

Effet de Materialisation ou création de paires

Mécanisme

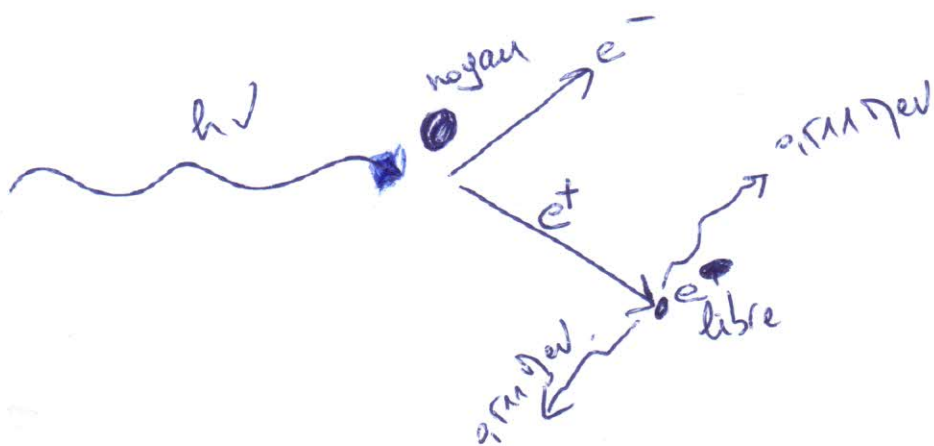
Un photon peut dans un champ électrostatique d'un noyau lourd matérialiser son énergie par la formation d'une paire d' e^- : positif (β^+) et négatif (β^-).

Pour subir le phénomène de matérialisation, le photon doit posséder une énergie minimale correspondant à la masse au repos de deux e^- soit $E_{\min} = 2m_e \cdot c^2 = 2 \cdot 0,511 = 1,02 \text{ MeV}$.

Si l'énergie du photon $> 1,02 \text{ MeV}$, l'excédent d'énergie est partagé sous forme d'énergie cinétique entre β^- et β^+ ainsi les deux particules formées partent dans la matière.

L' e^- (β^-) va céder son énergie cinétique en provoquant des excitations ~~et/ou~~ des ionisations et se retrouver à l'état libre en fin de parcours (agitation thermique).

Le positron va lui se ralentir puis rencontrer un e^- libre au milieu et s'annihiler en donnant naissance à deux photons d'énergie $0,511 \text{ MeV}$ et mis à 180° l'un de l'autre.



Propriétés

- 1) la production de paires est un phénomène d'absorption pure
- 2) la probabilité de production de paires augmente avec l'énergie du photon incident et est proportionnelle au numéro atomique Z du matériau cible

→ Conclusion

Pour des photons traversant un milieu donné,

les 3 effets décrits précédemment peuvent se produire individuellement ou simultanément ~~selon~~ selon l'énergie des photons et la nature du milieu. On peut donc écrire le coefficient d'atténuation

$$\mu = \underbrace{\rho}_{\text{photo}} + \underbrace{\tau}_{\text{Compton}} + \underbrace{\epsilon}_{\text{création de paires}}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} & \Rightarrow N = N_0 e^{-(\rho + \tau + \epsilon)x} \\ \frac{2}{2} & \mu_m = \frac{\mu}{\rho} = \left(\frac{\rho}{\rho} \right) + \frac{\tau}{\rho} + \frac{\epsilon}{\rho} \\ & = \rho_m + \tau_m + \epsilon_m \end{aligned}$$

En général

* l'effet photoélectrique est majoritaire pour des photons d'énergie ($< 50 \text{ keV}$), la création de paires ($> 1.02 \text{ MeV}$) et Z grand du matériau cible l'effet Compton se produit principalement pour les éléments de Z faible et pour des énergies intermédiaires.

