

EXERCICE II : LA TRANSMUTATION POUR ÉLIMINER LES DÉCHETS NUCLÉAIRES ?**1. Questions sur le texte**

1.1.1. Des noyaux isotopes possèdent le même nombre de protons (Z identiques) mais des nombre de neutrons différents (N=A-Z différents).

1.1.2. Un noyau radioactif est instable, il se désintègre spontanément, de façon aléatoire, en libérant une particule et un rayonnement.

1.2. Le terme vie fait référence au temps de demi-vie noté $t_{1/2}$.

1.3. Lors d'une fission, un gros noyau, sous l'impact d'un neutron, se scinde en deux plus petits noyaux plus stables. Cette réaction s'accompagne de la libération de neutron(s) et d'énergie.

2. Étude d'un exemple : l'américium 241

2.1.1. Le noyau ${}_{95}^{241}\text{Am}$ contient Z = 95 protons et N = A - Z = 241 - 95 = 146 neutrons.

2.1.2. Lors d'une réaction nucléaire, il y a conservation :

- de la charge électrique,
- du nombre de nucléons.

2.1.3. Réaction de capture d'un neutron : ${}_{95}^{241}\text{Am} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_Z^A\text{X}_1$

$$241 + 1 = A \text{ soit } A = 242$$

$$95 + 0 = Z$$

D'après le tableau de données, **le noyau X₁ obtenu est ${}_{95}^{242}\text{Am}$.**

2.2.1. Une désintégration β^- s'accompagne de la libération d'un électron.

2.2.2. Désintégration β^- de X₁ : ${}_{95}^{242}\text{Am} \rightarrow {}_{-1}^0\text{e} + {}_{96}^{242}\text{Cm}$

$$\text{X}_2 = {}_{96}^{242}\text{Cm}$$

2.3.1. Une désintégration α s'accompagne de la libération d'un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$.

2.3.2. Désintégration α de X₂ : ${}_{96}^{242}\text{Cm} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}_{Z_3}^{A_3}\text{X}_3$

On utilise à nouveau les lois de conservations de Soddy.

$96 = 2 + Z_3$ donc $Z_3 = 94$, on identifie l'élément plutonium

$242 = 4 + A_3$ donc $A_3 = 238$.

On obtient ${}_{96}^{242}\text{Cm} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}_{94}^{238}\text{Pu}$

$$\text{X}_3 = {}_{94}^{238}\text{Pu}$$

3. Intérêt du traitement des déchets nucléaires

3.1. N₀ est le nombre de noyaux à l'instant choisi comme référence des temps,

N est le nombre de noyaux à une date t.

$$3.2. N(t) = N_0 \cdot e^{-\frac{(\ln 2)t}{t_{1/2}}}$$

Pour ${}_{95}^{241}\text{Am}$: $t_{1/2} = 432$ ans

$N(t = 10 \text{ ans}) = 1,0 \times 10^{10} \times e^{-\frac{(\ln 2) \times 10}{432}}$ t et $t_{1/2}$ sont dans la même unité : l'an.

$N(t = 10 \text{ ans}) = 9,8 \times 10^9$ noyaux.

Pour X₂ soit le curium ${}_{96}^{242}\text{Cm}$: $t_{1/2} = 163$ jours

$N(t = 10 \text{ ans}) = 1,0 \times 10^{10} \times e^{-\frac{(\ln 2) \times 10 \times 365}{163}}$ t et $t_{1/2}$ sont convertis dans la même unité : le jour.

$N(t = 10 \text{ ans}) = 1816,1$ soit avec 2 chiffres significatifs $1,8 \times 10^3$ noyaux.

3.3. Cette méthode permet de remplacer des noyaux radioactifs à temps de demi-vie long par des noyaux radioactifs à temps de demi-vie plus court. Ainsi la décroissance radioactive est plus rapide et les déchets seront nuisibles moins longtemps.

3.4. Les noyaux X₁ = ${}_{95}^{242}\text{Am}$, de temps de demi-vie $t_{1/2} = 16$ h, se désintègrent « rapidement » en noyaux X₂ = ${}_{96}^{242}\text{Cm}$, dont le temps de demi-vie est $t_{1/2} = 163$ jours. Au bout de quelques jours, la population de X₁ aura quasiment disparu, alors que celle de noyaux X₂ décroîtra lentement.