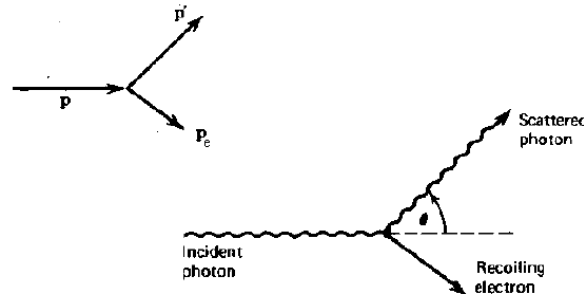


Efek Compton

Efek Compton adalah peristiwa hamburan yang timbul jika radiasi (sinar x) berinteraksi dengan partikel (elektron). **Foton sinar x bersifat sebagai partikel** dengan momentum $p = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$. Skema efek Compton diberikan pada gambar 1. Efek Compton dapat dijelaskan menggunakan konsep momentum dan tumbukan. Tumbukan dianggap



Gambar 1: Skema efek Compton. Foton datang dengan momentum p dan menumbuk elektron yang diam. Lalu foton terhambur dengan momentum p' dan elektron terhambur dengan momentum p_e . Sudut hamburan foton θ dihitung terhadap arah datangnya. (Gambar diambil dari buku Quantum Physics-nya Gasiorowicz)

bersifat lenting sempurna, sehingga berlaku hukum kekekalan energi,

$$E + m_e c^2 = E' + E_e \Leftrightarrow E_e = hf - hf' + m_e c^2. \quad (1)$$

dengan E adalah energi foton sebelum tumbukan, $m_e c^2$ energi elektron sebelum tumbukan (berupa energi diam), E' energi foton setelah tumbukan, dan E_e energi elektron setelah tumbukan. Seperti kasus tumbukan pada umumnya, pada peristiwa efek Compton juga berlaku kekekalan momentum.

- Pada arah sumbu x (searah dengan arah datang foton)

$$p = p' \cos \theta + p_e \cos \phi \Leftrightarrow p^2 + p'^2 \cos^2 \theta - 2pp' \cos \theta = p_e^2 \cos^2 \phi \quad (2)$$

dengan p momentum foton sebelum tumbukan, p' momentum foton setelah tumbukan, p_e momentum elektron setelah tumbukan, dan ϕ sudut hambur elektron (dihitung terhadap arah foton datang).

- Pada arah sumbu y (tegak lurus arah datang foton)

$$p' \sin \theta = p_e \sin \phi \Leftrightarrow p'^2 \sin^2 \theta = p_e^2 \sin^2 \phi. \quad (3)$$

Jumlah dari kedua persamaan terakhir menghasilkan

$$p^2 + p'^2 - 2pp' \cos \theta = p_e^2. \quad (4)$$

Dengan mengingat hubungan antara momentum dengan frekuensi, persamaan terakhir dapat ditulis menjadi

$$p_e^2 = \left(\frac{hf'}{c}\right)^2 + \left(\frac{hf}{c}\right)^2 - \frac{2h^2 f f'}{c^2} \cos \theta. \quad (5)$$

Di lain pihak, elektron memenuhi persamaan energi relativistik,

$$E_e^2 = (p_e c)^2 + (m_e c^2)^2. \quad (6)$$

Substitusi persamaan (1) dan (5) ke persamaan terakhir, menghasilkan

$$(hf - hf' + m_e c^2)^2 = \left[\left(\frac{hf'}{c}\right)^2 + \left(\frac{hf}{c}\right)^2 - \frac{2h^2 f f'}{c^2} \cos \theta \right]^2 + (m_e c^2)^2 \quad (7)$$

Setelah disederhanakan, persamaan tersebut menghasilkan

$$\begin{aligned} -f' m_e c^2 + f m_e c^2 &= h f f' - h f f' \cos \theta \\ \Leftrightarrow m_e c^2 \left(\frac{c}{\lambda} - \frac{c}{\lambda'} \right) &= \frac{h c^2}{\lambda \lambda'} (1 - \cos \theta) \\ \Leftrightarrow \lambda' - \lambda &= \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \theta), \end{aligned} \tag{8}$$

yang menyatakan hubungan antara panjang gelombang foton terhambur (λ') dan sudut hamburannya (θ) dengan panjang gelombang foton datang (λ) dan massa diam elektron (m_e). Persamaan tersebut telah sesuai dengan hasil percobaan.