Effet Compton

On envoie un faisceau de rayons X durs ou de rayons γ de fréquence υ et de longueur d'onde $\lambda = c / \upsilon$ sur une cible très mince. On observe les rayons diffusés dans une direction faisant l'angle φ avec la direction du faisceau incident. On constate que la longueur d'onde λ' des photons diffusés est supérieure à λ et que cette longueur d'onde est fonction de l'angle d'observation. Ce phénomène, qui est l'effet Compton, résulte **de l'interaction entre le photon incident et un électron**. Le photon cède de l'énergie à l'électron et le photon diffusé a une longueur d'onde plus grande. L'énergie d'un électron lié de la cible est de quelques eV. Cette énergie est négligeable devant celle du photon incident et on peut considérer que la vitesse initiale de l'électron est nulle. Compte tenu des énergies, il faut utiliser les relations relativistes de la quantité de mouvement et de l'énergie.

m est la masse de l'électron et c la vitesse de la lumière.

Etat initial :	Photon	Quantité de mouvement $p_1 = h / \lambda$.	Energie $E_1 = h\upsilon = h.c / \lambda$.
	Electron	Quantité de mouvement $p_2 = 0$	Energie $E_2 = mc^2$
Etat final :	Photon	Quantité de mouvement $p_1' = h / \lambda'$.	Energie $E_1' = h\upsilon' = h.c / \lambda'$.
	Electron	Quantité de mouvement $p_2' = \gamma.m.v$	Energie $E_2' = \gamma.mc^2$

Avec $\gamma = 1 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. Soit ψ l'angle entre la direction incidente Ox et celle de l'électron.

Conservation de l'énergie : $mc^2 + h\nu - h\nu' = \gamma.mc^2$ (1)

Conservation de la quantité de mouvement

Sur Ox $h\nu - h\nu'.\cos\varphi = \gamma.mcv.\cos\psi$ (2)

Sur Oy $h\nu'.\sin\varphi = \gamma.mcv.\sin\psi$ (3)

Le carré de (1) donne : $m^2c^4 + (h\nu)^2 + (h\nu')^2 - 2h^2\nu\nu' - 2h\,mc^2(\nu' - \nu) = \gamma^2.m^2c^4$ (4)

La somme de (2) et (3) au carré donne : $(h\nu)^2 + (h\nu')^2 - 2h^2\nu\nu'.\cos\varphi = \gamma^2.(mcv)^2$ (5)

La soustraction membre à membre de (4) et (5) permet d'éliminer v^2.

Il reste : $h^2\nu\nu'.(1 - \cos\varphi) = h\,mc^2(\nu - \nu')$.

En passant aux longueurs d'onde, on obtient : $\boxed{\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos\varphi)}$

C'est la relation de Compton.

La quantité $\lambda_C = h / mc = 0{,}02426$ Å est la longueur d'onde de Compton

A partir de la relation (1), on peut calculer γ et en déduire la **vitesse v de l'électron**.

Le quotient de (3) par (2) donne : $\tan\psi = \dfrac{\nu'.\sin\varphi}{\nu - \nu'\cos\varphi} = \dfrac{\frac{c}{\lambda'}.\sin\varphi}{\frac{c}{\lambda} - \frac{c}{\lambda'}\cos\varphi}$

Vérifier que $\dfrac{1}{\tan\psi} = -\tan\dfrac{\varphi}{2}\left(1 + \dfrac{h}{mc\lambda}\right)$