

Exercice 1.

1. Calculer l'activité initiale d'un échantillon de radium 226 de masse $m = 1,0$ g.

Méthode 1 : Masse d'un noyau de radium 226, $m = 226 \text{ u} = 226 \times 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$$\text{Nombre de noyaux : } N = \frac{1,0 \times 10^{-3}}{226 \times 1,6710^{-27}} = 2,7 \times 10^{21} \text{ noyaux};$$

Méthode 2 : Quantité de radium : $n = \frac{m}{M}$; Nombre de noyaux : $N = n \times N_A = \frac{m}{M} \times N_A$

$$N = \frac{1,0}{226} \times 6,02 \times 10^{23} = 2,7 \times 10^{21} \text{ Noyaux}$$

$$\text{Activité : } A = \lambda N; \lambda = 4,3 \cdot 10^{-4} \text{ an}^{-1}; \lambda = \frac{4,3 \cdot 10^{-4}}{365 \times 24 \times 3600} \text{ s}^{-1}$$

$$A = \frac{4,3 \cdot 10^{-4}}{365 \times 24 \times 3600} \times \frac{1,0 \times 10^{-3}}{226 \times 1,6710^{-27}} = 3,6 \times 10^{10} \text{ Bq.}$$

2. Calculer l'activité de cet échantillon 1000 ans plus tard.

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \rightarrow A = 3,6 \cdot 10^{10} e^{-(4,3 \cdot 10^{-4} \times 1000)} = 2,3 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

Exercice 2.

La constante radioactive du polonium 210 est $\lambda = 8,51 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$

1. Calculer en jours la demi-vie du polonium 210.

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{8,51 \cdot 10^{-8}} = 8,14 \times 10^6 \text{ s} = \frac{8,14 \times 10^6}{3600 \times 24} = 94,3 \text{ jours}$$

2. Au bout de quelle durée l'activité d'un échantillon polonium 210 sera-t-elle divisée par 1 000 ?

$$\frac{A}{A_0} = e^{-\lambda t} \rightarrow e^{\ln \frac{A}{A_0}} = e^{-\lambda t} \rightarrow \ln \frac{A}{A_0} = -\lambda t$$

$$\ln \frac{A}{A_0} = -\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t \rightarrow t = -\frac{\ln \left(\frac{A}{A_0} \right)}{\ln 2} t_{1/2}$$

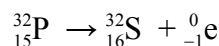
$$t = \frac{\ln 1000}{\ln 2} \times 94,3 = 940 \text{ jours.}$$

Exercice 3

Le phosphore $^{32}_{15}\text{P}$ est radioactif β^- .

- 1.

- a. Écrire l'équation de la désintégration sachant qu'il se forme un isotope du soufre S.



- b. La demi-vie du phosphore 32 est égale à 14,3 jours. Calculer sa constante radioactive λ

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{14,3} = 4,85 \times 10^{-2} \text{ jour}^{-1} = \frac{4,85 \times 10^{-2}}{3600 \times 24} = 5,61 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

2.

- a. Donner l'expression de l'activité A d'un échantillon en fonction du nombre de noyau radioactifs qu'il contient.

$$A = \lambda N$$

- b. Calculer la masse d'un échantillon de phosphore 32 pur ayant une activité de $1,20 \cdot 10^{16}$ Bq.

$$N = \frac{A}{\lambda} = n \times \mathcal{N}_A = \frac{m}{M} \times \mathcal{N}_A \rightarrow m = \frac{MA}{\lambda \mathcal{N}_A} = \frac{32 \times 1,20 \cdot 10^{16}}{5,61 \cdot 10^{-7} \times 6,02 \times 10^{23}} = 1,14 \text{ g}$$

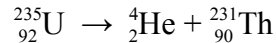
- c. Quelle sera la masse de phosphore 32 dans cet échantillon au bout de 40,0 jours ?

$$m = m_0 e^{-\lambda t} \rightarrow m = 1,14 e^{-4,85 \times 10^{-2} \times 40} = 0,163 \text{ g}$$

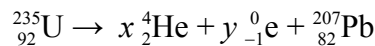
Exercice 4.

Dans la famille radioactive de l'uranium 235, le nucléide stable obtenu est le plomb 207 ($Z = 82$). La suite de désintégrations radioactives ne comporte que des transformations α et β^-

1. Identifier le noyau obtenu lors de la première désintégration de l'uranium 235 sachant qu'elle est de type α . Écrire l'équation de cette désintégration.

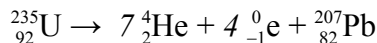


2. Combien de particules α et d'électrons sont émis pour passer d'un noyau d'uranium 235 à un noyau de plomb 207 ? (Pour effectuer ce calcul, la connaissance de l'ordre des désintégrations n'est pas nécessaire).



- Conservation du nombre de nucléons : $235 = 4x + 207 \rightarrow x = \frac{235 - 207}{4} = 7$
- Conservation de la charge : $92 = 2x - y + 82 = 14 - y + 82 \rightarrow y = 82 + 14 - 92 = 4$

Écrire l'équation traduisant le bilan de cette suite de réactions nucléaires.



Exercice 5.

Données :

- le rapport isotopique carbone 14/carbone 12 garde la valeur constante $1,310^{-12}$ dans les organismes vivants ;
- le carbone 12 est stable ;
- demi-vie du carbone 14 : $t_{1/2} = 5,7 \cdot 10^3$ ans ;

1. Un fragment d'os ancien contient 80 g de carbone (essentiellement du carbone 12). Calculer le nombre d'atomes de carbone 12 correspondant.

$$\text{Masse d'un noyau carbone 12 : } m = 12 \text{ u} = 12 \times 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Nombre de noyaux : } N = \frac{80 \times 10^{-3}}{12 \times 1,67 \cdot 10^{-27}} = 4,0 \times 10^{24} \text{ noyaux ;}$$

2. Ce fragment d'os a une activité de 0,75 Bq. Calculer le nombre d'atomes de carbone 14 qu'il contient.

$$A = \lambda N$$

$$N = \frac{A}{\lambda} = \frac{A \times t_{1/2}}{\ln 2} = \frac{0,75 \times 5,7 \times 10^3 \times 365 \times 24 \times 3600}{\ln 2} = 1,9 \times 10^{11} \text{ noyaux.}$$

Nombre de noyaux de carbone 14 : $N_0 = 4,0 \cdot 10^{24} \times 1,3 \cdot 10^{-12} = 5,2 \cdot 10^{12}$ noyaux

3. *Quel est l'âge de ce fragment d'os ?*

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \rightarrow e^{\frac{\ln N}{N_0}} = e^{-\lambda t} \rightarrow \ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t \rightarrow t = -\frac{\ln \left(\frac{N}{N_0} \right)}{\ln 2} t_{1/2}$$

$$t = -\frac{\ln \left(\frac{1,9 \times 10^{11}}{5,2 \times 10^{12}} \right)}{\ln 2} 5,7 \times 10^3$$

$$t = 2,7 \times 10^4 \text{ ans}$$