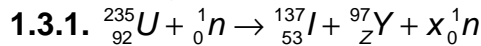


1. Production de césium 137

1.1. Lorsque des noyaux possèdent le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents, on dit qu'ils sont isotopes.

1.2. Sous l'effet d'un neutron, un gros noyau se scinde en deux noyaux plus petits. Cette fission s'accompagne de la libération d'énergie et de neutrons.



Conservation du nombre de nucléons : $235 + 1 = 137 + 97 + x$ ainsi $x = 2$

Conservation du nombre de charges : $92 + 0 = 53 + Z + 0$ ainsi $Z = 39$.

1.3.2. La fission libère deux neutrons qui peuvent à leur tour engendrer deux fissions qui peuvent engendrer quatre fissions, etc. Le nombre de fissions peut rapidement devenir très élevé : c'est la réaction en chaîne.

1.3.3. $\Delta m = m_{\text{finale}} - m_{\text{initiale}} = \Sigma m_{\text{produits}} - \Sigma m_{\text{réactifs}}$

$$\Delta m = m({}^{137}_{53}\text{I}) + m({}^{97}_{39}\text{Y}) + 2 m({}^1_0\text{n}) - m({}^{235}_{92}\text{U}) - m({}^1_0\text{n})$$

$$\Delta m = m({}^{137}_{53}\text{I}) + m({}^{97}_{39}\text{Y}) + m({}^1_0\text{n}) - m({}^{235}_{92}\text{U})$$

$\Delta m = 136,917877 + 96,918129 + 1,00866 - 235,043930 = -0,199264 \text{ u} = -0,19926 \text{ u}$ en conservant 5 décimales comme la masse du neutron, la masse la moins précise donnée.

$$\Delta m = -0,199264 \times 1,66054 \times 10^{-27} = -3,3088584 \times 10^{-28} \text{ kg} = -3,3089 \times 10^{-28} \text{ kg}$$

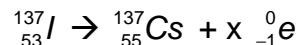
1.3.4. **Méthode 1** : $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$

$$\Delta E = -3,3088584 \times 10^{-28} \times (3,00 \times 10^8)^2 = -2,98 \times 10^{-11} \text{ J}$$

Méthode 2 : Sachant que 1 u correspond à une énergie de 931,5 MeV, il suffit d'exprimer la variation de masse en u et de la multiplier par 931,5 pour avoir l'énergie libérée en MeV.

$$\Delta E = -0,199264 \times 931,5 = -186 \text{ MeV.}$$

1.4. Une désintégration β^- s'accompagne de la libération d'un électron ${}^0_{-1}\text{e}$.



Conservation de la charge électrique : $53 = 55 - x$ donc $x = 2$.

Il se produit deux désintégrations β^- .

2. Vérifier un millésime grâce au césium 137

2.1.1. Le texte fait allusion au rayonnement gamma.

$$2.1.2. \Delta E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = h \cdot \frac{c}{\Delta E}$$

$$\lambda = 6,62 \times 10^{-34} \times \frac{3,0 \times 10^8}{6,62 \times 10^5 \times 1,60 \times 10^{-19}} = 1,9 \times 10^{-12} \text{ m}$$

2.2. Loi de décroissance radioactive relative au nombre de noyaux $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

où N_0 est le nombre de noyaux à la date $t = 0 \text{ s}$ et λ la constante radioactive (en s^{-1}).

2.3. Le temps de demi-vie est la durée au bout de laquelle la population de noyaux d'un échantillon radioactif a été divisée par deux : $N(t_{1/2}) = N_0/2$.

$$2.4. A(t) = \left| \frac{dN(t)}{dt} \right|$$

$$A(t) = | -\lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} | = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad \text{où } \lambda = \lambda(\text{Cs})$$

2.5. Le texte indique une activité $A(2010) = 278 \text{ mBq}$

$$A(2010) = \lambda \cdot N(2010) \text{ ainsi } N(2010) = \frac{A(2010)}{\lambda}.$$

$$\text{Comme } t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \text{ alors } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}.$$

$$\text{Finalement } N(2010) = \frac{A(2010)}{\ln 2} = \frac{t_{1/2} \cdot A(2010)}{\ln 2}$$

$$N(2010) = \frac{30 \times 365,25 \times 24 \times 3600 \times 278 \times 10^{-3}}{\ln 2} = 3,8 \times 10^8 \text{ noyaux.}$$

$$2.6. A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t}$$

$$A(2010) = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{30} \times 2010} \text{ et } A_0(2000) = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{30} \times 2000}$$

$$\frac{A_0(2000)}{A(2010)} = \frac{A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{30} \times 2000}}{A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{30} \times 2010}} = e^{-\frac{\ln 2}{30} \times 2000 + \frac{\ln 2}{30} \times 2010} = e^{\frac{\ln 2}{30} \times 10} = e^{\frac{\ln 2}{3}}$$

$$A_0(2000) = e^{\frac{\ln 2}{3}} \cdot A(2010)$$

$$A_0(2000) = \frac{A(2010)}{e^{-\left(\frac{\ln 2}{3}\right)}}$$

$$2.7. A_0(2000) = \frac{278}{e^{-\left(\frac{\ln 2}{3}\right)}} = 350 \text{ mBq}$$

2.8.

