

**Ex N°1/ Noyaux et isotopes**

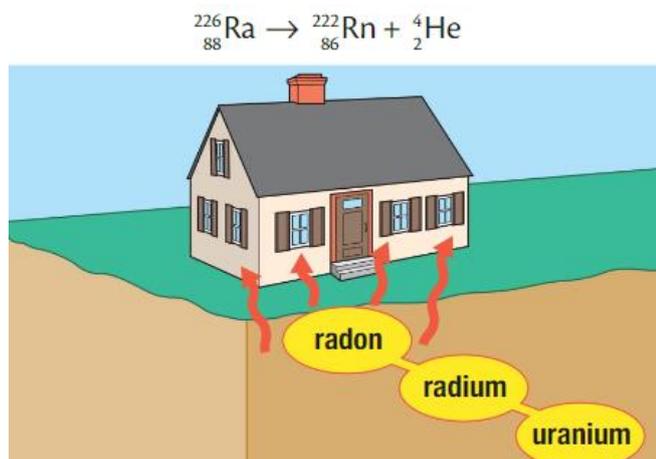
Compléter le tableau ci-contre.

Nom de l'isotope	Symbole	Nombre de protons Z	Nombre de nucléons A	Nombre de neutrons
Oxygène 16				
	$^{17}_8\text{O}$			
		8	18	
		26		28
	$^{56}_{26}\text{Fe}$			
Uranium 238				
			235	143
Hydrogène 1	$^1_1\text{H}$			
Hydrogène 2 (deutérium)		1		1
Hydrogène 3 (tritium)				

**Ex N°2/ Désintégration du radium**

L'air contient du radon 222 en quantité plus ou moins importante. Ce gaz radioactif naturel est issu des roches contenant de l'uranium et du radium. Le radon se forme par désintégration du radium (lui-même issu de la famille radioactive de l'uranium 238), selon l'équation de réaction nucléaire suivante :

- 1/ Donner la composition du radium 226 puis du radon 222.
- 2/ Comment se nomme la particule d'hélium ?
- 3/ Quel est le type de radioactivité correspondant à cette réaction de désintégration ?



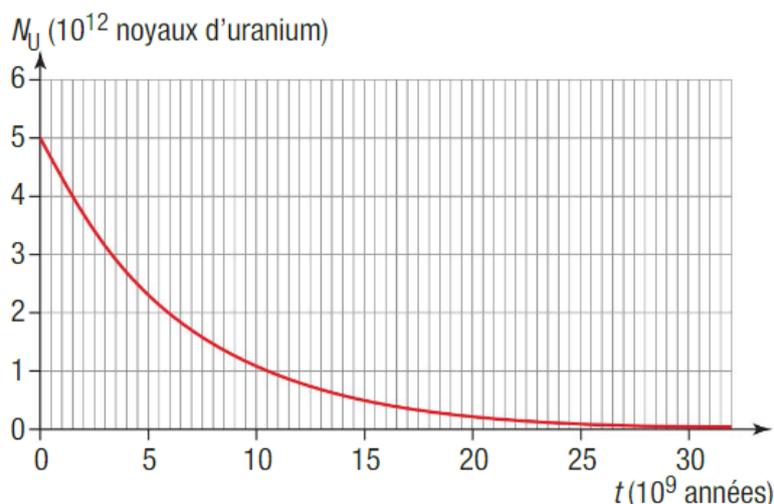
**Ex N°3/ Equations de réaction nucléaire**

A l'aide de la classification périodique, compléter le tableau suivant.

