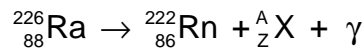


**1. La radioactivité naturelle**

1.1. Le becquerel est une unité de mesure utilisée en radioactivité qui correspond à une désintégration par seconde.

1.2.1. Le noyau de radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  est constitué de  $Z = 88$  protons et  $A - Z = 226 - 88 = 138$  neutrons.

1.2.2. Équation de la réaction de désintégration de  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  :



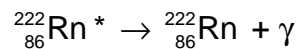
Conservation du nombre de nucléons :  $226 = 222 + A$  soit  $A = 226 - 22 = 4$

Conservation du nombre de charge :  $88 = 86 + Z$  soit  $Z = 88 - 86 = 2$

Comme  $Z = 2$ , il s'agit d'un **noyau d'hélium**  ${}^4_2\text{He}$  soit une **particule  $\alpha$** .

Le noyau de radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  se désintègre selon une **radioactivité  $\alpha$** .

1.2.3. Lors de la désintégration du noyau de radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ , le noyau de radon formé est dans un **état excité** noté  ${}^{222}_{86}\text{Rn}^*$ . Ce noyau se désexcite en émettant un **rayonnement  $\gamma$**  selon :



1.3. Energie libérée lors de la désintégration :

$$E = (m_{\text{après}} - m_{\text{avant}}).c^2$$

$$= [m({}^{222}_{86}\text{Rn}) + m({}^4_2\text{He}) - m({}^{226}_{88}\text{Ra})].c^2$$

$$= (221,9703 + 4,00150 - 225,9791) \times 1,66606 \times 10^{-27} \times (3,00 \times 10^8)^2$$

$$= -0,0073 \times 1,66606 \times 10^{-27} \times (3,00 \times 10^8)^2$$

$$= -1,0946 \times 10^{-12} \text{ J}$$

$E \approx -1,1 \times 10^{-12} \text{ J}$  avec deux chiffres significatifs.

La valeur négative de  $E$  s'explique par le fait que le noyau de radium libère de l'énergie lors de sa désintégration. Cette énergie est comptée négativement pour le noyau de radium. En revanche, le milieu extérieur reçoit une énergie de  $1,1 \times 10^{-12} \text{ J}$  : elle est alors comptée positivement.

1.4.1. Un noyau de radium a une masse :

$$m({}^{226}_{88}\text{Ra}) = 225,9791 \text{ u} = 225,9791 \times 1,66606 \times 10^{-27} = 3,76495 \times 10^{-25} \text{ kg} = 3,76495 \times 10^{-22} \text{ g}$$

$N$  noyaux de radium ont une masse de  $m = 1,00 \text{ g}$  donc :

$$N = \frac{m}{m({}^{226}_{88}\text{Ra})}$$

$$N = \frac{1,00}{3,76495 \times 10^{-22}} = 2,65608 \times 10^{21} \approx \mathbf{2,66 \times 10^{21} \text{ noyaux.}}$$

1.4.2. De la relation  $A = \lambda \cdot N$  il vient :  $\lambda = \frac{A}{N}$  et de la relation  $\lambda \cdot t_{1/2} = \ln 2$  il vient :  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

$$\text{ainsi } t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\frac{A}{N}} = \frac{N \cdot \ln 2}{A}$$

$$t_{1/2} = \frac{2,65608 \times 10^{21} \times \ln 2}{3,70 \times 10^{10}} = 4,97582 \times 10^{10} \text{ s} = \frac{4,97582 \times 10^{10}}{365,25 \times 24 \times 3600} \text{ années} = 1576,74 \text{ années}$$

$t_{1/2} = \mathbf{1,58 \times 10^3 \text{ années}}$ . On retrouve bien la valeur annoncée dans l'énoncé.

**1.4.3.** La demi-vie  $t_{1/2}$  est la durée pour laquelle la moitié d'une population de noyaux radioactifs est désintégrée.

Pour  $t = t_{1/2}$  il reste la moitié des noyaux de radium non désintégrés ; l'autre moitié des noyaux s'est désintégrée.

Pour  $t = 2.t_{1/2}$  il ne reste que  $\frac{1}{4}$  des noyaux de radium non désintégrés : les  $\frac{3}{4}$  des noyaux initiaux ont été désintégrés. Donc  $t = 2.t_{1/2} = 2 \times 1,576,74 \times 10^3 = 3,15 \times 10^3$  années

## **2. La radioactivité artificielle**

### **2.1. Exploitation du texte**

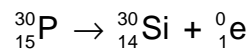
**2.1.1.** La radioactivité naturelle correspond à la désintégration spontanée de noyaux qui existent à l'état naturel (comme le radium 226). La radioactivité artificielle correspond à la désintégration spontanée de noyaux qui n'existent pas à l'état naturel mais qui ont été **synthétisés** (comme le phosphore 30).

**2.1.2.** Le phosphore 30,  ${}_{15}^{30}\text{P}$ , et le phosphore 31,  ${}_{15}^{31}\text{P}$ , sont des noyaux **isotopes** car ils ont même nombre de protons (15 protons chacun) mais des nombres de neutrons différents (15 neutrons pour  ${}_{15}^{30}\text{P}$  et 16 neutrons pour  ${}_{15}^{31}\text{P}$ ).

### **2.2. Désintégration du phosphore 30**

**2.2.1.** Lors d'une désintégration  $\beta^+$ , la particule émise est **un positon** de symbole  ${}^0_1\text{e}$ .

**2.2.2.** Désintégration du phosphore 30 :



Cette équation vérifie les lois de conservation **du nombre de charge (Z)** et du nombre de nucléons (A).

*Remarque : attention,  $Z = 1$  pour le positon ne signifie pas qu'il contient un proton car  $A = 0$  ! Cela signifie que le positon a la même charge électrique que le proton.*

**2.2.3.** Le noyau de silicium 30 étant obtenu directement dans l'état fondamental, donc dans un état non excité, il n'y a pas d'émission de rayonnement lors de la désintégration du phosphore 30. Il y a émission d'une particule d'antimatière.