

Exercice 6 (D'après bac STL Biotechnologie Antilles Juin 2014) (Correction)

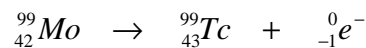
1. Désintégration du noyau radioactif utilisé pour la scintigraphie

1.1. D'après le document A1, le technétium 99m est un émetteur de rayons γ . On utilise une caméra sensible aux rayons γ , d'où le nom de gamma caméra.

1.2. Le nombre 42 correspond au nombre de charges c'est-à-dire au nombre de protons et 99 correspond au nombre de masse c'est-à-dire au nombre de nucléons. Ce noyau possède donc $99 - 42 = 57$ neutrons.

D'après le document A3, ce nucléide est radioactif car il se situe dans la zone des nucléides (coordonnées $N = 57$ et $Z = 42$) se désintégrant selon le mode β^- .

1.3 1.3.1



La particule émise est un électron. On a utilisé les lois de conservations du nombre de charge et du nombre de masse. (Conservation du nombre de masse : $99 = 99 + 0$ et conservation du nombre de charge : $42 = 43 - 1$)

1.3.2 Il y a émission d'un électron donc il s'agit d'une radioactivité de type β^- . Ceci est bien en accord avec le document A3 où ce type de nucléide est radioactif β^- .

1.3.3 D'après le document A3, ce nucléide se situe en dessous de la courbe de stabilité (coordonnées $N = 57$ et $Z = 43$) donc il se désintègre selon le mode β^- .

2. Rayonnement γ

2.1 2.1.1 Le rayonnement γ est une onde électromagnétique comme la lumière visible.

2.1.2

$$E = 141 \text{ keV} = 141 \times 10^3 \times 1,6 \times 10^{-19} = 2,26 \times 10^{-14} \text{ J}$$

2.1.3 On a la relation :

$$E = h \times \nu$$

$$\nu = \frac{E}{h} = \frac{2,26 \times 10^{-14}}{6,62 \times 10^{-34}} = 3,41 \times 10^{19} \text{ Hz}$$

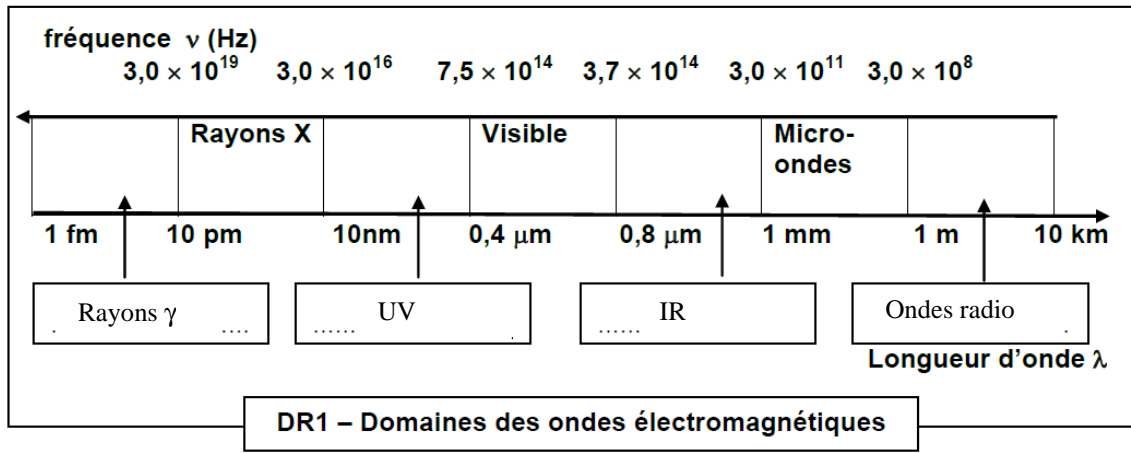
2.1.4 On a la relation :

$$c = \lambda \times \nu$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \times 10^8}{3,41 \times 10^{19}} = 8,80 \times 10^{-12} \text{ m} = 8,80 \text{ pm}$$

2.2. Il s'agit du mot désexcitation car on étudie le rayonnement γ lorsque le noyau passe d'un état excité à l'état fondamental, stable. Il y a désexcitation.

2.3.



3. Décroissance radioactive

3.1. La demi-vie $t_{1/2}$ ou période radioactive est le temps au bout duquel la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon se sont désintégrés.

3.2. D'après le document A1 :

$$t_{1/2} = 6 \text{ h} = 6 \times 3600 = 21600 \text{ s}$$

3.3. D'après le document A5, le graphique qui illustre la loi de décroissance radioactive est le graphique (b) car la loi de décroissance radioactive est une loi de type exponentielle et c'est le seul graphique qui correspond à la définition du temps de demi-vie.

3.4 Le temps de demi-vie du technétium est de 6 h donc :

Au bout de 6 h, 50 % des noyaux se sont désintégrés

Au bout de 12 h, 75 % des noyaux se sont désintégrés (50 + 25)

Au bout de 18 h, 87,5 % des noyaux se sont désintégrés (50 + 25 + 12,5)

Au bout de 24 h, 93,75 % des noyaux se sont désintégrés (50 + 25 + 12,5 + 6,25)

Donc au bout de 25 h, 90 % des noyaux de technétium injectés se sont effectivement désintégrés.

On peut également utiliser une méthode graphique. 90 % des noyaux se désintègrent donc d'après la courbe (b) du document A5, sur les 1000 noyaux initialement présents, 900 se désintègrent donc il reste 100 noyaux radioactifs. La valeur de 100 noyaux est obtenue pour un temps de 20 h. Donc au bout de 25 h, 90 % des noyaux de technétium injectés se sont effectivement désintégrés.

4. Effet biologique et protection

4.1 L'énergie absorbée est : $E = 141 \times 10^3 \times 1,6 \times 10^{-19} \times 1,5 \times 10^{13} \times 0,01 = 3,4 \times 10^{-3} \text{ J}$

4.2 On a la relation :

$$D = \frac{E}{m} = \frac{3,4 \times 10^{-3}}{70} = 4,9 \times 10^{-5} \text{ Gy}$$

4.3 La dose équivalente est :

$$H = F_Q \times D = 1 \times 4,9 \times 10^{-5} = 4,9 \times 10^{-5} \text{ Sv} = 4,9 \times 10^{-2} \text{ mSv}$$

4.4 Le technicien travaille pendant 7 h donc le débit de dose est :

$$4,9 \times 10^{-2} / 7 = 7 \times 10^{-3} \text{ mSv.h}^{-1} = 7 \text{ } \mu\text{Sv.h}^{-1}$$

Le technicien travaille dans la zone bleue car le débit dose est d'environ 2,5 à 7,5 $\mu\text{Sv.h}^{-1}$

4.5 Mesures de protection pour limiter les risques d'exposition :

- utiliser des écrans de protection (plomb, béton)
- se tenir éloigné de la source radioactive
- limiter la durée d'exposition à la source radioactive