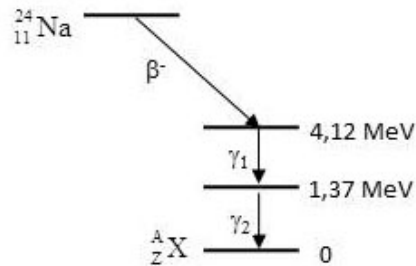


EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 5 (40 points)

Enoncé

Le sodium 24 (${}^{24}_{11}\text{Na}$) est un radionucléide émetteur bêta moins (β^-) de période radioactive $T = 15,0$ h dont le schéma de désintégration simplifié est représenté ci-dessous :



Données:

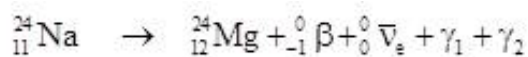
- constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- équivalent énergétique de l'unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
- numéro atomique de quelques éléments :

Z	9	10	11	12	13	14
Symbole	F	Ne	Na	Mg	Al	Si
Nom	fluor	néon	sodium	magnésium	aluminium	silicium

Questions**QUESTION N° 1 :**

Ecrire l'équation de désintégration du sodium 24. Identifier le noyau X en précisant son symbole, son numéro atomique et son nombre de masse.

Proposition de réponse

**QUESTION N° 2 :**

Calculer l'énergie cinétique maximale $E_{\beta^- \text{ max}}$ (en MeV) emportée par le rayonnement β^- .

On donne les masses des atomes :

$$M({}^{24}\text{Na}) = 23,99061 \text{ u} \text{ et } M({}^A_Z\text{X}) = 23,985042 \text{ u}$$

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION**Exercice N° 5 (40 points)****Proposition de réponse**

$$E_{\beta_{\max}} = [M({}_{11}^{24}\text{Na}) - M({}_{12}^{24}\text{Mg})] \cdot c^2 - E_{\gamma_1} - E_{\gamma_2}$$

$$E_{\beta_{\max}} = [23,990961 - 23,985042] \cdot 931,5 - 4,12 = 1,39 \text{ MeV}$$

QUESTION N° 3 :

Quelles sont les énergies E_{γ_1} et E_{γ_2} (en MeV) des photons γ émis lors de la désexcitation du noyau X ?

Proposition de réponse

$$E_{\gamma_1} = 4,12 - 1,37 = 2,75 \text{ MeV}$$

$$E_{\gamma_2} = 1,37 \text{ MeV}$$

QUESTION N° 4 :

Calculer la constante radioactive λ (en h^{-1}) et la durée de vie moyenne t (en h) du sodium 24.

Proposition de réponse

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 4,62 \cdot 10^{-2} \text{ h}^{-1}$$

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = 21,6 \text{ h}$$

QUESTION N° 5 :

On dispose d'une solution de sodium 24 d'activité $A_0 = 3,7 \text{ MBq}$. Calculer son activité A_1 (en MBq) au bout de 24,0 h.

Proposition de réponse

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t} = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$$

$$A = 3,7 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{15,0} \cdot 24} = 1,22 \text{ MBq}$$

QUESTION N° 6 :

On souhaite mesurer le volume de diffusion du sodium chez un patient. Pour cela, une infirmière lui injecte

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 5 (40 points)

une activité $A = 2,0 \text{ MBq}$ de sodium 24.

- A quelle masse (en pg) de sodium 24 correspond cette activité $A = 2,0 \text{ MBq}$?
- Lorsque le sodium 24 est réparti de manière homogène dans l'organisme, l'activité volumique du plasma est $a = 120 \text{ Bq.mL}^{-1}$. Sachant que l'activité éliminée dans les urines pendant la durée de l'examen est $A_U = 100 \text{ kBq}$ et qu'il n'est pas nécessaire de tenir compte de la décroissance radioactive, calculer le volume (en L) de diffusion du sodium chez ce patient.
- Indiquer les conditions de mesure de la radioactivité des échantillons (avant et après injection) pour qu'il ne soit pas nécessaire d'effectuer la correction de décroissance radioactive.

Proposition de réponse

$$a) \quad m = \frac{M_A \cdot N}{N_A} = \frac{24 \times 2,0 \cdot 10^6 \times 15,0 \times 3600}{6,02 \cdot 10^{23} \times \ln 2} = 6,2 \cdot 10^{-12} \text{ g} = 6,2 \text{ pg}$$

$$b) \quad V = \frac{A - A_U}{a} = \frac{2,0 \cdot 10^6 - 100 \cdot 10^3}{120} = 15,8 \cdot 10^3 \text{ mL} = 15,8 \text{ L}$$

c) Recommandation :

- effectuer au même moment les mesures de radioactivité des échantillons avant et après injection de façon à ce que la décroissance les affecte de la même manière ;
- vérifier que la durée des comptages est faible devant la période du sodium 24 ($T = 15,0 \text{ h}$)

Recommandation

QUESTION N° 7 :

Sachant que le débit de dose équivalente au contact de la seringue qui a servi à l'injection est de $2,2 \cdot 10^{-2} \mu\text{Sv.h}^{-1}$ pour une activité de 1 Bq , calculer la dose équivalente (en μSv) reçue par l'infirmière pendant l'injection dont la durée est de $0,5 \text{ min}$.

Proposition de réponse

$$H = \frac{dH}{dt} \cdot A \cdot \Delta t = 2,2 \cdot 10^{-2} \times 2,0 \cdot 10^6 \times \frac{0,5}{60} = 367 \mu\text{Sv}$$