

DM en physique nucléaire 2BSMF

À l'état naturel, l'élément uranium comporte principalement les isotopes ${}^{238}_{92}\text{U}$ et ${}^{235}_{92}\text{U}$ avec une abondance isotopique moyenne respectives 99,3% et 0,7%.

L'isotope ${}^{238}_{92}\text{U}$ est très peu radioactif. Il conduit à la formation du nucléide de plomb stable ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ suit à une série de désintégrations successives.

L'isotope ${}^{235}_{92}\text{U}$ lui aussi radioactif représente le seul noyau fissile existant à l'état naturel. Il sert de combustible pour les réacteurs et d'explosif pour l'arme atomique.

Des analyses effectuées, à un instant de date t , sur plusieurs échantillons pris de différents endroits d'une mine d'uranium à la région d'Oklo au Gabon ont données les résultats suivants :

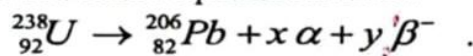
- La mesure -a- : le rapport du nombre de noyaux de plomb -206 sur le nombre de noyaux

d'uranium -238 est :
$$\frac{N_t({}^{206}_{82}\text{Pb})}{N_t({}^{238}_{92}\text{U})} = 0,35.$$

- La mesure -b- : l'abondance isotopique de l'uranium-235 dans quelques endroits de cette mine est très inférieur à la valeur moyenne 0,7% .

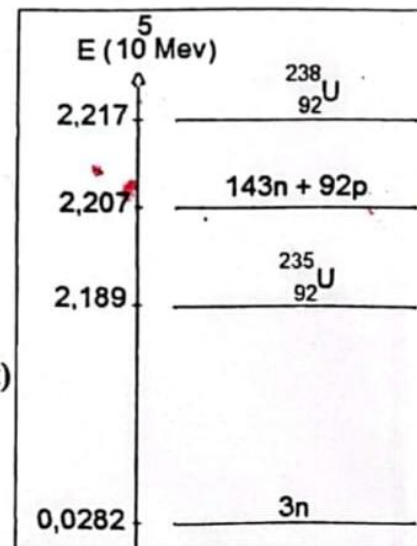
1. L'exploitation de la mesure -a- :

Suite à une série de désintégrations spontanées et successives de type α et β^- , le noyau d'uranium 238 se transforme au noyau de plomb 206 selon l'équation suivante :



On donne : - la période radioactive de l'uranium -238 : $t_{1/2} = 4,5 \cdot 10^9 \text{ ans}$

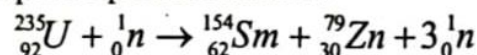
- 1.1. Déterminer les valeurs de x et celle de y . (0,5pt)
- 1.2. En s'aidant du diagramme d'énergie ci-contre, calculer l'énergie de liaison par nucléon des deux isotopes ${}^{238}_{92}\text{U}$ et ${}^{235}_{92}\text{U}$. Comparer leurs stabilités. (0,5pt)
- 1.3. On considère qu'au moment de sa formation cette mine ne contient pas de plomb. Calculer l'âge t du mine d'uranium. (0,5pt)



2. L'interprétation du résultat de la mesure -b- :

Le résultat de la mesure -b- est interprété par une fission nucléaire naturelle identique à celle qui se produit par induction dans les réacteurs nucléaires.

Cette fission naturelle est modélisée par l'équation suivante :



On donne :

$$m({}^{154}_{62}\text{Sm}) = 153,88819\text{u} ; m({}^{235}_{92}\text{U}) = 234,99346\text{u} ; m(\text{n}) = 1,0086\text{u} ; m({}^{79}_{30}\text{Zn}) = 78,9262\text{u}$$

$$1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}\text{J} ; 1\text{u} = 931,5\text{MeV} \cdot \text{C}^{-2} ; 1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$$

- 2.1. Calculer l'énergie nucléaire libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235. (0,25pt)
- 2.2. Si on considère que l'énergie nucléaire produite se transforme intégralement en énergie thermique avec une puissance moyenne $P = 100\text{kW}$. Calculer la masse d'uranium-235 consommée par cette réaction en une année. (0,5pt)