

40.3 - Efeito Compton

Em 1923, Einstein concluiu que 1 fóton de energia E se desloca numa única direção (diferentemente de ondas esféricas) e é portador de 1 momento linear $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c}$. "Se 1 pacote de radiação provoca emissão ou absorção de 1 pacote de energia $h\nu$ por 1 molécula, então há transferência de momento p/ a molécula no valor $\frac{h\nu}{c}$ na direção do pacote p/ absorção e na direção oposta p/ emissão."

1923 → A. N. Compton (1892-1962)
P. Debye

perceberam que o espalhamento de fótons de raio X por e^- podia ser explicado considerando-se os fótons como partículas pontiformes c/ energia $h\nu$ e momento $\frac{h\nu}{c}$ conservando-se energia e momento na colisão.

De acordo c/ a teoria ondulatória clássica, as o.e.m. (x-ray) de frequência ν_0 quando incidem sobre e^- deveriam acelerar os e^- forçando-os a oscilar e irradiar numa frequência $\nu < \nu_0 \rightarrow$ fig 40.9a. Além disso, a frequência (ou λ) da radiação espalhada

deveria depender do tempo de exposição da amostra à radiação incidente e também da intensidade da radiação incidente.

Ao contrário dessa previsão, os resultados experimentais de Compton mostravam que o deslocamento do comp. de onda dos raios x espalhados só dependia do ângulo de espalhamento.

fig. 40.9.b → figura gráfica de transferência de momento e energia entre 1 única foton ^{raio x} e 1 e⁻.

→ fig. 40.10a → aparelho de Compton.

Mediu a dependência entre a intensidade dos raios x espalhados (câmara de ionização, que gerava 1 corrente proporcional à intensidade dos raios-x) e os θ em ângulos diferentes (medidos com 1 espectrômetro de cristal rotatório c/1 alvo de carbono).

Os gráficos mostram 2 picos, 1 em θ_0 e outro deslocado θ' .

θ_0 → provocado p/ raios x espalhados p/ e⁻ fortemente ligados aos átomos do alvo

θ' → provocado p/ espalhamento p/ e⁻ livres no alvo. pequenos fortemente

Compton previu que o pico dos raios deve ser dependente do ângulo de espalhamento θ conforme: (9)

$$\boxed{\lambda' - \lambda_0 = \frac{h}{mc} (1 - \cos \theta)} \quad (40.11)$$

→ equação do deslocamento Compton

$m = \text{massa do } e^-$

$$\boxed{\lambda_c = \frac{h}{mc}} = \text{comp. de onda Compton} = \underline{0,00243 \text{ nm}}$$

→ Dedução da eq. Compton

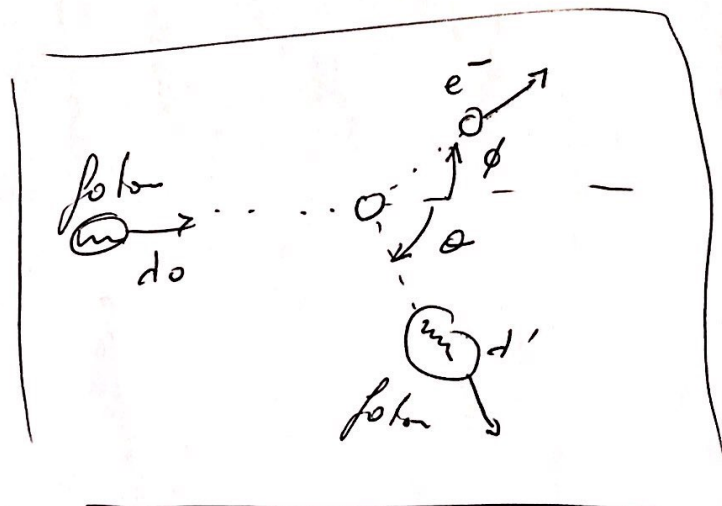
fig 40.11

conservação da energia

$$\begin{array}{ccc} \frac{hc}{\lambda_0} & = & \frac{hc}{\lambda'} + K_e \\ \downarrow & & \downarrow \\ E_i^f & & E_f^f + E_{e^-} \end{array}$$

$$\boxed{K_e = \gamma mc^2 - mc^2}$$

$$\therefore \boxed{\frac{hc}{\lambda_0} = \frac{hc}{\lambda'} + \gamma mc^2 - mc^2}$$



(40.12)

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Conservação do momento

$$\text{fóton: } p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\text{elétron: } p_e = \gamma m v$$

$$\text{comp. } x: \left| \frac{h}{\lambda_0} = \frac{h}{\lambda'} \cos \theta + \gamma m v \cos \phi \right| \quad (40.13)$$

$$\text{comp. } y: \left| 0 = \frac{h}{\lambda'} \sin \theta - \gamma m v \sin \phi \right| \quad 40.14$$

eliminando v e ϕ entre 40.12 a 40.14 tem:

$$\left| \Delta \lambda = \lambda' - \lambda_0 = \frac{h}{m c} (1 - \cos \theta) \right|$$