

Données : $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Exercice 1. Démarrage d'un réacteur

Pour démarrer un réacteur à fission, on peut utiliser une source d'américium-beryllium. L'américium ${}_{95}^{241}\text{Am}$ est émetteur α . Une particule α peut réagir avec un noyau de beryllium ${}_{4}^9\text{Be}$ pour produire un neutron et un noyau de carbone ${}_{6}^{12}\text{C}$. Une fois que le réacteur a démarré, l'uranium 235 subit des fissions suite à l'impact d'un neutron.

1. Ecrire les équations des deux réactions de la source d'américium-beryllium.
2. Pourquoi la source ne doit fonctionner qu'au démarrage du réacteur ?

Exercice 2. Rendement d'un réacteur de 900 MW

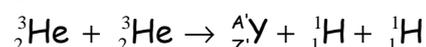
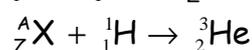
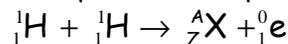
Dans une centrale nucléaire à uranium enrichi en isotope ${}_{92}^{235}\text{U}$, une des réactions possible est représentée par la réaction d'équation : ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{38}^{94}\text{Sr} + {}_x^{139}\text{Xe} + \gamma {}_0^1\text{n}$

1. Déterminer les valeurs de x et de γ dans l'équation de cette réaction nucléaire.
2. Calculer en MeV l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium.
3. Quelle est, en Joules, l'énergie libérée par la fission d'un gramme d'uranium en admettant que toutes les réactions qui se produisent au sein du réacteur sont du même type que la précédente.
4. La centrale de puissance électrique 900 MW consomme chaque année environ une tonne d'uranium 235. Déterminer son rendement.

Noyau	${}_{92}^{235}\text{U}$	${}_{38}^{94}\text{Sr}$	${}_{x}^{139}\text{Xe}$	n
Masse (u)	235,0134	93,8946	138,8882	1,0087

Exercice 3. Fusion dans les étoiles

Les étoiles sont en permanence le siège de réactions de fusion nucléaire. Voici les équations de certaines réactions susceptibles de se produire :



1. Donner les lois de conservation permettant le calcul de A , Z , A' et Z' . En déduire leurs valeurs ainsi que les éléments chimiques X et Y .
2. Déterminer l'équation de la réaction équivalente à ces 3 réactions nucléaires.
3. Déterminer, en unité de masse atomique, la masse transformée en énergie lors de la fusion. Calculer cette énergie en Joule puis en MeV.

Données : masse du noyau ${}_{2}^4\text{He}$: 4,00151 u ; masse d'un proton ${}_1^1\text{H}$: 1,0073 u ; masse de ${}_1^0\text{e}$: 0,00055 u.

Exercice 4. Perte de masse du Soleil

La fusion thermonucléaire des protons dans le Soleil produit des noyaux d'hélium.

1. Le rayonnement du Soleil a une puissance de $3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}$. Calculer la perte de masse du Soleil par seconde.
2. La masse du Soleil est estimée à $1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ et son âge à 4,6 milliards d'années. En supposant que l'énergie libérée est constante depuis sa formation, estimer la masse qu'il a perdue jusqu'à aujourd'hui.
3. Quelle fraction (en pourcentage) de la masse totale du Soleil cette perte de masse représente-t-elle ?

Exercice 5. Nucléosynthèse stellaire du carbone

Dans les « géantes rouges », la température est voisine de 100 millions de degrés. L'étoile a épuisé son hydrogène initial ; c'est au tour de l'hélium de se transformer en carbone, oxygène, néon, magnésium...

La nucléosynthèse du carbone peut être modélisée par la suite de réactions d'équation : ${}_2^4\text{He} + {}_4^8\text{Be} \rightarrow {}_6^{12}\text{C}$

1. Calculer la variation de masse associée à la réaction.
2. Calculer, en MeV, l'énergie libérée par cette réaction.
3. Proposer une réaction de fusion qui forme les noyaux de béryllium. Ecrire son équation.
4. En fait, le noyau de béryllium 8 est peu stable et se décompose en souvent en deux particules α . La formation du carbone dans les géantes rouges est appelée « processus triple alpha ». Expliquer ce terme.

Données : masse du noyau ${}_2^4\text{He}$: 4,00151 u ; masse du noyau ${}_4^8\text{Be}$: 8,00531 u ; masse du noyau ${}_6^{12}\text{C}$: 11,99671 u.