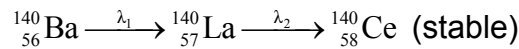


Exercice 1 : Filiations Radioactives

Soit la filiation radioactive suivante :



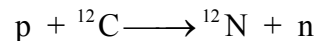
On donne la période de ${}^{140}\text{Ba}$: $T_1 = 306 \text{ h}$ et la période de ${}^{140}\text{La}$: $T_2 = 40,28 \text{ h}$.

On dispose à $t = 0$ de 5 mCi de ${}^{140}\text{Ba}$ radiochimiquement pur (il est en particulier séparé de ses descendants).

1. Donner le type de désintégrations pour chaque décroissance de la filiation.
2. Calculer la valeur de t_m , temps au bout duquel l'activité de ${}^{140}\text{La}$ sera maximale.
3. Lorsque $t = t_m$, on effectue une séparation chimique Ba-La. Quelle sera l'activité de la source de ${}^{140}\text{La}$ ainsi préparée ? Représenter l'allure de l'activité de ${}^{140}\text{Ba}$ et celle de ${}^{140}\text{La}$ en fonction du temps.
4. On attend à nouveau que l'activité de ${}^{140}\text{La}$ qui se forme à partir de ${}^{140}\text{Ba}$ soit maximale et on extrait le ${}^{140}\text{La}$. Calculer l'activité de la source de ${}^{140}\text{La}$ ainsi préparée.

Exercice 2 : Cinématique de réaction nucléaire

1. Soit la réaction nucléaire :



dont l'énergie de réaction est $Q = -45,15 \text{ MeV}$.

On donne : $M_n = 1,0086 \text{ u.m.a}$

$M_C = 12 \text{ u.m.a}$

$M_N = 12,0477 \text{ u.m.a}$

$1 \text{ u.m.a} = 931,494 \text{ MeV}/c^2$

Déterminer la masse du proton en MeV/c^2 .

2. On bombarde une cible de ${}^{12}\text{C}$ par un faisceau de protons de 6 MeV (choc inélastique).

Le phénomène est observé dans le système du laboratoire.

- a. Expliquer pourquoi cette réaction ne peut avoir lieu qu'à partir d'une certaine énergie seuil.
- b. Déterminer la vitesse du centre de masse et faire l'application numérique.
- c. Déterminer l'énergie cinétique de ${}^{12}\text{C}$ dans le système du centre de masse et faire l'application numérique.
- d. Déterminer la valeur de la vitesse du neutron en fonction de son angle de diffusion θ et de la masse des noyaux.
 Pour cette question, on fera l'approximation que $M_n = M_p = 1 \text{ u.m.a}$

3. On considère maintenant une diffusion coulombienne d'une particule α d'énergie cinétique initiale $T_0 = 5 \text{ MeV}$ et de vitesse initiale $\vec{v}_0 = v_0 \vec{u}_x$ sur un noyau d'or ${}_{79}^{197}\text{Au}$ (expérience de Rutherford).

On suppose le noyau d'or placé à l'origine du repère (O, x, y) .

- a. Faire un schéma de la diffusion.
- b. Sachant que la distance minimale d'approche a_0 est définie pour un choc en plein fouet (paramètre d'impact $b = 0$), démontrer que a_0 est donnée par

$$a_0 = \frac{k}{T_0}$$

Où k est une constante à déterminer.

Montrer que a_0 est bien homogène à une distance et calculer sa valeur.

- c. En utilisant la conservation du moment cinétique et les équations du mouvement, montrer que la projection sur l'axe Oy de l'accélération s'écrit :

$$\frac{dv_y}{dt} = \frac{k}{mv_0 b} \frac{d\varphi}{dt} \sin\varphi$$

m et φ désignent respectivement la masse de la particule alpha et l'angle des coordonnées polaire (entre la particule α et l'axe Ox).

- d. Déterminer la relation liant l'angle de diffusion θ de la particule alpha au paramètre d'impact b et à a_0 .

On donne la permittivité du vide dans le système MKSA :

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ m}^{-3} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$$

Exercice 3 : interaction gamma-matière

- On place devant un détecteur NaI(Tl) une source radioactive de ^{60}Co de 1 Ci d'activité émettant deux raies gamma $E_{\gamma 1} = 1,17 \text{ MeV}$ et $E_{\gamma 2} = 1,33 \text{ MeV}$
 - Sachant que $^{60}_{27}\text{Co}$ se désintègre en $^{60}_{28}\text{Ni}$, donner le type de cette désintégration et écrire son équation.
 - Lister les différents pics qu'on observe dans le spectre de la source de ^{60}Co .
 - Déterminer le débit de dose sachant qu'il est donné par l'expression :

$$\dot{D}_r = \frac{A_c}{r^2} (K_1 + K_2)$$

A_c est l'activité de la source radioactive supposée ponctuelle, r est la distance source-détecteur. K_1 et K_2 sont des facteurs de pondération respectifs de $E_{\gamma 1}$ et $E_{\gamma 2}$.

- On place maintenant entre la source et le détecteur un écran en plomb d'épaisseur $d = 5 \text{ cm}$. La distance source-détecteur est $r = 10 \text{ cm}$.
 - Déterminer les épaisseurs nécessaires pour que l'intensité de chaque énergie ($E_{\gamma 1}$ et $E_{\gamma 2}$) du faisceau soit atténuée de moitié.
 - On se propose de calculer l'épaisseur d'une plaque d'Aluminium. On expose la plaque au même faisceau et on constate que l'intensité est réduite de 10% de sa valeur initiale. Calculer l'épaisseur de la plaque en question.

On donne :

$$K_1 = 1,76 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Gy} \cdot \text{cm}^2}{\text{h} \cdot \text{Bq}} \quad K_2 = 1,95 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Gy} \cdot \text{cm}^2}{\text{h} \cdot \text{Bq}}$$

Masse volumique

$$\rho_{\text{Pb}} = 11,35 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{\text{Al}} = 2,70 \text{ g/cm}^3$$

Coefficients d'absorption massiques des γ_1 et γ_2 dans le plomb :

$$\frac{\mu_1}{\rho_{\text{Pb}}} = 0,0587 \text{ cm}^2/\text{g}$$

$$\frac{\mu_2}{\rho_{\text{Pb}}} = 0,0541 \text{ cm}^2/\text{g}$$

Coefficients d'absorption des γ_1 et γ_2 dans l'aluminium :

$$\frac{\mu_1}{\rho_{\text{Al}}} = 0,0566 \text{ cm}^2/\text{g}$$

$$\frac{\mu_2}{\rho_{\text{Al}}} = 0,0530 \text{ cm}^2/\text{g}$$