PROPOSITIONS DE RÉPONSES

Question N° 1 :

Dans le processus β^+, un proton du noyau de fluor est transformé en neutron : il y a donc transformation de ${}^{18}_{9}F$ en ${}^{18}_{8}O$ avec émission d'un positon ${}^{0}_{+1}e$ (émission β^+) et d'une particule ν appelée neutrino (ou plus précisément ν_e pour neutrino électronique), neutre de masse nulle et n'interagissant pratiquement pas avec la matière.

On écrit :

$${}^{18}_{9}F \rightarrow {}^{18}_{8}O + {}^{0}_{+1}e + {}^{0}_{0}\nu$$

8 points

Lors d'une désintégration β^+, le positon émis dans le milieu perd de son énergie cinétique lors des collisions multiples et peut ensuite s'annihiler sur un électron : la dématérialisation produit **2 photons γ d'énergie 511 KeV** ; cette émission électromagnétique est utilisée dans les gamma caméras à positons (mesure du temps de vol temps, c'est-à-dire du temps de parcours des photons gamma).

2 points

Question N° 2 :

- On a la loi de décroissance exponentielle de l'activité $A(t) = A_0\, e^{-\lambda t}$ avec, d'après l'énoncé : $A_0 = 80\text{ MBq}$ et $A(t = 180\text{ min}) = 25{,}7\text{ MBq}$. On a donc :

$$\boxed{\lambda = -\frac{1}{t}\ln\frac{A(t)}{A_0}}$$

3 points

AN :

$$\lambda = -\frac{1}{180\text{ min}}\ln\frac{25{,}7\text{ MBq}}{80\text{ MBq}}$$

$$\boxed{\lambda = 6{,}31 \times 10^{-3}\text{ min}^{-1}}$$

2 points

Remarque : De manière générale, avec A_1 au temps t_1 et A_2 au temps t_2, on a :
$A_1 = A_0\, e^{-\lambda\, t_1}$ et $A_2 = A_0\, e^{-\lambda\, t_2}$, et donc :

$$\frac{A_1}{A_2} = e^{-\lambda\,(t_1 - t_2)}$$

soit

$$\lambda = -\frac{1}{t_1 - t_2}\, ln\frac{A_1}{A_2}$$

- La période du fluor 18 est

$$\boxed{T = \frac{\ln 2}{\lambda}}$$

3 points

soit.

$$\boxed{T = 110\text{ min} = 6600\text{ s}}$$

2 points

Question N° 3 :

a) Désignons par t = 0 l'instant de la préparation et A_0 l'activité à prévoir (valeur différente de l'activité A_0 de la question 2), sachant qu'au moment de l'utilisation t = 2,5 h = 150 min, l'activité du ^{18}FDG doit être $A(t)$ = 185 MBq. On a

$$A(t) = A_0 \, e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$$

soit

$$\boxed{A_0 = A(t) \, e^{+\frac{\ln 2}{T} t}}$$

3 points

AN :

$$A_0 = 185 \text{ MBq} \;\; e^{+\frac{\ln 2}{110 \text{ min}} 150 \text{ min}}$$

$$\boxed{A_0 = 476 \text{ MBq}}$$

2 points

b) Soit $N = \lambda \, A$ le nombre de noyaux radioactifs et m la masse totale des atomes correspondants. On donne la masse molaire d'un noyau M_{mol} et le nombre d'Avogadro N_A.

On a :

$$m = N \times \underbrace{\frac{M_{mol}}{N_A}}_{\text{masse d'un atome}}$$

soit

$$m = \frac{A}{\lambda} \frac{M_{mol}}{N_A}$$

soit

$$\boxed{m = \frac{A \, T}{\ln 2} \frac{M_{mol}}{N_A}}$$

3 points

AN :

$$m = \frac{185 \; \times 10^6 \text{ Bq} \times 6600 \text{ s}}{\ln 2} \frac{181 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6{,}02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}}$$

soit

$$\boxed{m = 5{,}3 \times 10^{-10} \text{ g}}$$

2 points

Question N° 4 :

La loi d'atténuation du flux ϕ du rayonnement en fonction de x l'épaisseur d'écran traversée s'écrit :

$$\phi = \phi_0 \, e^{-\mu \, x}$$

dans laquelle μ est le coefficient d'atténuation linéaire du plomb.

a) Si pour x = 1 cm, on a $\frac{\phi}{\phi_0}$ = 0,24, on déduit la valeur de μ :

$$\boxed{\mu = -\frac{1}{x} \ln \frac{\phi}{\phi_0}}$$

3 points

AN :

$$\mu = -\frac{1}{1\ \text{cm}} \ln 0{,}24$$

soit

$$\boxed{\mu = 1{,}427\ \text{cm}^{-1}}$$

2 points

b) Il ne doit passer qu'une fraction de rayonnement $\frac{\phi}{\phi_0} = 1 - 0{,}95 = 0{,}05.$
L'épaisseur de plomb traversée doit être :

$$\boxed{x = -\frac{1}{\mu} \ln \frac{\phi}{\phi_0}}$$

3 points
AN :

$$x = -\frac{1}{1{,}427\ \text{cm}^{-1}} \ln 0{,}05$$

soit

$$\boxed{x = 2{,}10\ \text{cm}}$$

2 points