

Physique 2 : Transformations nucléaires

Estimation du volume sanguin perdu à la suite d'un accident - Étude énergétique de la désintégration

Données :

Particule	${}^{24}_{11}\text{Na}$	${}^{24}_{12}\text{Mg}$	${}^1_1\text{p}$	${}^1_0\text{n}$	${}^0_{-1}\text{e}$
Masse en u	-----	-----	1,00728	1,00866	$5,486 \cdot 10^{-4}$
Energie de liaison par nucléon ($\text{MeV}/\text{nucléon}$)	8,062469	8,08907	-----	-----	-----

$$1u = 931,4943 \text{MeV} \cdot c^{-2}$$

$$1 \text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{J}$$

$$t_{1/2}({}^{24}\text{Na}) = 15h$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$$

Le noyau de sodium ${}^{24}_{11}\text{Na}$ se désintègre **spontanément** en noyau de magnésium ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ avec production d'une particule X.

1. Identifier la particule X et préciser le type de radioactivité du sodium 24. 0,50
2. Comparer la stabilité des deux noyaux ${}^{24}_{11}\text{Na}$ et ${}^{24}_{12}\text{Mg}$. 0,50
3. À la suite d'un accident de circulation, une personne a perdu un volume de sang. Afin de déterminer le volume sanguin perdu, on injecte au patient à l'instant $t_0 = 0$ un volume $v_0 = 5,00 \text{mL}$ d'une solution de sodium 24 de concentration $C_0 = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
 - 3.1. Calculer la quantité de matière n_0 de sodium 24 injecté à l'instant $t_0 = 0$. 0,50
 - 3.2. Vérifier que l'activité de l'échantillon injecté à t_0 vaut $a_0 = 3,86 \cdot 10^{13} \text{Bq}$ 0,50
 - 3.3. Déterminer la quantité de matière n_1 de sodium restant à $t_1 = 3h$.
 - 3.4. A l'instant $t_1 = 3h$, l'analyse d'une prise de sang du patient de volume $v_p = 2,00 \text{mL}$, indique la présence de $n_p = 2,1 \cdot 10^{-9} \text{mol}$ de sodium 24. En déduire le volume V_{perdu} du sang perdu, en considérant que l'organisme humain contient $5L$ du sang, et que le sodium est uniformément réparti dans le sang. 0,50
4. On donne ci-dessous le diagramme d'énergie de la désintégration du sodium 24.
 - 4.1. Définir l'énergie de liaison E_ℓ . 0,50
 - 4.2. Calculer, en MeV , les énergies $E_{\text{Inter}1}$ et $E_{\text{Inter}2}$. 0,50
 - 4.3. A quoi correspond le bilan énergétique ΔE_2 ? calculer sa valeur. 0,50
5. Exprimer en fonction des masses des particules et la célérité c de la lumière dans le vide, les bilans d'énergie ΔE_1 et ΔE_3 et déduire la signification physique de chaque bilan. 0,50
6. Calculer en joule (J) l'énergie reçue par le corps du patient injecté pendant la durée $3h$ qui s'écoule entre l'injection et le prélèvement. 0,50

