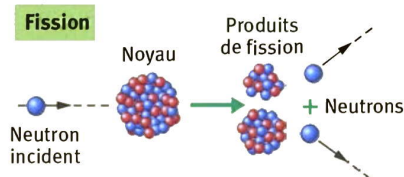


Méthode 1 – Les réactions de fission et de fusion

L'essentiel du cours

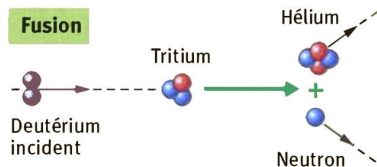
La fission

● La **fission** est la réaction nucléaire au cours de laquelle un **noyau** se **divise** en deux noyaux plus légers. Pour déclencher la fission du noyau père, on le bombarde généralement d'un **neutron**.



La fusion

● La **fusion** est la réaction nucléaire qui conduit à la formation, à partir de deux noyaux légers, d'un **noyau plus lourd**. Elle s'accompagne de la libération de quelques particules légères.



Lois de conservation

● Comme toute transformation nucléaire, la fission et la fusion vérifient les **lois de conservation** de la **charge électrique** et du nombre de **nucléons**.

Vrai/faux

Répondre par vrai ou par faux en justifiant la réponse.

1. Dans la réaction nucléaire : ${}^6_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow 2{}_Z^A\text{X}$, le noyau noté X est le noyau de béryllium ${}^8_4\text{Be}$.
2. Au cours d'une réaction nucléaire, il y a conservation du nombre de protons.
3. Au cours d'une réaction nucléaire, il y a conservation du nombre de neutrons.
4. ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{91}_{40}\text{Zr} + {}^{142}_{58}\text{Ce} + 3{}_0^1\text{n} + 6{}_{-1}^0\text{e}$ modélise une réaction de fission.
5. Lors d'une réaction en chaîne, les neutrons produits par une fission peuvent provoquer d'autres fissions.

QCM

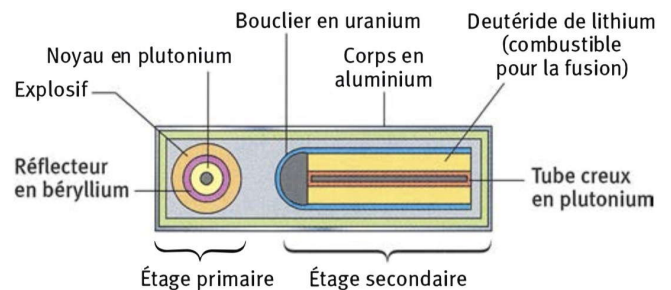
À chaque question peuvent correspondre aucune, une seule ou plusieurs propositions correctes.

Déterminer le nombre x de neutrons produits lors des diverses réactions de fission de l'uranium 235 :

1. ${}_0^1\text{n} + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{148}_{57}\text{La} + {}^{85}_{35}\text{Br} + x{}_0^1\text{n}$
a. $x = 0$; b. $x = 1$; c. $x = 2$; d. $x = 3$.
2. ${}_0^1\text{n} + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{140}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sr} + x{}_0^1\text{n}$
a. $x = 0$; b. $x = 1$; c. $x = 2$; d. $x = 3$.
3. ${}_0^1\text{n} + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{90}_{36}\text{Kr} + {}^{142}_{56}\text{Ba} + x{}_0^1\text{n}$
a. $x = 0$; b. $x = 1$; c. $x = 3$; d. $x = 4$.
4. ${}_0^1\text{n} + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{140}_{56}\text{Ba} + {}^{93}_{36}\text{Kr} + x{}_0^1\text{n}$
a. $x = 0$; b. $x = 1$; c. $x = 3$; d. $x = 4$.

La bombe « H »

La bombe « H », ou bombe à fusion thermonucléaire, a été mise au point au début des années 1950 par les Américains E. Teller et S.M. Ulam. Elle est constituée de deux parties principales. Dans l'étage primaire se trouve une bombe au plutonium 239. Son explosion communique aux noyaux de lithium 6 (${}^6_3\text{Li}$) et de deutérium (${}^2_1\text{H}$) présents dans l'étage secondaire l'énergie nécessaire pour déclencher leur fusion.



1. Pourquoi faut-il fournir de l'énergie aux noyaux pour qu'ils fusionnent ?
2. Quel type de réaction nucléaire va se produire dans l'étage primaire ? Justifier.
3. Parmi les multiples réactions possibles dans l'étage secondaire, la fusion de deux deutériums peut donner de l'hélium 3 ou encore du tritium (${}^3_1\text{H}$). Écrire les équations de ces deux réactions.

