

## Exercices

CHAPITRE

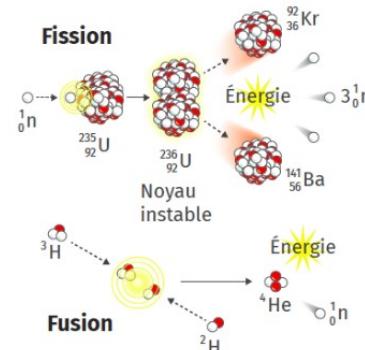
10

# Modélisation des transformations nucléaires

### Transformations nucléaires

Les transformations nucléaires mettent en jeu les noyaux des atomes. Les noyaux qui réagissent se transforment en d'autres noyaux avec un dégagement d'énergie.

	Noyer avant transformation	Noyer après transformation	Particule émise	Variation
				A   Z   N
$\alpha$			${}^4_2\text{He}$	(+ Énergie)
$\beta^-$			Électron ${}^0_{-1}\text{e}$	(+ Énergie)
$\beta^+$			Positon ${}^0_1\text{e}$	(+ Énergie)



### 1. Isotopie

1. Les isotopes d'un élément chimique ont :
  - B. un nombre de protons identique.
2. Lors d'une transformation nucléaire, un noyau se transforme spontanément :
  - B. en un autre noyau.
3. La notation symbolique d'un positon est :
  - C.  ${}^0_1\text{e}$ .
4. **Supplément numérique** Deux atomes isotopes ont un nombre d'électrons :
  - B. forcément identiques.

### 2. Transformations nucléaires

1. Lors d'une transformation nucléaire, il y a conservation :
  - B. du nombre de charge et du nombre de masse.
2. Lors d'une réaction de fusion :
  - C. deux noyaux légers donnent un noyau plus lourd.
3. Lors d'une réaction de fission :
  - C. un noyau lourd donne deux noyaux plus légers.

### 3. Conversion d'énergie

1. Lors d'une réaction nucléaire :
  - B. de l'énergie contenue dans les noyaux est convertie.
2. L'origine de l'énergie solaire provient essentiellement de :
  - B. réactions de fusion.
3. Les noyaux produits lors de la fission nucléaire sont :
  - B. hautement dangereux.
4. **Supplément numérique** Les réactions de fission et de fusion sont respectivement
  - C. exothermiques toutes les deux.

## 5. Composition des noyaux

- ◆ Le noyau de magnésium 24 est constitué de 12 protons, de 24 nucléons et de  $24 - 12 = 12$  neutrons.  
Le noyau de magnésium 25 est constitué de 12 protons, de 25 nucléons et de  $25 - 12 = 13$  neutrons.

## 6. Radioactivité $\alpha$

- ◆ D'après les lois de conservation, le noyau produit contient  $4 - 2 = 2$  protons et  $8 - 4 = 4$  nucléons. Le noyau produit est également un noyau d'hélium. L'équation de la transformation est :  ${}^8_4\text{Be} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + \alpha$  ou  ${}^8_4\text{Be} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$

## 7. Radioactivité $\beta^-$

- ◆ La particule  $\beta^-$  est un électron dont la notation symbolique est  ${}^0_{-1}\text{e}$ . D'après les lois de conservation, le noyau produit contient  $33 + 1 = 34$  protons et  $77 + 0 = 77$  nucléons. C'est donc du sélénium 77. L'équation de la transformation est :  ${}^{77}_{33}\text{As} \longrightarrow {}^{77}_{34}\text{Se} + {}^0_{-1}\text{e}$

## 8. Radioactivité $\beta^+$

- ◆ La particule  $\beta^+$  est un positon dont la notation symbolique est  ${}^0_1\text{e}$ . D'après les lois de conservation, le noyau produit contient  $40 - 1 = 39$  protons et  $86 + 0 = 86$  nucléons. C'est donc de l'yttrium 86. L'équation de la transformation est :  ${}^{86}_{40}\text{Zr} \longrightarrow {}^{86}_{39}\text{Y} + {}^0_1\text{e}$

## 10. Fission

- ◆ D'après la classification périodique des éléments, les nombres de charge de l'uranium, du tellure et du zirconium sont respectivement 92, 52 et 40. La notation symbolique du neutron est  ${}^1_0\text{n}$ . D'après les lois de conservation on a :

- pour le nombre de charge :  $92 + 0 = 52 + 40 + Z$ , d'où  $Z = 0$
- pour le nombre de masse :  $235 + 1 = 137 + 97 + A$ , d'où  $A = 2$

Deux nucléons sont produits qui ne sont pas des protons, ce sont donc des neutrons. L'équation de la transformation s'écrit :  ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \longrightarrow {}^{137}_{52}\text{Te} + {}^{97}_{40}\text{Zr} + 2 {}^1_0\text{n}$

## 11. Utiliser les lois de conservation

1. Le nombre de charge  $Z$  et le nombre de masse  $A$  sont les deux grandeurs physiques qui se conservent lors d'une transformation nucléaire.

