

5.4. Effet de Matérialisation (Création de paire d'e')

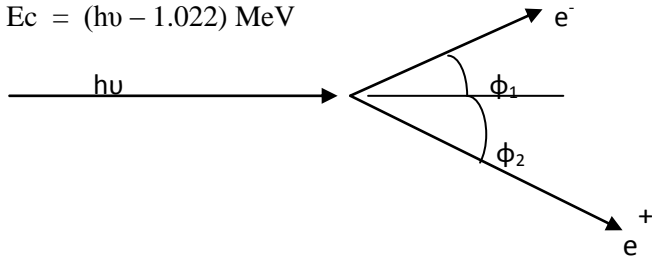
Quand un photon passe près d'un noyau atomique ($Z \gg 1$) il peut disparaître et donner naissance à une paire d'électrons, un électron négatif (négaton) et un électron positif (positron).

Conservation de charges : $0 = e^- + e^+$

Conservation de la quantité de Mvt : Les électrons se trouvent éjectés dans des directions différentes mais voisines de la direction d'incidence (ϕ_1 et ϕ_2).

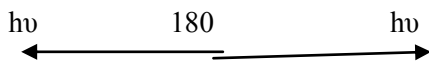
Conservation de l'énergie : L'énergie au repos d'un électron est égale à 0.511 MeV, une paire d'électrons représente 1.022 MeV. Donc, le phénomène de matérialisation n'est possible que pour un photon d'énergie > 1.022 MeV. Ces électrons partagent une énergie cinétique :

$$E_c = (h\nu - 1.022) \text{ MeV}$$



Devenir de la paire :

Le négaton, le plus stable, peut rester à l'état libre soit s'accoler à un atome pour former un ion. le positron, le moins stable, une fois ralenti, il rencontre un électron négatif de la matière et cette rencontre provoque un phénomène de dématérialisation avec émission de deux photons de 0.511 MeV à 180°.

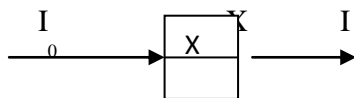


6. Absorption (Atténuation).

Soit un faisceau de RX ou de R_γ qui traverse une substance d'épaisseur dx , à la sortie, l'intensité sera diminuée à une quantité dI de la manière suivante :

$$dI = -\mu I dx \dots\dots\dots (1)$$

μ : coefficient linéaire d'atténuation (d'absorption) en cm^{-1}



I_0 : intensité du faisceau incident

I : intensité du faisceau transmis sans interaction

De (1) on écrit : $I/I_0 = e^{-\mu x}$

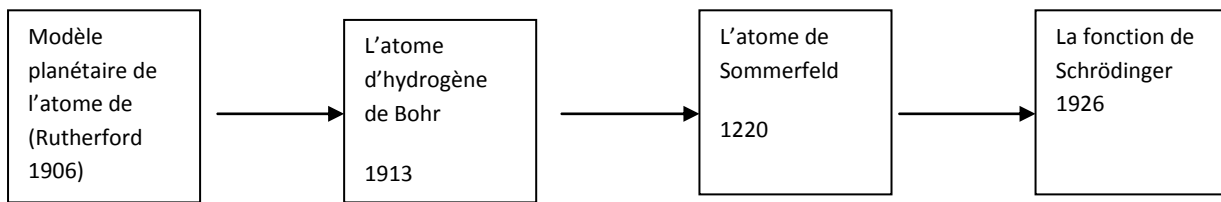
L'atténuation est donc : $A = 1 - e^{-\mu x}$

Couche de demi atténuation (CDA) : l'épaisseur qui atténue le faisceau à 50%. $A = 1/2$

Alors $I/I_0 = 1/2 = e^{-\mu x_{1/2}}$ d'où $CDA = x_{1/2} = 0,7/\mu$

7. Structure du noyau atomique.

L'édifice basique de l'atome était établi grâce aux travaux de Rutherford, de Bohr, de Sommerfeld et de Schrödinger.



7.1 Les constituants de l'atome

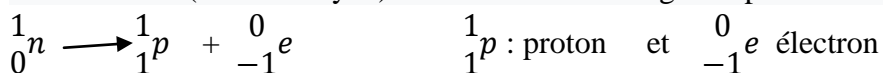
Un atome est formé du noyau et des électrons.

Le noyau appelé aussi nucléide ou nuclide est composé de nucléons étroitement liés entre eux.

Les nucléons sont de deux types :

1. Le neutron : corpuscule électriquement neutre symbole : 1_0n ou n ; Masse : $m_n = 1,0086649 \text{ u.m.a}$

A l'état libre (hors du noyau) le neutron se désintègre spontanément (radioactif).



