

Correction Radioactivité α CCP PC 2016

1. La particule α comprend 2 protons et 2 neutrons, cette particule a pour charge $+2e$ et peut subir l'action d'un champ électrique.

2. On applique pour cette réaction la conservation de la charge, le nombre de protons est conservé soit le nombre de protons du noyau fils est $Z - 2$.

3. La force qui maintient la particule α et le noyau fils "collés" pour former le noyau père est la force nucléaire. Elle est attractive (l'énergie potentielle augmente en $r = R_1$ donc $\frac{dV}{dr} > 0$, or on a la relation $\vec{F} = -\frac{dV}{dr}\vec{e}_r$ donc la force est selon $-\vec{e}_r$), très intense et s'exerce à très courte distance.

4. A l'extérieur du puits, la particule α et le noyau fils sont distincts et se repoussent (ils sont tous les deux chargés positivement: charge $+2e$ pour la particule α et $(Z - 2)e$ pour le noyau fils) sous l'action de la force électrostatique $\vec{F}_e = \frac{2e.(Z - 2)e}{4\pi\epsilon_0 r^2}\vec{e}_r$. Cette force dérive de l'énergie potentielle $E_p = \frac{2e.(Z - 2)e}{4\pi\epsilon_0 r}$. Par identification $K = \frac{2(Z - 2)e^2}{4\pi\epsilon_0}$.

5. Du point de vue de la mécanique classique, on a $E_m = E_c + V$ avec $E_c \geq 0$ donc le mouvement n'est possible que pour $E_m \geq V$. Ainsi la région comprise entre R_1 et R_2 est interdite. La particule α ne peut se trouver que dans le noyau père ($r < R_1$) soit avec le noyau fils ($r > R_2$) mais le passage de l'un à l'autre est interdit.

La particule peut traverser la barrière de potentiel, c'est l'effet tunnel. Pour que l'effet tunnel se produise, il faut que la barrière de potentiel ne soit pas trop épaisse, ni trop haute.

6. D'après le graphe fourni, on a $V_2 = V(r = R_1) = \frac{2(Z - 2)e^2}{4\pi\epsilon_0 R_1} = 31 \text{ MeV}$ et $V = V(r = R_2) = E_\alpha = \frac{2(Z - 2)e^2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ soit $R_2 = \frac{2(Z - 2)e^2}{4\pi\epsilon_0 E_\alpha} = 4,37.10^{-14} \text{ m} = 5,8 R_1$. L'épaisseur de la barrière est donc $R_2 - R_1 = 5R_1 \gg R_1$ d'où l'appellation de barrière épaisse.

7. La particule α dans le puits a pour énergie mécanique $E_\alpha = \frac{mv^2}{2} - V_1$, on en déduit sa vitesse par $v = \sqrt{\frac{2(E_\alpha + V_1)}{m}} = 2,72.10^7 \text{ m/s}$. Pour faire un aller-retour dans le puits, il faut à la particule un temps $\Delta t = \frac{2R_1}{v}$. Le nombre d'allers retours effectués par la particule α dans le puits est donc $f = \frac{1}{\Delta t} = \frac{v}{2R_1}$.

AN: $f = 1,8.10^{21} \text{ s}^{-1}$.

8. AN: $\lambda = 3,9.10^{-8} \text{ s}^{-1}$. $\frac{1}{\lambda}$ est le temps moyen entre deux désintégrations.