APPLICATION N°1

1.

a. *A* est le nombre de nucléons et *Z* le numéro atomique (nombre de protons).

b. À l'élément carbone correspondent le symbole C et le numéro atomique 6, le symbole du noyau de carbone 14 est donc ${}^{14}_{6}C$.

Celui de l'oxygène 17 est ${}^{17}_{8}O$.

2. La conservation du nombre de nucléons conduit à $A = 14$.

Le numéro atomique 7 est celui de l'élément azote donc *X* correspond à N.

3. La teneur en carbone 14 diminue car le noyau ${}^{14}_{6}C$ est instable et les échanges arrêtés.

4.

a. Faux car les numéros atomiques et les symboles sont différents.

b. Faux car les nombres de neutrons donnés par $A - Z$ sont différents.

c. Faux car le carbone n'a que deux isotopes stables.

d. Vrai car le rayon du noyau est proportionnel à $A^{1/3}$.

APPLICATION N°2

1. non : 4 nucléons de moins

$$\boxed{{}^{A1}_{Z1}X_1 \rightarrow {}^{A1-4}_{Z1-2}Y_1 + {}^{4}_{2}He}$$

2. non type β^+

$$\boxed{{}^{A2}_{Z2}X_2 \rightarrow {}_{Z}{}^{A2}_{Z2-1}X_3 + {}^{0}_{1}e}$$

3. 75% : 50% de la totalité + 50 % de la moitié restante donc deux demi-vies : 12 ans.

4.

5. au bout de 24 ans 45% a été désintégré :

$$\lambda = \ln(55/100)/t$$

$$t_{1/2} = -\ln 2/\lambda \approx 28 \text{ ans}$$

6. En 24 ans la première réaction a transformé : 50 + 25 + 12,5 + 6.25 = 93.75%

APPLICATION N°3

a)

Composition du noyau : $^{226}_{88}\mathbf{Ra}$ $\begin{cases} \text{nombre de protons :} & \mathbf{Z} = 88 \\ \text{nombre de neutrons :} & \mathbf{A} - \mathbf{Z} = 138 \end{cases}$

b)

La désintégration α.

Un noyau lourd instable éjecte une particule α et donne un noyau fils plus léger, généralement dans un état excité

- $^{A}_{Z}\mathbf{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\mathbf{Y} + {}^{4}_{2}\mathbf{He}$

Les particules α (alpha).sont des noyaux d'hélium dont l'écriture symbolique : $^{4}_{2}\mathbf{He}$

La désintégration β^-.

Cette radioactivité se manifeste lorsque le noyau présente un excès de neutrons. Au cours de la désintégration, il y a émission : d'un électron

. $^{A}_{Z}\mathbf{X} \rightarrow {}^{A}_{Z+1}\mathbf{Y} + {}^{0}_{-1}\mathbf{e}$

Les particules β^- sont des électrons :

c)

$$\underset{\textbf{Radium}}{^{226}_{88}\mathbf{Ra}} \rightarrow \underset{\textbf{Radon}}{^{222}_{86}\mathbf{Rn}} + {}^{4}_{2}\mathbf{He} + \gamma$$

d)

Nombre de désintégrations de type α et β^-.

Le nombre de masse doit passer de la valeur **A** = 226 à la valeur **A'** = 206. Au cours d'une désintégration β^-, le nombre de masse ne varie pas et au cours d'une désintégration α, **A'** = **A** – 4.

En conséquence, le nombre de désintégrations α est :

$$N_\alpha = \frac{A - A'}{4} = \frac{226 - 206}{4} = 5$$

- Nombre de désintégrations β^-:

Au bout de 5 désintégrations α :

$$Z'' = Z - 2 \times 5$$

$$Z'' = 88 - 10$$

$$Z'' = 78$$

Pour arriver à la valeur **Z'** = 82, il faut :

$N_{\beta^-} = Z' - Z'' = 82 - 78 = 4$

APPLICATION N°4

a)

$${}^{222}_{86}\textbf{Rn} \quad \rightarrow \quad {}^{218}_{84}\textbf{Po} \quad + \quad {}^{4}_{2}\textbf{He} \quad + \quad \gamma$$

Radon **Polonium**

b)

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

$$\lambda \approx \frac{\ln 2}{3,8 \times 24 \times 3600}$$

$$\lambda \approx 2,11 \times 10^{-6}\ \mathrm{s}^{-1}$$

c)

$$N_0 = \frac{m \cdot N_A}{M(Rn)}$$

$$N_0 \approx \frac{1 \times 6,02 \times 10^{23}}{222}$$

$$N_0 \approx 2,71 \times 10^{21}$$

d)

L'activité **A**, d'un échantillon radioactif, représente le nombre de désintégration par seconde.

