

EC-TD 2 : la radioactivité

Exercice 1 :

Compléter les équations des réactions nucléaires en indiquant la nature des particules représentées par un point d'interrogation. Donner la nature de la réaction.

- $^{31}_{14}\text{Si} \rightarrow ^{31}_{15}\text{P} + ?$
- $^{13}_7\text{N} \rightarrow ? + ^0_1\text{p} + \nu$
- $^{228}_{88}\text{Ra} \rightarrow ? + ^0_{-1}\text{e}$
- $? \rightarrow ^{29}_{14}\text{Si} + ^0_1\text{e}$
- $^{10}_5\text{B} + ^1_0\text{n} \rightarrow ? + 2\ ^4_2\text{He}$

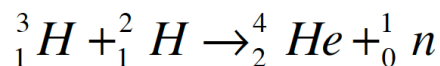
Exercice 2 :

Si on bombarde des noyaux d'uranium-235 par des neutrons, ils peuvent lors d'un des nombreux processus de fission donner du baryum-142 et du krypton-92.

- Donner l'équation de cette réaction de fission
- Calculez la perte de masse lors de cette réaction sachant que les masses des différentes particules sont : uranium-235 : 235,04 u, baryum-142 : 141,92 u, krypton-92 : 91,92 u et n : 1,0087 u
- Calculez la variation d'énergie (en joules) correspondant à la fission de 1 noyau d'uranium-235
- Calculez l'énergie libérée (en joules) par la réaction de fission de 1,0 g d'uranium-235

Exercice 3 : la fusion

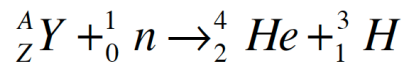
Le 28 juin 2005, le site de Cadarache a été retenu pour l'implantation du projet international de fusion nucléaire ITER. La fusion de deux noyaux légers en un noyau plus lourd est un processus qui libère de l'énergie. C'est le cas lors de la formation d'un noyau " d'hélium 4 " à partir de la réaction entre le deutérium et le tritium. On récupère une quantité d'énergie de quelques méga électronvolts (MeV), suivant la réaction :



Des problèmes se posent si l'on cherche ainsi à récupérer cette énergie :

- pour initier la réaction, les noyaux doivent avoir la possibilité de s'approcher l'un de l'autre à moins de 10^{-14}m . Cela leur impose de vaincre la répulsion électrostatique. Pour ce faire, on porte la matière à une température de plus de 100 millions de degrés,
- à la fin de la vie du réacteur de fusion, les matériaux constituant la structure du réacteur seront radioactifs. Toutefois, le choix d'éléments de structure conduisant à des produits radioactifs à temps de décroissance rapide permet de minimiser les quantités de déchets radioactifs. Cent ans après l'arrêt définitif du réacteur, la majorité voire la totalité des matériaux peut être considérée comme des déchets de très faible activité.

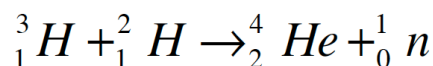
Les « combustibles » utilisés dans le réacteur de fusion ne nécessitent pas de transport de matière radioactive. En effet, le deutérium n'est pas radioactif. Le tritium est fabriqué sur site, à partir d'un élément Y non radioactif suivant la réaction :



a) Le tritium : Donner la composition et le symbole du noyau Y en précisant les règles de conservation.

b) Le noyau de deutérium : Donner la composition du noyau de deutérium 2H . Le deutérium et le tritium sont des isotopes. Justifier cette affirmation. Donner l'expression littérale puis la valeur du défaut de masse $\Delta m({}^2H)$ du noyau de deutérium. En déduire l'énergie $E({}^2H)$ correspondant à ce défaut de masse en J puis en MeV et donner sa signification physique.

c) Étude de la réaction de fusion : On considère la réaction de fusion traduite par l'équation :



Donner l'expression littérale de l'énergie libérée par cette réaction en fonction des données de l'énoncé. Calculer cette énergie en MeV.

Exercice 4 :

Vous avez commandé une certaine quantité de Na_3PO_4 contenant du phosphore 32 qui est un radio-isotope dont la période vaut 14,3 jours. Ce nucléide est radioactif β^- .

- Ecrire la réaction de désintégration du phosphore 32.
- Définir la période radioactive. En utilisant la loi de décroissance radioactive, retrouver l'expression reliant la constante radioactive et la période.
- Si l'expédition est retardée en douanes durant deux semaines, quelle fraction de l'activité initiale subsistera-t-elle lorsque vous recevrez votre commande?
- Si on l'on souhaite réceptionner l'isotope avec 95% de son activité initiale, quel doit être le délai de livraison à respecter?

Données : masse du neutron : $m(n)=1,674927 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; masse du proton : $m(p)=1,672622 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; masse d'un noyau de deutérium : $m({}^2H)=3,344497 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; masse d'un noyau de tritium : $m({}^3H)=5,008271 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; masse d'un noyau d' « hélium 4 » : $m({}^4He)=6,646483 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $1 \text{ eV}=1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$