także „zwykłe” cząstki, na przykład elektron, mogą wykazywać własności falowe !

Kinematyka zjawiska Comptona

kwant światła (foton) zderza się ze swobodnym elektronem



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

$$E + m_e c^2 = E' + E_e$$

zasada zachowanie pędu
i całkowitej energii

$$E = \sqrt{(m c^2)^2 + (c \vec{p})^2}$$

↑
ogólny związek między
relatywistycznym pędem
i energią całkowitą
słuszny także dla cząstek
o masie spoczynkowej
równej zero

$$c p + m_e c^2 = c p' + \sqrt{(m_e c^2)^2 + (c \vec{p}_e)^2}$$

$$\vec{p}_e = \vec{p} - \vec{p}' \Rightarrow \vec{p}_e^2 = \vec{p}^2 + \vec{p}'^2 - 2 \vec{p} \cdot \vec{p}'$$

$$\Theta = \angle \{ \vec{p}, \vec{p}' \}$$

$$p_e^2 = p^2 + p'^2 - 2 p p' \cos \Theta$$

$$cp + m_e c^2 = cp' + c \sqrt{m_e^2 c^2 + p^2 + p'^2 - 2pp' \cos \Theta}$$

$$\Rightarrow p' = \frac{p}{1 + \frac{p}{c m_e} (1 - \cos \Theta)}$$

$$E = cp = h\nu$$

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{c}{\lambda}$$

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

$$p' = \frac{h\nu'}{c} = \frac{h}{c} \frac{c}{\lambda'} = \frac{h}{\lambda'}$$

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

$$\Delta \lambda = \lambda' - \lambda = \lambda_c (1 - \cos \Theta)$$

$$\lambda_c \equiv \frac{h}{c m_e} \approx 2.43 \times 10^{-12} \text{ m}$$

to równanie na p' rozwiążemy dla danego pędu początkowego fotonu oraz kąta rozproszenia Θ

Rozwiązanie na p'

W tym związku między częstotliwością promieniowania (ν) oraz energią (E) i długością pędu (p) pojawia się stała Plancka, h , jedna z najważniejszych stałych przyrody

$$h = 6.626070040(81) \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$h = 4.135667662(25) \times 10^{-15} \text{ eV s}$$

$\Delta \lambda$ nie zależy od początkowej długości fali λ , a jedynie od kąta rozproszenia Θ !

λ_c to tzw. komptonowska długość fali elektronu

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/quantum/compmat.html#c1>