L'activité à un instant donné est donnée par la relation :

$$A = -\frac{dN}{dt} \text{ avec } N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$A = -\left(-\lambda \cdot N_0 e^{-\lambda t}\right)$$

$$A = \lambda \cdot N_0 e^{-\lambda t}$$

Activité de cet échantillon au temps **t** : $A = A_0 e^{-\lambda t}$

Activité de cet échantillon à l'instant initial :.

$$A_0 = \lambda \cdot N_0$$

$$A_0 \approx 2{,}11 \times 10^{-6} \times 2{,}71 \times 10^{21}$$

$$A_0 \approx 5{,}72 \times 10^{15} \text{ Bq}$$

-Activité de cet échantillon au bout de 15 jours.

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

$$A \approx 5{,}72 \times 10^{15} \times e^{-\left(2{,}11 \times 10^{-6} \times 24 \times 3600 \times 15\right)}$$

$$A \approx 3{,}71 \times 10^{14} \text{ Bq}$$

APPLICATION N°5

a)

$$\underset{\textbf{Vanadium}}{{}^{52}_{23}V} \rightarrow \underset{\textbf{Chrome}}{{}^{52}_{24}Cr} + {}^{0}_{-1}e + \gamma$$

b)

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

c)

Si l'on considère qu'entre **t** et **t** + **Δt**, le nombre de noyaux radioactif a diminué de **ΔN**, l'activité est donnée par la relation :

$$A = -\frac{\Delta N}{\Delta t}.$$

Si l'on fait tendre $\Delta t \rightarrow 0$, la limite donne l'expression de l'activité :

$$A = -\frac{dN}{dt}$$

$$A = -\left(-\lambda \cdot N_0 e^{-\lambda t}\right)$$

$$A = \lambda \cdot N_0 e^{-\lambda t} = \lambda \cdot N$$

$$\ln A = \ln\left(\lambda \cdot N_0 e^{-\lambda t}\right) = \ln\left(\lambda \cdot N_0\right) + \ln\left(e^{-\lambda t}\right)$$

$$\ln A = \ln\left(\lambda \cdot N_0\right) - \lambda \cdot t$$

d)

Les points sont sensiblement alignés. Il existe une relation affine entre **t** et ln[**A**(**t**)].

On peut écrire que : ln **A** = **a**.**t** + **b** où **a** représente le coefficient directeur de la droite moyenne et **b**, l'ordonnée à l'origine.

D'autre part :

$$\mathbf{N} = \mathbf{N}_0 \cdot \mathbf{e}^{-\boldsymbol{\lambda} \cdot \mathbf{t}} \Rightarrow \ln \mathbf{N} = \ln \mathbf{N}_0 - \boldsymbol{\lambda} \cdot \mathbf{t} \Rightarrow \ln \mathbf{N} = \mathbf{a} \cdot \mathbf{t} + \mathbf{b}'$$

$$\textbf{Or } \mathbf{A} = \boldsymbol{\lambda} \cdot \mathbf{N} \Rightarrow \ln \mathbf{A} = \ln \boldsymbol{\lambda} + \ln \mathbf{N} \Rightarrow \ln \mathbf{A} = \mathbf{a} \cdot \mathbf{t} + \mathbf{b}' + \ln \boldsymbol{\lambda}$$

$$\ln \mathbf{A} = \mathbf{a} \cdot \mathbf{t} + \mathbf{b}$$

Ceci est bien en accord avec la vérification expérimentale.

e)

Détermination du coefficient directeur :

$$\mathbf{a} = \frac{\Delta \ln(\mathbf{A})}{\Delta \mathbf{t}} \Rightarrow \mathbf{a} \approx -\frac{2{,}89}{16{,}3} \Rightarrow \mathbf{a} \approx -0{,}177 \text{ min}^{-1}$$

$$\mathbf{a} \approx -2{,}95 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

Constante de radioactive du vanadium 52 :

$$\boldsymbol{\lambda} = -\mathbf{a} \approx 2{,}95 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$