

Calculatrice autorisée

**Exercice I : AUTOUR DU RADIUM (10 points)**

Cet exercice comporte 10 AFFIRMATIONS indépendantes concernant les transformations radioactives. Toute réponse doit être accompagnée de justifications ou de commentaires. À chaque affirmation, vous répondrez donc par VRAI ou FAUX en justifiant votre choix à l'aide de définitions, de calculs, d'équations de réactions nucléaires, ...

À la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, Pierre et Marie Curie découvrent deux éléments chimiques ; le polonium puis le radium. Marie Curie obtient en 1903 le prix Nobel de physique et, en 1911, celui de chimie.

Le radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  se désintègre spontanément en émettant une particule  $\alpha$ . Le noyau fils est un isotope du radon (Rn). Le radon est un gaz dans les conditions ordinaires de température et de pression. Le  ${}^{228}_{88}\text{Ra}$  est radioactif  $\beta^-$ .

**On rappelle que les données sont en italique.**

1. AFFIRMATION : Le noyau de polonium noté  ${}^{208}_{84}\text{Po}$  est composé de 84 neutrons et 124 protons.
2. AFFIRMATION : La masse d'un noyau de radium est égale à la somme des masses de ses nucléons.
3. AFFIRMATION : L'équation de désintégration du radium est  ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{222}_{86}\text{Rn}$
4. AFFIRMATION : Le radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  et le radon  ${}^{226}_{86}\text{Rn}$  sont isotopes.
5. AFFIRMATION : Puisque le radium  ${}^{228}\text{Ra}$  est radioactif  $\beta^-$ , son noyau fils est donc un noyau de francium.
6. *La demi-vie du radon  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$  est 3,8 jours.*  
AFFIRMATION : Au bout de 11,4 jours, le pourcentage de noyaux de radon  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$  restant par rapport au nombre initial est de 12,5 %.
7. *Le noyau de radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  est obtenu à partir d'une suite de désintégrations radioactives  $\alpha$  et  $\beta^-$  du noyau d'uranium  ${}^{238}_{92}\text{U}$ .*  
AFFIRMATION : Au cours de ces désintégrations successives deux particules  $\alpha$  et trois électrons sont émis.
8. *Un échantillon de « radium 226 » a une activité de  $6,0 \times 10^5 \text{ Bq}$ .*  
AFFIRMATION :  $2,0 \times 10^4$  noyaux de radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  se sont désintégrés en une minute.
9. AFFIRMATION: L'énergie libérée par la réaction  ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{222}_{86}\text{Rn}$  est égale à 8 MeV.
10. *La teneur en radon  ${}^{222}\text{Rn}$  dans les gaz du sol a été déterminée en mesurant une activité de  $3,75 \times 10^3 \text{ Bq}$  par  $\text{m}^3$  de gaz prélevé. La constante radioactive  $\lambda$  du radon  ${}^{222}\text{Rn}$  est  $2,10 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ .*  
AFFIRMATION : La quantité de matière en radon  ${}^{222}\text{Rn}$  dans  $1 \text{ m}^3$  responsable de cette activité est d'environ  $3 \times 10^{-15} \text{ mol}$ .

Données :

L'activité  $A$  d'un échantillon radioactif est le nombre de désintégrations qu'il produit par seconde soit  $A(t) = \frac{|\Delta N(t)|}{\Delta t}$

A un instant de date  $t$ ,  $A$  est proportionnelle au nombre  $N(t)$  de noyaux radioactifs contenus dans l'échantillon à cet instant et à la constante de radioactivité  $\lambda$  :  $A(t) = \frac{|\Delta N(t)|}{\Delta t} = \lambda \times N(t)$ .

La particule  $\alpha$  est un noyau d'hélium noté  ${}^4_2\text{He}$ .

Célérité de la lumière dans le vide  $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ ,

Constante d'Avogadro  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

$1 \text{ an} = 3,156 \times 10^7 \text{ s}$

	<i>symbole</i>	<i>Numéro atomique Z</i>
radon	Rn	86
francium	Fr	87
radium	Ra	88
actinium	Ac	89
thorium	Th	90
protactinium	Pa	91

<i>entités</i>	<i>masse en kg</i>
neutron	$1,674\,927 \times 10^{-27}$
proton	$1,672\,621 \times 10^{-27}$
noyau ${}^4_2\text{He}$	$6,644\,65 \times 10^{-27}$
noyau ${}^{226}\text{Ra}$	$3,752\,438 \times 10^{-25}$
noyau ${}^{222}\text{Rn}$	$3,685\,904 \times 10^{-25}$