

Devoir maison en physique nucléaire - Prof Alaeddine ABIDA

à BAC S.M. Seulement

Ajitgham Academy

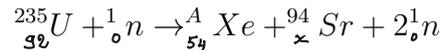
0696307274

Cours de soutien en ligne

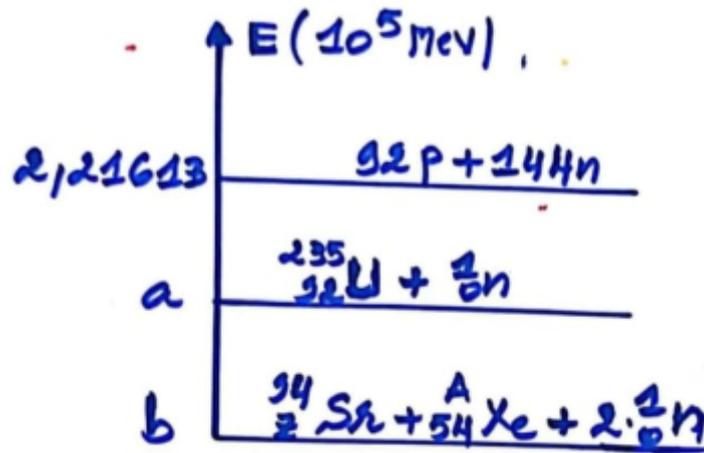
Exercice 01

Un réacteur d'une centrale nucléaire fonctionne à l'uranium enrichi, constitué de $p=3\%$ d'uranium ^{235}U fissile et de $p'=97\%$ d'uranium ^{238}U non fissile.

Par choc avec un neutron, le noyau ^{238}U subit la fission suivante :



- Déterminer A et x.
- La figure 1 représente le diagramme énergétique de cette réaction. Déterminer la valeur de a et b.



- Déduire l'énergie de liaison de chaque noyau ^{235}U et ^{94}Sr .
- Déterminer E_0 , l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235 (en joule).
- Le réacteur nucléaire utilise une masse m d'uranium enrichi pour produire de l'énergie électrique. Sachant que la puissance électrique est $P_e = 900$ MW et le rendement du réacteur est $r = 30\%$:
 - Déterminer le nombre de fissions par seconde qui se produisent dans le réacteur nucléaire.
 - Déterminer l'expression de m_0 de la masse d'uranium enrichie consommée en une année en fonction de : E_0 , P , r , P_e , N_A et $M(^{235}\text{U})$. Calculer sa valeur en tonnes.

On donne :

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

$$1 \text{ MeV} = 1,6028 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$m({}^A_{54}\text{Xe}) = 139,8120 \text{ U}$$

$$m({}^{94}_{52}\text{Sr}) = 93,8945 \text{ U}$$

$$m({}^{235}_{92}\text{U}) = 234,9934 \text{ U}$$

$$\mathcal{E}({}^{94}_{52}\text{Xe}) = 8,89 \text{ MeV/nucléon}$$

$$m({}^1_0n) = 1,0086 \text{ U}$$

$$m({}^1_1p) = 1,0073 \text{ U}$$

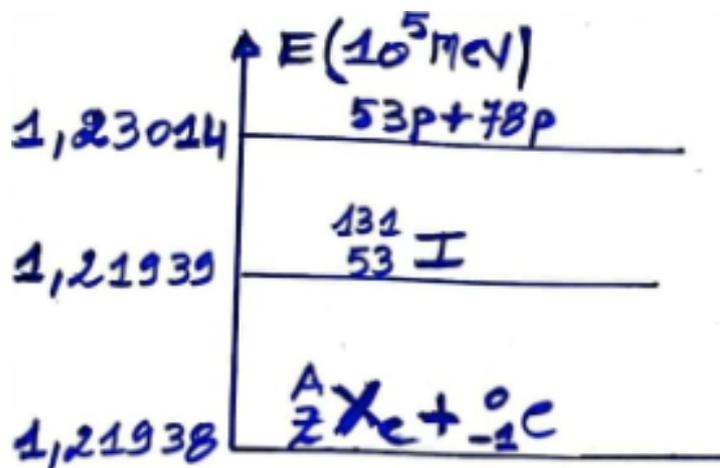
$$1 \text{ U} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

Exercice 02

Le 26 avril 1986, un accident à la centrale nucléaire de Tchernobyl (Ukraine) a provoqué l'explosion d'un réacteur. Une très grande quantité de radioactivité a été libérée dans l'atmosphère. Ce nuage radioactif s'est ensuite étendu sur de vastes régions de l'Europe, provoquant de graves conséquences sur la santé publique et l'environnement.

Parmi les nombreux éléments radioactifs rejetés, on note l'iode $^{131}_{53}\text{I}$ et le césium $^{137}_{55}\text{Cs}$. Lors de l'explosion, une grande quantité de noyaux d'iode a été émise dans l'atmosphère. L'iode 131 , utilisé en médecine pour le diagnostic et le traitement de certaines affections thyroïdiennes, a une demi-vie d'environ 8 jours. Les deux noyaux ont une radioactivité de type Béta moins.

1. La désintégration de l'iode forme du xénon (Xe). Écrire l'équation de la désintégration de ce radio-élément.



Le document ci-dessus représente le diagramme énergétique de la désintégration de l'iode 131 .

2. Déterminez l'énergie de liaison par nucléon de chaque nucléide.
3. Calculer en Joule l'énergie libérée E_0 par la désintégration d'un noyau d'iode 131.
4. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par l'énergie libérée E au cours de la désintégration de la masse m_0 s'écrit sous la forme :

$$\frac{dE}{dt} + \lambda E = K$$

où K est une constante que l'on détermine par son expression.

