

On donne les masses des noyaux et particules dans le tableau ci-dessous exprimées en unité de masse atomique  $u$  :

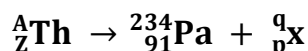
${}^{238}_{92}\text{U}$	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{87}_{35}\text{Br}$	${}^{146}_{57}\text{La}$	${}^1_1\text{p}$	${}^1_0\text{n}$
238,0014	234,9934	86,92071	145,9257	1,00728	1,00867

Avec  $\left\{ \begin{array}{l} 1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ \text{Le nombre d'Avogadro: } N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \\ \text{Masse molaire de } ({}^{238}_{92}\text{U}) = 238 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \\ \text{Masse molaire de } ({}^{235}_{92}\text{U}) = 235 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \\ 1 \text{ an} = 365,25 \text{ jours} \end{array} \right.$

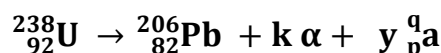
L'uranium U de numéro atomique 92 est un élément radioactif, composé de trois principaux isotopes dont on se propose d'étudier la réactivité nucléaire de deux parmi eux.

**Partie A :** L'isotope 234 existe dans la nature en faibles traces :

1. Donner la définition des « noyaux isotopes ».
2. Déterminer la composition du noyau d'uranium 234.
3. Le noyau d'uranium 238, l'isotope le plus lourd et le plus abondant, se transforme à la fin d'une série de désintégrations successives en noyau de plomb 206. Dans une première étape, le noyau de cet isotope 238 subit une désintégration de type (alpha)  $\alpha$ . Le noyau fils obtenu est le thorium  ${}^A_Z\text{Th}$ . Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire et déterminer Z et A.
4. Dans la seconde étape, le noyau de thorium se transforme en un noyau de protactinium en émettant une particule  $x$  selon l'équation suivante :



- a. Identifier la particule  $x$ ,
  - b. Quel est le type de la radioactivité correspondante ?
  - c. Expliquer l'origine la particule  $x$ .
5. L'équation globale du processus de transformation d'un noyau d'uranium 238 en un noyau de plomb est :



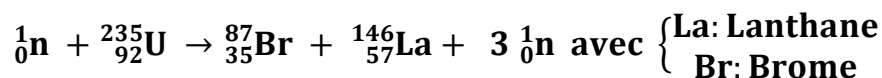
Déterminer k et y.

- a. Définir l'énergie de liaison ( $E_l$ ) d'un noyau.
- b. Déterminer l'énergie de liaison de  ${}^{238}_{92}\text{U}$ .
- c. Sachant que l'énergie de liaison du  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$  a pour valeur :  $E_l(\text{Pb}) = 1623 \text{ MeV}$ , comparer la stabilité des noyaux  ${}^{238}_{92}\text{U}$  et  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ ,
- d. Justifier pourquoi ce résultat est-il prévisible.

**Partie B :** Le plomb et l'uranium  $^{238}_{92}\text{U}$  se trouvent avec des proportions différentes dans les roches métalliques selon leur date de formation. On dispose à un instant de date  $t_1$ , un échantillon d'une roche métallique qui renferme une masse  $m = 10 \text{ g}$  d'uranium 238 et un nombre de noyaux de plomb égal à  $N_{\text{Pb}_1} = 2,50 \cdot 10^{22}$  noyaux.

1. Déterminer  $N_{\text{U}_1}$ , le nombre de noyaux d'uranium dans l'échantillon à la date  $t_1$ ,
2. Sachant que la présence du plomb dans la roche métallique est due seulement à la désintégration spontanée de l'uranium au cours du temps, déterminer le nombre  $N_0$  de noyaux d'uranium 238 présent à la date de la formation de la roche, considérée comme origine des dates ( $t = 0$ ).
3. A l'aide d'un compteur Geiger-Müller, on mesure l'activité  $A_1$  à la date  $t_1$  de cet échantillon radioactif soit  $A_1 = 124289 \text{ Bq}$ .
  - a. Sachant que  $dN = -\lambda N dt$ , établir la loi de décroissance radioactive,
  - b. Définir l'activité d'une source radioactive,
  - c. Déterminer la valeur de la constante radioactive ( $\lambda$ ) de l'uranium (238),
  - d. Déterminer en années, la valeur de la période radioactive ( $T$ ),
  - e. Montrer que  $t_1 = \frac{T}{\ln(2)} \cdot \ln\left(\frac{N_0}{N_{\text{U}_1}}\right)$  et calculer sa valeur.

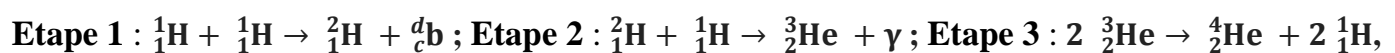
**Partie C :** L'isotope  $^{235}_{92}\text{U}$  de l'uranium, qui est un noyau fissile, est considéré comme combustible dans les réacteurs nucléaires. L'une des réactions de fission de cet isotope est décrite par l'équation suivante :



1. Définir une réaction de fission,
2. Expliquer ce que signifie « la fission est une réaction en chaîne »,
3. Déterminer l'énergie libérée ( $W_{\text{libérée}}$ ) au cours de la fission d'un noyau d'uranium,
4. Déterminer en Joule l'énergie libérée par la fission de  $m = 1 \text{ g}$  d'uranium.

**Partie D :** Comme pour la fission, l'objectif principal est de maîtriser la fusion afin de produire de l'électricité. La fusion est à l'origine de l'énergie produite par les étoiles.

1. Définir une réaction de fusion,
2. On donne les principales étapes des réactions de fusion générant l'énergie solaire :



- a. Identifier la particule **b**,
- b. Expliquer la formation du rayonnement gamma ( $\gamma$ ),
- c. Déduire l'équation de la réaction bilan.