



## FICHE EXERCICES COURS 17

## « Transformation nucléaire »

## Exercice 1 : LES CURIE « PIONNIERS DE L'ATOME »

1. La radioactivité naturelle

A partir des travaux d'Henri Becquerel sur l'uranium, c'est en 1898 que Marie et Pierre Curie découvrent la propriété atomique qu'ont certains éléments lourds d'émettre spontanément un rayonnement.

Marie Curie donnera le nom de radioactivité à cette propriété persistante dans tous les états chimiques et physiques de la matière.

C'est également en 1898 qu'ils annoncent la découverte de deux nouveaux éléments radioactifs : le polonium et le radium.

Leurs travaux seront couronnés par deux prix Nobel, l'un en 1903, l'autre en 1911.

Données :

Noyau	$^{226}_{88}\text{Ra}$	$^{222}_{86}\text{Rn}$	$^4_2\text{He}$	neutron	proton
Masse en u	225,9791	221,9703	4,00150	1,008665	1,007276

- Unité de masse atomique :  $1 u = 1,66606 \times 10^{-27} \text{ kg}$

-  $1 \text{ an} \approx 365,25 \text{ j}$  ; célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

- Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  - Constante de Planck :  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

-  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$  - Masse molaire du radium :  $M = 226,0 \text{ g.mol}^{-1}$

On rappelle la relation :  $\lambda t_{1/2} = \ln 2$ , où  $\lambda$  est la constante radioactive, et  $t_{1/2}$  la demi-vie.

1.. Le becquerel est une unité de mesure utilisée en radioactivité, donner sa définition.

2. Le noyau de radium  $^{226}_{88}\text{Ra}$  se désintègre spontanément en donnant un noyau de radon  $^{222}_{86}\text{Rn}$  lui-même radioactif. Cette désintégration s'accompagne de l'émission d'un rayonnement  $\gamma$  de longueur d'onde  $6,54 \times 10^{-12} \text{ m}$ .

2.1 Donner la composition du noyau de radium.

2.2 Ecrire l'équation de la réaction de désintégration du radium et préciser le type de radioactivité.

3. L'activité d'un gramme de radium est égale à  $A = 3,70 \times 10^{10} \text{ Bq} = 1 \text{ Curie}$ .

3.1. Déterminer le nombre  $N$  de noyaux de radium présents dans l'échantillon de 1,00 g.

3.2. Calculer le temps de demi-vie  $t_{1/2}$  du radium et vérifier que  $t_{1/2} = 1,58 \times 10^3$  années.

3.3. Au bout de combien de temps les  $\frac{3}{4}$  des noyaux de radium seront-ils désintégrés ?

## Exercice 2: une potion radioactive

Au début du XXème siècle, le Radithor, sorte de « potion magique » était censé soigner plus d'une centaine de maladies.

Un cancérologue américain a trouvé chez un antiquaire plusieurs bouteilles de Radithor. Bien que vidées depuis 10 ans de leur contenu, les bouteilles se sont avérées être encore dangereusement radioactives. Chacune avait vraisemblablement contenu environ un microcurie\* de radium 226 et de radium 228

D'après « Pour la Science » octobre 96 (Hors-série)

\*1 microcurie correspond à  $3,7 \times 10^4 \text{ Bq}$ .



Données :

Noyau	Radium 226	Radium 228	Actinium 228	Radon 222	Hélium 4
Symbole	${}^{226}_{88}\text{Ra}$	${}^{228}_{88}\text{Ra}$	${}^{228}_{89}\text{Ac}$	${}^{222}_{86}\text{Rn}$	${}^4_2\text{He}$
Noyau	Radium 226	Radon 222	Hélium 4		
Masse en u	225,977 0	221,970 3	4,001 5		

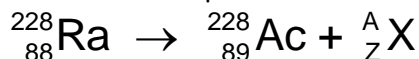
Unité de masse atomique :  $1 \text{ u} = 1,660 54 \times 10^{-27} \text{ kg}$  - Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$   
 Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  - Masse molaire du  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  :  $M = 226 \text{ g.mol}^{-1}$

### 1. Le radium 226 et le mésothorium

Sur l'étiquette du flacon de Radithor est mentionnée la présence de mésothorium, ancienne dénomination du radium 228. Cette « eau certifiée radioactive » contenait également du radium 226.

1.1. Les noyaux de radium 228 et de radium 226 sont des isotopes. Expliquer.

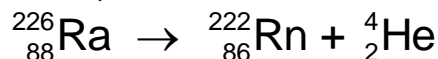
1.2. Le radium 228 se désintègre pour donner l'isotope 228 de l'actinium Ac et une particule notée X.



Compléter l'équation de désintégration en citant les lois utilisées puis identifier X. De quel type de radioactivité s'agit-il ?

Dans la suite de l'exercice, on néglige la présence de radium 228 dans le Radithor.

On suppose que l'activité radioactive du flacon est uniquement due à la présence de l'isotope 226 du radium. Celui-ci se désintègre spontanément selon l'équation suivante :



### 2. Constante radioactive du radium 226

L'activité  $A(t)$  d'un échantillon de noyaux de radium 226 suit la loi de décroissance exponentielle  $A(t) = A_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t)$  avec  $A_0$ , l'activité de l'échantillon à  $t = 0 \text{ s}$ .

2.1. Rappeler la définition de la demi-vie  $t_{1/2}$  d'un échantillon radioactif.

Vérifier sur la courbe donnant l'évolution de l'activité de l'échantillon en fonction du temps représentée dans le document 1 que la demi-vie du radium 226 est égale à  $1,60 \times 10^3 \text{ ans}$ .

2.2. Établir la relation entre la demi-vie et la constante radioactive  $\lambda$  puis calculer la valeur de  $\lambda$  en  $\text{s}^{-1}$ .

### 3. Masse de radium 226

3.1. Donner la relation liant l'activité  $A(t)$  d'un échantillon radioactif au nombre  $N(t)$  de noyaux radioactifs présents.

3.2. Calculer  $N_0$ , le nombre de noyaux de radium 226 initialement présents dans le flacon de Radithor.

3.3. Vérifier que le flacon contenait alors une masse  $m_0 = 1,0 \mu\text{g}$  de radium 226.

Document 1 : activité d'un échantillon de radium 226 en fonction du temps