5. La résolution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme :

$$E(t) = K_1 e^{-\frac{t}{\tau}} + K_2$$

Déterminer l'expression de K_1 , K_2 et τ .

La courbe ci-dessous représente les variations de E en fonction du temps.

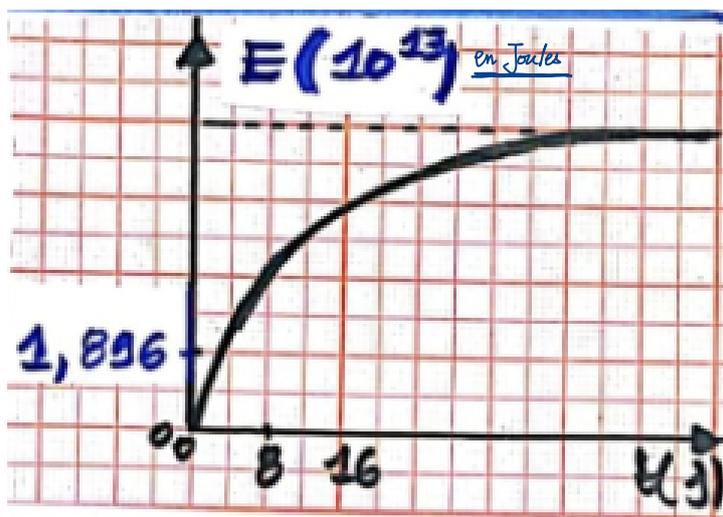
6. En exploitant la courbe, déterminer graphiquement la demi-vie $t_{1/2}$ de l'iode 131.
7. Déterminer la valeur de m_0 .

On donne :

$$M(\text{I}) = 127 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$N = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$1\text{eV} = 4.66 \times 10^{-19} \text{ J}$$



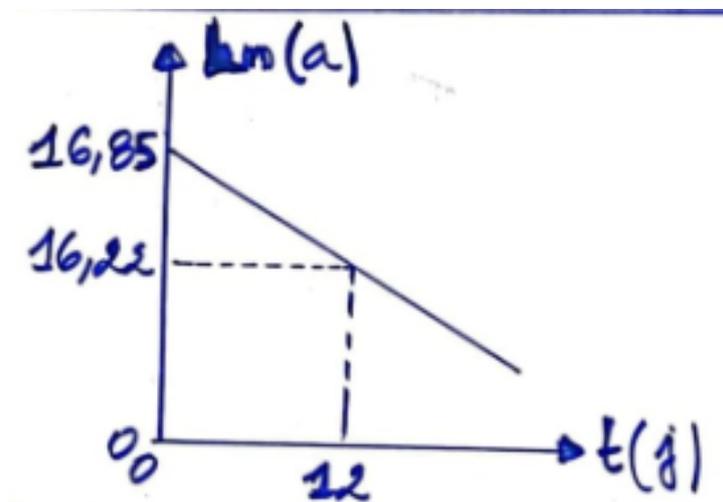
8. Environ 75% de l'iode émis est retombé à proximité du site de l'accident. Le reste forme le nuage radioactif. Ce nuage a touché la France après un périple de plus de $d = 3000$ Km. À son arrivée en France, l'activité du nuage a été mesurée, elle valait $a = \frac{a_0}{32}$. Exprimer, en fonction de $t_{1/2}$, l'expression de Δt la durée mise par le nuage pour arriver en France, puis calculer sa valeur, en déduire la vitesse de ce nuage radioactive.
9. Trouver la valeur de l'instant t_1 quand 95% des noyaux d'iode 131 arrivés en France a été désintégrés.

Exercice 03

La thyroïde est une glande, nichée dans la région cervicale antérieure, appliquée contre le larynx et la partie supérieure de la trachée. La fonction principale de cette glande est la sécrétion des hormones thyroïdiennes à partir de l'iode alimentaire qui se fixe temporairement sur cette glande.

On préfère utiliser l'isotope ^{123}I qui nécessite un temps de pose de l'iode de quasiment une heure. On injecte alors, au patient, une dose de ^{123}I d'activité $A = 7$ MBq, contenu dans une solution d'iodure de sodium NaI où l'iode est de facteur radioactif. On laisse alors l'iode se fixer, soit environ 4 heures, temps au bout duquel on réalise la scintigraphie.

L'hôpital commande un flacon d'une solution de NaI avec de l'iode ^{123}I , pour l'utiliser sur plusieurs patients. Pour des raisons pratiques, les injections sont effectuées... Toutes les 30 minutes. La première injection a lieu le matin à 9h. Juste avant cette injection, l'activité du flacon de l'hôpital est a_0 . La courbe ci-dessous représente l'évolution de l'activité ^{123}I dans le flacon.



- Déterminer la valeur de a_0 .

2. Déterminer la valeur de λ la constante radioactive du ^{123}I .
3. À chaque injection on prélève une dose d'activité égale à 7 MBq.
- 3.1_ Quelle est l'activité de la solution restante dans le flacon juste après l'injection (supposée instantanée) au premier patient ?
- 3.2_ Calculer la valeur de $e^{-\lambda\Delta t}$ si $\Delta t = 30\text{min}$.
En déduire l'activité du flacon à 9h30min juste avant l'injection au second patient.
- 3.3_ Les injections suivantes ont lieu toutes les demi-heures. Combien de patients peuvent alors recevoir la dose nécessaire (7 MBq) à la réalisation d'une scintigraphie ?

**Bon courage mes chers
élèves.**

Prof Maeddine ABIDA.PC.