

2.1 Réaction deutérium tritium

2.1.1 (0,25) Le deutérium : ${}^2_1\text{H}$ est constitué d'un proton ($Z = 1$) et d'un neutron ($A - Z = 1$).

(0,25) Le tritium : ${}^3_1\text{H}$ est constitué d'un proton ($Z = 1$), et de deux neutrons ($A - Z = 2$).

(0,25) Ces deux noyaux ont le même nombre de protons mais un nombre différents de neutrons, ils sont donc **isotopes**.

2.1.2. (0,25) Une réaction de fusion est une **réaction nucléaire** provoquée au cours de laquelle **deux** petits **noyaux** se regroupent pour former un **noyau plus gros** et **plus stable**.

2.1.3. (0,25) Avant la fusion : $m_{\text{initiale}} = m(\text{d}) + m(\text{t}) = 2,01355 + 3,01550 = 5,02905 \text{ u}$

Après la fusion : $m_{\text{finale}} = m({}^4_2\text{He}) + m(\text{n}) = 4,00150 + 1,00866 = 5,01016 \text{ u}$

(0,25) $m_{\text{finale}} < m_{\text{initiale}}$, il y a une **perte de masse** au cours de la réaction de fusion.

2.1.4. $E_{\text{lib}} = (m_{\text{finale}} - m_{\text{initiale}}) \cdot c^2$

Il faut convertir les masses en kg

(0,25) $E_{\text{lib}} = (5,01016 - 5,02905) \times 1,66054 \cdot 10^{-27} \times (3,00 \cdot 10^8)^2 = -2,82 \times 10^{-12} \text{ J}$

Il faut convertir les joules en MeV avec $1\text{eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ soit $1 \text{ MeV} = 1,60 \times 10^{-13} \text{ J}$

(0,25) $E_{\text{lib}} = \frac{-2,82 \times 10^{-12}}{1,60 \times 10^{-13}} = -17,6 \text{ MeV}$

Le système {deutérium + tritium} cède de l'énergie au **milieu extérieur qui reçoit 17,6 MeV**.

2.1.5. (0,75) 1L d'eau mer contient 33 mg de deutérium donc un mètre-cube (10^3 L) d'eau de mer contient $m = 33 \times 10^{-3} \times 10^3 = 33 \text{ g}$ de deutérium.

Soit $n = \frac{m}{M}$ mol de deutérium ou $N = n \cdot N_A = \frac{m}{M} \cdot N_A$ noyaux de deutérium.

Le **milieu extérieur reçoit** une énergie $E_1 = 2,82 \times 10^{-12} \text{ J}$ pour **chaque fusion d'un** noyau de deutérium.

L'énergie obtenue à partir de un mètre-cube d'eau de mer est : $E = E_1 \cdot \frac{m}{M} \cdot N_A$

$$E = 2,82 \times 10^{-12} \times \frac{33}{2} \times 6,02 \times 10^{23} = 2,8 \times 10^{13} \text{ J}$$

2.1.6. (0,5) La combustion d'un kilogramme de pétrole libère 42,0 MJ, ainsi $2,8 \times 10^{13} \text{ J}$ va correspondre à une masse m_P de pétrole :

$$m_P = \frac{2,8 \times 10^{13}}{42,0 \times 10^6} = 6,7 \times 10^5 \text{ kg}$$

La masse de pétrole délivrant la même énergie qu'un mètre-cube d'eau de mer est très importante, la réaction de fusion est très intéressante d'un point de vue énergétique.

2.2. Radioactivité

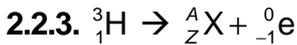
2.2.1. (0,25) Un noyau radioactif est un noyau **instable** qui se désintègre **spontanément** en formant un nouveau noyau et en émettant des **particules**.

2.2.2. (0,25) La **radioactivité α** correspond à l'émission d'une particule alpha (**noyau d'hélium**) par un noyau radioactif.

(0,25) La **radioactivité β^-** est une émission **d'électron** par le noyau.

La **radioactivité β^+** est une émission de **positron** par le noyau.

(0,25) Ces radioactivités s'accompagnent d'un **rayonnement électromagnétique γ** .



Conservation du nombre de charges : $1 = Z - 1$, soit $Z = 2$

conservation du nombre de nucléons : $3 = A$

(0,5) Ainsi le tritium se désintègre suivant l'équation ${}^3_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^0_{-1}\text{e}$

2.2.4. (0,25) La demi-vie est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux initialement présents ont subi une désintégration.

2.2.5. (0,5) Loi de décroissance radioactive : $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

Or $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ soit $N = N_0 \cdot e^{\frac{-t \cdot \ln 2}{t_{1/2}}}$

2.2.6. (0,25) $N = N_0 / 10$

Or $e^{\frac{-t \cdot \ln 2}{t_{1/2}}} = \frac{N}{N_0}$

$\frac{-t \cdot \ln 2}{t_{1/2}} = \ln\left(\frac{N}{N_0}\right)$

$t = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln\left(\frac{N}{N_0}\right)$

$t = -\frac{12,3}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{1}{10}\right) = 40,9 \text{ ans}$

Le nombre de noyaux de tritium vaut le dixième de sa valeur initiale N_0 au bout d'une **quarantaine d'années**.