	Type de radioactivité	Particule émise
$^{217}_{88}\text{Ra} \rightarrow \dots + \dots$		Noyau d'hélium
$\dots \rightarrow ^{174}_{72}\text{Hf} + \dots$	$\beta^+$	
$^{213}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{209}_{82}\text{Pb} + \dots$		
$^{209}_{82}\text{Pb} \rightarrow \dots + \dots$	$\beta^-$	
$\dots \rightarrow ^{103}_{43}\text{Tc} + \dots$		Electron
$\dots \rightarrow ^{107}_{43}\text{Pd} + \dots$		Positon
$^{174}_{72}\text{Hf} \rightarrow \dots + \dots$	$\alpha$	

### Ex N°4/ L'âge de la Terre

La détermination de l'âge de la Terre a commencé vers le XVI<sup>e</sup> siècle, on l'estimait alors autour de 5000 ans. Au XIX<sup>e</sup> siècle, des scientifiques admettaient un âge d'environ 100 millions d'années. La découverte de la radioactivité par Henri Becquerel en 1896 bouleversa toutes les données connues. La datation à l'uranium/plomb permet de déterminer assez précisément l'âge de la Terre. Le noyau d'uranium 238, naturellement radioactif, se transforme en un noyau de plomb 206, stable, par une série de désintégrations successives. Dans la première étape, un noyau d'uranium  $^{238}_{92}\text{U}$  subit une radioactivité  $\alpha$ . Le noyau fils est du thorium (symbole Th).



- 1/ Écrire l'équation de la réaction nucléaire de cette première étape, en précisant les règles utilisées.
- 2/ À l'aide du graphique précédent, déterminer la demi-vie de l'uranium 238 et justifier qu'il puisse servir à la datation de la Terre.

### Ex N°5/ Les déchets radioactifs

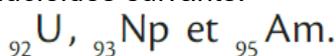
Les déchets radioactifs provenant du combustible des centrales nucléaires contiennent de nombreuses substances radioactives. Le tableau ci-contre indique les caractéristiques de deux nucléides pouvant être présents parmi ces déchets : le césium 135 et le plutonium 241.

<b>Nucléide</b>	$^{135}_{55}\text{Cs}$	$^{241}_{94}\text{Pu}$
<b>Type de radioactivité</b>	$\beta^-$	$\beta^-$

- 1/ Déterminer le nombre de protons et de neutrons de chaque nucléide.
- 2/ Les nucléides césium 135 et plutonium 241 sont-ils isotopes? Justifier.
- 3/ Quelle est la particule émise au cours d'une désintégration de type  $\beta^-$  ?
- 4/ Rappeler les lois de conservation utilisées pour écrire les équations de désintégration.
- 5/ Compléter l'équation de la désintégration nucléaire suivante:

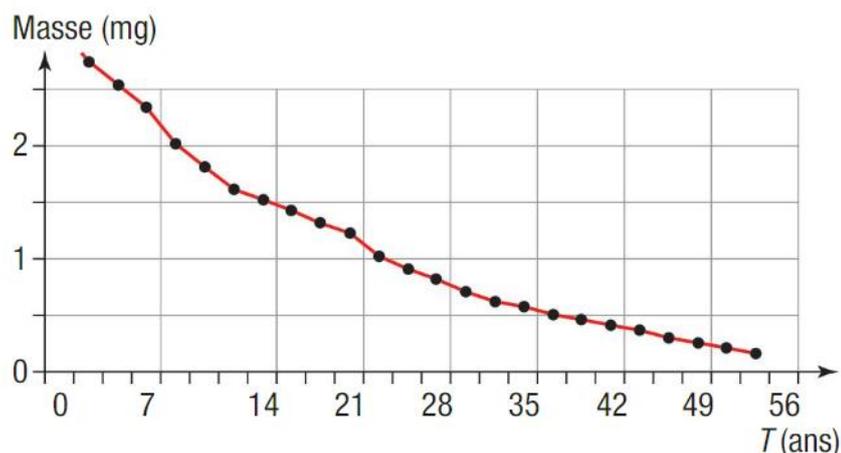


- 6/ Identifier X parmi les symboles des nucléides suivants:



- 7/ Donner la définition de la période ou demi-vie  $t_{1/2}$  d'un nucléide radioactif.

