

**1. Étude du projectile : le noyau de calcium 48**

1.1. Deux noyaux sont isotopes s'ils ont même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents.

1.2. Défaut de masse du noyau de calcium 48 :

$$\Delta m = m_{\text{nucléons séparés}} - m_{\text{noyau}}$$

$$\Delta m = m_{\text{protons}} + m_{\text{neutrons}} - m_{\text{noyau}}$$

$$\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m_{\text{noyau}}$$

Avec  $Z = 20$  et  $A = 48$  il vient :

$$\Delta m = 20 \times 1,007\,28 + 28 \times 1,008\,66 - 47,941\,6$$

$$\Delta m = \mathbf{0,446\,48\,u}$$
 Le défaut de masse est positif par définition.

1.3. Énergie de liaison  $E_l$  du noyau de calcium 48 :

$$E_l = \Delta m \cdot c^2 \quad \text{où } m \text{ est exprimée en kg}$$

$$E_l = 0,446\,48 \times 1,66054 \times 10^{-27} \times (3,00 \times 10^8)^2$$

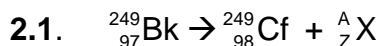
$$E_l = 6,67 \times 10^{-11} \text{ J avec trois chiffres significatifs.}$$

Or  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$  donc  $1 \text{ MeV} = 1,602 \times 10^{-13} \text{ J}$  ( $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$ )

$$E_l = \frac{6,67258109 \times 10^{-11}}{1,602 \times 10^{-13}} = 416,5 \text{ MeV} \approx \mathbf{417 \text{ MeV}}$$
 avec 3 chiffres significatifs

L'énergie de liaison par nucléon est :  $\frac{E_l}{A} = \frac{416,5}{48} = \mathbf{8,68 \text{ MeV}}$

**2. Étude de la cible de berkélium 249**



Conservation du nombre de nucléons:  $249 = 249 + A$  donc  $\mathbf{A = 0}$

Conservation du nombre de charge :  $97 = 98 + Z$  donc  $\mathbf{Z = -1}$

La particule émise ne possède pas de nucléons et a un nombre de charge égal à  $-1$  : c'est donc un **électron**  ${}_{-1}^0\text{e}$ . Il s'agit d'une **radioactivité  $\beta^-$** .

2.2. Le temps de **demi-vie**  $t_{1/2}$  est la durée au bout de laquelle une population de noyaux radioactifs est divisée par deux.

2.3 Décroissance radioactive de la cible :

2.3.1. Loi de décroissance radioactive :  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

2.3.2.  $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda \cdot t}$  or  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$  donc  $\frac{N}{N_0} = e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t}$

2.3.3. Pour  $t = 150 \text{ d}$  ( $d$  symbole de jour) et  $t_{1/2} = 320 \text{ d}$  (le texte parle de période, il faut comprendre temps de demi-vie) :  $\frac{N}{N_0} = e^{-\frac{\ln 2}{320} \times 150} = 0,72 = 72 \%$ .

À 2 % près, l'affirmation « À la fin de l'expérience, il ne restait que 70% du berkélium initial » est vérifiée.

2.4. Activité de la source de berkélium de masse égale à 22 mg :

2.4.1. 1 atome  $\rightarrow m_{\text{atome}} = 4,136 \times 10^{-25} \text{ kg}$

$$N_0 \text{ atomes} \rightarrow m = 22 \text{ mg} = 22 \times 10^{-3} \text{ g} = 22 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

$$N_0 = \frac{m}{m_{\text{atome}}}$$

$$N_0 = \frac{22 \times 10^{-6}}{4,136 \times 10^{-25}} = 5,3 \times 10^{19} \text{ atomes} = \mathbf{5,3 \times 10^{19} \text{ noyaux.}}$$

2.4.2. Sachant que  $A(t) = \lambda \cdot N(t)$  alors  $A_0 = \lambda \cdot N_0$  et  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$  donc  $A_0 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot N_0$ .

$$A_0 = \frac{\ln 2}{320 \times 24 \times 3600} \times 5,3 \times 10^{19} = 1,3 \times 10^{12} \text{ Bq.} \quad \text{en ayant converti } t_{1/2} \text{ en s.}$$

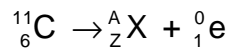
### 3. Stabilité des noyaux

3.1. Radioactivité  $\alpha$  du noyau  ${}^{293}_{117}\text{Uus}$  :  ${}^{293}_{117}\text{Uus} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{289}_{115}\text{Uup}$

3.2.1. Le type de désintégration qui n'a pas été encore évoqué dans cet exercice est la désintégration  $\beta^+$ .

3.2.2. La désintégration  $\beta^+$  est du type  ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z-1}\text{Y} + {}^0_{+1}\text{e}$ , le noyau fils formé  ${}^A_{Z-1}\text{Y}$  a perdu un proton et gagné un neutron (le nombre de nucléons n'a pas changé : un proton s'est transformé en neutron). Au cours de cette désintégration N augmente et Z diminue.

Exemple le noyau de carbone 11 :



Les lois de conservations donnent :

$$11 = A + 0 \quad \text{donc } A = 11$$

$$6 = Z + 1 \quad \text{donc } Z = 5$$

D'où  ${}^{11}_6\text{C} \rightarrow {}^{11}_5\text{B} + {}^0_1\text{e}$ .

