

12 Les premiers éléments dans l'univers

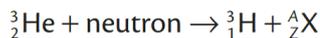
Selon le modèle du Big-Bang, les premiers noyaux formés étaient l'hydrogène (90%), l'hélium et le lithium, ce dernier en quantité très faible.

La fusion de l'hydrogène 2 et de l'hydrogène 3 forment un noyau d'hélium 4 en libérant un neutron.

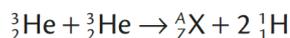
- Écrire les symboles A_ZX des noyaux d'hydrogène 2, 3 et d'hélium 4.
- Parmi les noyaux précédents, quels sont les isotopes ?
- Rappeler la notation du neutron en physique nucléaire.
- Écrire la réaction de synthèse de l'hélium 4.
- La synthèse des éléments chimiques plus lourds se fait par des réactions nucléaires. Pourquoi cette synthèse ne peut-elle pas se faire par des réactions chimiques ?

13 Réaction nucléaire et Hélium 3

L'hélium 3 a la capacité d'absorber facilement un neutron. Il forme alors de l'hydrogène 3 en libérant une particule suivant la réaction :



- Rappeler la notation du neutron en physique nucléaire.
- Identifier le noyau formé.
- L'hélium 3 a également la capacité de réagir avec lui-même suivant la réaction :



Identifier le noyau formé.

- Le noyau formé est-il un isotope de l'hélium 3 ?
- Cette réaction nucléaire est-elle une réaction de fusion ou de fission ?

15 La première réaction nucléaire

Selon le modèle du Big-Bang, sous l'action de la force gravitationnelle les premiers éléments (hydrogène, hélium...) se rassemblent, formant des nuages gazeux en certains endroits de l'univers. Puis le nuage s'effondre sur lui-même sous l'effet de la force de gravitation due à sa propre masse. La température centrale atteint alors environ 10^7 K. À cette température démarre la première réaction nucléaire dont le bilan peut s'écrire : $4 {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^0_1e$. Une étoile est née.

- Quelle est la nature de cette réaction nucléaire : α , β^+ , β^- , fission ou fusion) ? **Automatisme 1**
- Convertir la masse du positron en unité de masse atomique puis la comparer à celle de l'hydrogène 1.
- Déterminer la masse m_R de l'ensemble des réactifs, puis la masse m_P de l'ensemble des produits.
- Comment se nomme la différence $m_R - m_P$?
- Calculer l'énergie libérée par cette réaction nucléaire, en joule puis en MeV. **Automatisme 3**

Données

Masse du positron : $9,109382 \times 10^{-31}$ kg
 Masse du noyau d'hydrogène 1 : 1,007276 u
 Masse du noyau d'hélium 4 : 4,00150 u

17 Carbone 14 dans l'atmosphère

Le carbone ${}^{14}_6\text{C}$ apparaît dans la haute atmosphère par suite de chocs entre neutrons et noyaux d'azote ${}^{14}_7\text{N}$.

- Écrire l'équation de la réaction de formation du carbone 14 et identifier la particule formée au cours de la réaction.
- Comparer la masse du système initial avec celle du système final. En déduire la valeur de l'énergie libérée au cours de cette transformation, en J et en MeV.

Donnée

$m({}^{14}_6\text{C}) = 13,999\,96$ u ; $m({}^{14}_7\text{N}) = 13,999\,24$ u

18 Fission nucléaire

Dans une centrale nucléaire, une des réactions est la suivante : ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0n \rightarrow {}^{94}_{38}\text{Sr} + {}^{140}_Z\text{Xe} + x {}^1_0n$.

- Déterminer, en les justifiant, les valeurs de Z et de x.
- Calculer la perte de masse en u, puis en kg. **Automatisme 2**
- Calculer, en joule puis en MeV, l'énergie libérée Q par la fission d'un noyau d'uranium 235.
- Déterminer le nombre de noyau d'uranium présent dans un échantillon de 5,00 g d'uranium 235. **Automatisme 3**

- Calculer l'énergie libérée par la fission de 5,00 g d'uranium 235.

- Calculer la masse de pétrole libérant, par combustion, la même énergie.

Données

Masses des noyaux : ${}^{235}\text{U}$: 234,99332 u ; ${}^{94}\text{Sr}$: 93,89446 u ;
 ${}^{140}\text{Xe}$: 139,89194 u ;
 Pouvoir calorifique du pétrole : 42 MJ·kg⁻¹

19 Énergie du Soleil

L'une des réactions de fusion nucléaire à la base de l'énergie rayonnée par le Soleil est : ${}^1_1\text{H} + {}^A_ZX \rightarrow {}^3_2\text{He}$.

- Déterminer, en les justifiant, les valeurs de Z et de A. En déduire la nature de l'atome X.
- Calculer la perte de masse, en u puis en kg, de cette réaction nucléaire. **Automatisme 2**
- Calculer, en joule puis en MeV, la quantité d'énergie libérée au cours de cette réaction nucléaire. **Automatisme 3**
- Calculer la quantité d'énergie, en joule puis en MeV, libérée lors de la formation de 5,00 g d'hélium 3.
- Calculer la masse de pétrole libérant, par combustion, la même énergie.
- Comparer la valeur obtenue à celles obtenues pour les exercices 17 et 18.

Données

Masse des noyaux : ${}^1_1\text{H}$: 1,007276 u ; A_ZX : 2,013451 u ;
 ${}^3_2\text{He}$: 3,014933 u