- 8/ À partir du graphique ci-contre, vérifier que la valeur de la période ou demi-vie  $t_{1/2}$ , du plutonium 241 est  $T = 14$  ans.



Masse du plutonium 241 désintégrée en fonction du temps

**Ex N°6/ Vrai ou Faux**

Cet exercice comporte 7 AFFIRMATIONS indépendantes concernant les transformations radioactives. À chaque affirmation, vous répondez 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>ième</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  $\beta^-$ .

- ❖ AFFIRMATION : Le noyau de polonium noté  ${}^{208}_{84}\text{Po}$  est composé de 84 neutrons et 124 protons.
- ❖ AFFIRMATION : L'équation de désintégration du radium est  ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{222}_{86}\text{Rn}$
- ❖ AFFIRMATION : Le radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  et le radon  ${}^{226}_{86}\text{Rn}$  sont isotopes.
- ❖ AFFIRMATION : Puisque le radium  ${}^{228}\text{Ra}$  est radioactif  $\beta^-$ , son noyau fils est donc un noyau de francium.

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 % .

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.

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.

**Données :**

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

**Ex N°7/ La radioactivité naturelle de l'uranium**

*En 1797, Joseph Denis François Champeaux, ingénieur des Mines, remarque dans l'échantillonnage d'un collectionneur « un minerai d'un beau jaune verdâtre formé de lamelles placées les unes sur les autres ». Il met 3 ans à localiser le gisement d'origine de cette roche à Saint Symphorien de Marmagne.*

*Nommé en 1852 « Autunite » en référence à l'Autunois, en Bourgogne, cet étrange minéral est exploité clandestinement par les collectionneurs et utilisé à la cristallerie de Baccarat pour la fabrication de verres jaunes à reflets verts.*

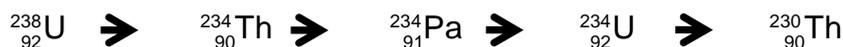
*C'est à cette époque que son analyse chimique est effectuée : il s'agit du phosphate d'uranium et de calcium hydraté de formule  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . L'uranium métal est alors isolé du minerai provenant de Saint Symphorien.*

*En 1896, Henri Becquerel découvre le phénomène de radioactivité en travaillant sur l'uranium.*

*L'uranium étant devenu un minerai militaire, le CEA installe en 1946 à Saint Symphorien le premier centre de recherche et d'exploration de l'uranium. Le site, non rentable, fermera 3 ans plus tard, mais tous les géologues de l'uranium se formeront là.*

**1/** L'uranium (numéro atomique  $Z = 92$ ) présent dans l'Autunite comprend 3 isotopes naturels :  $^{238}\text{U}$ , présent en écrasante majorité,  $^{235}\text{U}$  et  $^{234}\text{U}$ . Comparer la composition des noyaux des atomes d'uranium 235 et 238.

**2/** Voici une petite partie de la chaîne de désintégration de l'uranium 238 :



- Écrire l'équation de cette désintégration du noyau d'uranium 238 en thorium 234. Quel est le type de radioactivité correspond à cette désintégration ?

- Le thorium 234 se désintègre lui-même en protactinium 234. Écrire l'équation de cette deuxième réaction de désintégration. Quelle particule est alors émise ?

*L'uranium  $^{238}\text{U}$  présente un temps de demi-vie de  $4,5 \cdot 10^9$  années.*

**3/** En utilisant la loi de décroissance radioactive  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ , retrouver la relation entre le temps de demi-vie et la constante radioactive  $\lambda$  :

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

En déduire la valeur de la constante de désintégration radioactive  $\lambda$  en  $\text{an}^{-1}$ , puis en  $\text{s}^{-1}$ .

*L'activité  $A_0$  d'une pierre d'Autunite de masse voisine de 100 g, n'est pas négligeable ; elle est voisine de 9000 Bq.*

**4/** Calculer le nombre de noyaux  $N_0$  d'uranium présents dans cette pierre à la date  $t = 0$  s.