Méthode 2 – L'énergie nucléaire

L'essentiel du cours

Équivalence masse-énergie

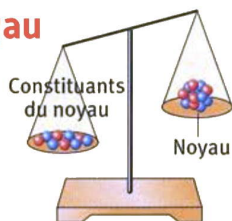
Toute particule possède, du fait de sa masse, une énergie dite « énergie de masse » E telle que :

$$E = m c^2 \quad \left| \begin{array}{l} E \text{ en J} \\ m \text{ en kg} \end{array} \right.$$

où c est la célérité de la lumière dans le vide.

Défaut de masse d'un noyau

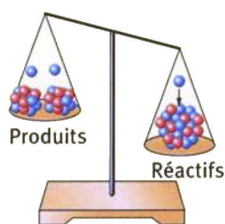
• Le **défaut de masse** (toujours positif) d'un noyau est la différence entre la masse des nucléons isolés et la masse du noyau :



$$\Delta m \left({}^A_Z X \right) = [Zm(\text{protons}) + (A - Z)m(\text{neutrons})] - m(\text{noyau}) > 0$$

Énergie libérée

• La **variation de masse** (toujours négative) est la différence entre la somme des masses des produits et la somme des masses des réactifs :



$$\Delta m(\text{réaction}) = m(\text{produits}) - m(\text{réactifs}) < 0$$

• **L'énergie libérée** s'exprime par :

$$E_{\text{libérée}}(\text{réaction}) = |\Delta m(\text{réaction})| c^2 > 0$$

Vrai/faux

Répondre par vrai ou par faux en justifiant la réponse.

1. La masse du noyau de deutérium ${}^2_1\text{H}$ est inférieure à la somme des masses d'un neutron et d'un proton.
2. L'uranium peut subir une fission d'équation :



La masse de ${}^{93}_{36}\text{Kr} + {}^{140}_{56}\text{Ba} + 2 {}^1_0\text{n}$ est alors supérieure à la masse de ${}^{235}_{92}\text{U}$.

3. La variation de masse $\Delta m(\text{réaction})$ est toujours positive.
4. L'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium est plus grande que dans le cas d'une désintégration.

QCM

À chaque question peuvent correspondre aucune, une seule ou plusieurs propositions correctes.

1. ${}^{240}_{94}\text{Pu}$ a une masse de 240 u, soit :
a. 240 kg ; **b.** $3,98 \cdot 10^{-25}$ kg ;
c. $2,24 \cdot 10^5$ kg ; **d.** $2,16 \cdot 10^{19}$ kg.
2. ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ a une masse de 239 u, soit :
a. 239 MeV ; **b.** 239 J ;
c. $2,23 \cdot 10^5$ MeV ; **d.** $2151 \cdot 10^{16}$ J.
3. ${}^{235}_{92}\text{U}$ a une masse de 235 u, soit :
a. $2,19 \cdot 10^5$ J ; **b.** $1,37 \cdot 10^{31}$ J ;
c. $2,12 \cdot 10^{19}$ J ; **d.** $3,51 \cdot 10^{-7}$ J.
4. ${}^{238}_{92}\text{U}$ a une masse de $3,95 \cdot 10^{-25}$ kg, soit :
a. $2,22 \cdot 10^5$ MeV ; **b.** $3,56 \cdot 10^{-7}$ J ;
c. 200 MeV environ ; **d.** $3,68 \cdot 10^{-21}$ MeV.

Centrale nucléaire

Le combustible d'une centrale nucléaire à neutrons lents est de l'uranium enrichi. Il contient 3 % d'uranium 235 fissile et 97 % d'uranium 238 non fissile. Lors de la fission d'un noyau d'uranium 235 sous l'impact d'un neutron, plusieurs réactions sont possibles. Les produits de la fission la plus fréquente sont un noyau de zirconium 95, un noyau de tellure 138, ainsi que des neutrons.

Données. $m({}^{95}\text{Zr}) = 94,886$ u ; $m({}^{235}\text{U}) = 234,993$ u ;
 $m({}^{138}\text{Te}) = 137,901$ u.

1. Écrire l'équation de cette réaction de fission.
2. **a.** Calculer la variation de masse lors de cette réaction, exprimée en unité de masse atomique.
b. Convertir cette valeur en unité du système international.
3. Calculer l'énergie libérée par cette réaction nucléaire :
a. en joule ; **b.** en MeV.
4. **a.** Calculer en joule l'ordre de grandeur de l'énergie libérée par la fission de 1,0 g d'uranium 235.
b. Calculer la masse de pétrole libérant par combustion la même énergie, sachant que 1 tep = 42 MJ est l'énergie obtenue lors de la combustion d'une tonne de pétrole. Conclure.