2. le proton : corpuscule électriquement chargée positive. Symbole : 1_1p ou p , ce n'est autre que le

noyau de l'atome d'hydrogène c.à.d. 1_1H ou H^+ masse : $m_p = 1.0072764 \text{ u.m.a}$

Le proton est stable à l'état libre, mais dans certain cas, il peut se transformer en un neutron et un électron positif.

La charge du noyau est positive et sa valeur dépend du nombre de protons, le noyau est entouré d'un certain nombre d'électrons. les trois particules : le neutron, le proton et l'électron forment l'édifice atomique.

7.2 Nomenclature

Un noyau est caractérisé par :

a. Nombre de charges (numéro atomique) Z c.à.d. le nombre de protons qui constituent le noyau

b. Nombre de masse A : nombre total des nucléons $A = N + Z$ N : nombre de neutrons



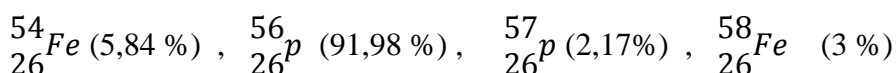
* **Isotopes** ; ce sont les nuclides qui ont le même Z mais de A différent

En 1910 F.W.Aston a montré que le néon (Ne) naturel contenait deux sortes d'atomes dont l'un avait un

masse égale à 22 et l'autre, une masse égale à 20 ${}^{20}_{10}Ne$ ${}^{22}_{10}Ne$

Les propriétés des isotopes trouvés dans la nature sont remarquablement constantes.

Exp.1 : le fer (Fe) a plusieurs isotopes que l'on trouve les mêmes propriétés dans le fer météorique et dans le fer terrestre.



Exp.2 : le carbone naturel contient ${}^{12}_6C$ (98,90%) et ${}^{13}_6C$ (1,1 %) sa masse atomique est :

$M = \sum \text{Mis} \cdot X_{is} / 100$ avec ; M_{is} : masse de l'isotope, X_{is} : son % , donc la masse du carbone est :

$$M = (12 \times 98,9 + 13 \times 1,1) / 100 = 12,011 \text{ g}$$

* **Isobares** : des noyaux qui ont même A mais de Z différent exp : Césium ${}_{55}^{137}\text{Cs}$ et Baryum ${}_{56}^{137}\text{Ba}$

* **Isotones** : des noyaux qui ont même N exp : Xénon ${}_{54}^{132}\text{Xe}$ et Césium ${}_{55}^{133}\text{Cs}$

* **Isomères** : des noyaux qui ont même A et même Z mais du point de vue énergétique (énergie interne) sont différents. Exp : ${}^A_Z X$ et ${}^A_Z Y$ $E_i(X) < E_i(Y) \implies X$ est dans l'état fondamental

Y = = = = = = = excité

7.3 Dimensions du noyau

Le noyau est souvent considéré comme ponctuel même s'il contient presque toute la masse de l'atome ; en réalité, le noyau possède des dimensions finies.

On peut déduire à partir de l'expérience de Rutherford (en calculant la distance minimale d'approche) que le rayon des noyaux atomiques est de l'ordre de 10^{-14} m.

Le volume d'un nucléon $V_0 = 4\pi R_0^3/3$, le volume du noyau $V = 4\pi R^3/3$

Sachant que $V = A V_0$ alors **$R = A^{1/3} R_0$**

$R_0 \approx 1,3$ Fm rayon d'un nucléon

1Fm(Fermi) = 10^{-15} m

7.4 Force nucléaire

Il existe une force capable d'assurer la stabilité des particules chargées positivement qui sont regroupées dans le volume restreint des noyaux ; L'action de cette force est entre deux protons, soit entre un proton et un neutron. Elle est de deux types :

- Force nucléaire attractive : de très grande intensité, assure la cohésion du noyau (rayon d'action environ 1,2 Fm)
- Force nucléaire répulsive : empêche l'interpénétration des nucléons (rayon d'action = 0,5 Fm)

7.5 Energie de liaison d'un nucléon au noyau (L)

On l'appelle aussi énergie de séparation : c'est l'énergie minimale pour qu'un nucléon soit arraché du noyau, elle varie de 2 à 20 MeV.

Energie interne du noyau + L = énergie des nucléons à l'état dispersé

On appelle L/A : énergie de liaison moyenne par nucléon. Plus L/A est grand, plus le noyau est stable.

$$Mc^2 + L = [(A-Z)m_n + Zm_p]c^2 \implies \underline{L/A = \Delta m c^2/A}$$

Avec : $\Delta m = [(A-Z)m_n + Zm_p - M]$ défaut de masse

M : masse exacte du noyau m_p, m_n les masses du proton et du neutron.