2. a.  $84 = Z + 2$ , d'où  $Z = 82$ , le noyau est du plomb ;  $213 = A + 4$ , d'où  $A = 209$ , le noyau est l'isotope 209 du plomb de notation symbolique :  ${}^{209}_{82}\text{Pb}$

- b. Pour l'équation corrigée suivante :  ${}^{209}_{82}\text{Pb} \longrightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^0_{-1}\text{e}$   $82 = Z + (-1)$ , d'où  $Z = 83$ , le noyau est du bismuth ;  $209 = A + 0$ , d'où  $A = 209$ , le noyau est l'isotope 209 du bismuth de notation symbolique :  ${}^{209}_{83}\text{Bi}$

- c.  $0 + 94 = 38 + Z + 3 \times 0$ , d'où  $Z = 56$ , le noyau est du baryum ;  $1 + 239 = 94 + A + 3 \times 1$ , d'où  $A = 143$ , le noyau est l'isotope 143 du baryum de notation symbolique :  ${}^{143}_{56}\text{Ba}$

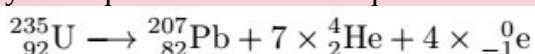
## 17. Datation

Objectif : Identifier un isotope produit par une chaîne de désintégrations successives en utilisant les lois de conservation et sans écrire l'ensemble des équations des transformations nucléaires.

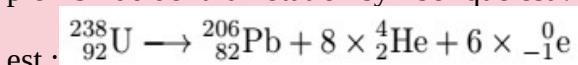
- À chaque désintégration alpha, la valeur de  $Z$  diminue de 2 et la valeur de  $A$  diminue de 4. À chaque désintégration  $\beta^-$ ,  $Z$  augmente de 1 et la valeur de  $A$  reste constante.

Ainsi, pour l'ensemble des désintégrations successives concernant l'uranium 235 :

$Z = 92 - 2 \times 7 + 1 \times 4 = 82$  et  $A = 235 - 4 \times 7 + 0 \times 4 = 207$ . L'isotope est donc du plomb 207 dont la notation symbolique est :  $^{207}_{82}\text{Pb}$ . L'équation de la chaîne de transformations radioactives est :



Concernant l'uranium 238,  $Z = 92 - 2 \times 8 + 1 \times 6 = 82$  et  $A = 238 - 4 \times 8 + 0 \times 6 = 206$ . L'isotope est donc du plomb 206 dont la notation symbolique est :  $^{206}_{82}\text{Pb}$ . L'équation de la chaîne de transformations radioactives est :



## 22. Radioactivité naturelle

1. Le nombre de charge du potassium est  $Z = 19$ . Lors d'une désintégration  $\beta^-$ , un électron est émis dont la notation symbolique est  $^0_{-1}\text{e}$ . Lors d'une désintégration  $\beta^+$ , un positon est émis dont la notation symbolique est  $^0_{+1}\text{e}$ . D'après les lois de conservation, on trouve :

- pour la première :  $Z + (-1) = 19$  d'où  $Z = 20$  et  $A + 0 = 40$ , d'où  $A = 40$ . Le noyau est l'isotope 40 du calcium ;
- pour la seconde :  $Z + 1 = 19$ , d'où  $Z = 18$  et  $A + 0 = 40$ , d'où  $A = 40$ . Le noyau est l'isotope 40 de l'argon.

2. D'après la définition du Becquerel, l'activité du corps humain est d'environ 8 000 Bq.

3. D'après les proportions, sur 8 000 désintégrations, la moitié sont dues au potassium 40, c'est à dire 4 000 désintégrations. Donc,  $4\ 000 \times 0,90 = 3\ 600$  sont de type  $\beta^-$  et  $4\ 000 \times 0,10 = 400$  sont de type  $\beta^+$ . Pour un humain, l'énergie totale dégagée chaque seconde par les désintégrations est :

$$E_{\text{Totale}} = E_{\beta^-} + E_{\beta^+} = 3600 \times 2,1 \times 10^{-13} + 400 \times 2,4 \times 10^{-13} = 8,5 \times 10^{-10} \text{ J}$$

4. On calcule le rapport de l'énergie de la dose maximale acceptable par l'énergie due aux désintégrations

$$r = \frac{0,7}{8,5 \times 10^{-10}} = 8 \times 10^8$$

du potassium 40 : soit près de 1 milliard de fois plus faible.