

CLASSE : Terminale

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 0h53

EXERCICE 2 : 5 points

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui « type collège »

EXERCICE 2 : La scintigraphie cardiaque

Q1.

${}_{81}^{201}\text{Tl} \rightarrow {}_{80}^{201}\text{Hg}^* + {}_1^0e$: il y a émission d'un positon. il s'agit d'une désintégration β^+ .

Q2.

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

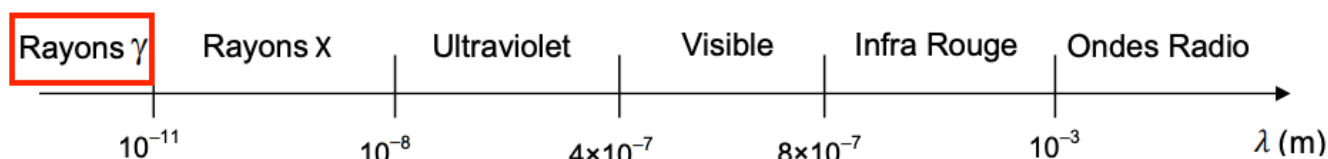
$$E \times \lambda = hc$$

$$\lambda = \frac{hc}{E}$$

$$\lambda = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{135 \times 10^3 \times 1,60 \times 10^{-19}}$$

$$\lambda = 9,21 \times 10^{-12} \text{ m}$$

Q3.



La longueur d'onde $\lambda = 9,21 \times 10^{-12} \text{ m}$ est inférieure à 10^{-11} m : ce rayonnement appartient donc au domaine des rayons γ .

Q4.

Pour se protéger de ce rayonnement ionisant, on peut se mettre derrière un mur dense (contenant du plomb par exemple).

Q5.

$$A(t) = - \frac{dN(t)}{dt}$$

Q6.

$$A(t) = - \frac{dN(t)}{dt}$$

Or :

$$A(t) = \lambda \times N(t)$$

D'où :

$$\lambda \times N(t) = - \frac{dN(t)}{dt}$$

$$\frac{dN(t)}{dt} + \lambda \times N(t) = 0$$

Q7.

$$N(t) = N_0 \times e^{-\lambda t}$$

Dérivons $N(t)$:

$$\frac{dN(t)}{dt} = N_0 \times (-\lambda) \times e^{-\lambda t}$$

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda \times N_0 \times e^{-\lambda t}$$

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda \times N(t)$$

On retrouve l'équation différentielle :

$$\frac{dN(t)}{dt} + \lambda \times N(t) = 0$$

Ainsi, $N(t) = N_0 \times e^{-\lambda t}$ est bien solution de l'équation différentielle.

Q8.

Par définition du temps de demi-vie :

$$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$$

Or :

$$N(t_{1/2}) = N_0 \times e^{-\lambda t_{1/2}}$$

D'où :

$$N_0 \times e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{N_0}{2}$$

$$e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2}$$

$$\ln(e^{-\lambda t_{1/2}}) = \ln\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$-\lambda t_{1/2} = -\ln 2$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{3,04 \times 86400}$$

$$\lambda = 2,64 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

Q9.

$$A(t) = A_0 \times e^{-\lambda t}$$

$$A_r = 78 \times e^{-2,64 \times 10^{-6} \times 2 \times 3600}$$

$$A_r = 76,5 \text{ MBq}$$

L'activité a très peu diminué en 2 heures : on peut considérer qu'elle reste constante pendant toute la durée de l'examen (15 à 30 minutes).

Q10.

$$A(t_{1\%}) = \frac{A_0}{100}$$

$$A(t_{1\%}) = A_0 \times e^{-\lambda t_{1\%}}$$

$$A_0 \times e^{-\lambda t_{1\%}} = \frac{A_0}{100}$$

$$e^{-\lambda t_{1\%}} = \frac{1}{100}$$

$$\ln(e^{-\lambda t_{1\%}}) = \ln\left(\frac{1}{100}\right)$$

$$-\lambda t_{1\%} = -\ln 100$$

$$t_{1\%} = \frac{\ln 100}{\lambda}$$

$$t_{1\%} = \frac{\ln 100}{2,64 \times 10^{-6}}$$

$$t_{1\%} = 1,74 \times 10^6 \text{ s}$$

Convertissons ce temps en jours :

$$t_{1\%} = \frac{1,74 \times 10^6}{86400}$$

$$t_{1\%} = 20,2 \text{ jours}$$

La décroissance radioactive seule nécessiterait 20 jours pour que l'activité diminue à 1 % de sa valeur initiale.

Boire beaucoup d'eau après l'examen favorise l'élimination biologique via les urines du thallium 201, ce qui accélère son élimination de l'organisme et réduit ainsi la durée d'exposition du patient au rayonnement, sans attendre uniquement la décroissance radioactive.