

**BAC MAROC 2005**  
**Corrigé de l'exercice 1 : « L'hydrogène un combustible d'avenir »**

---

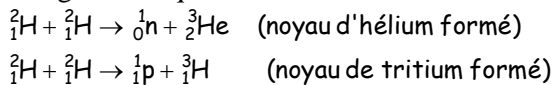
**Première partie : la fusion nucléaire contrôlée**

1- Éléments et noyaux :

- 1.1 A représente le nombre de masse (nombre de nucléons). Z est le numéro atomique, il correspond au nombre de proton.
- 1.2 Les isotopes d'un même élément chimique diffèrent par le nombre de neutrons que contient leur noyau. (ils possèdent des nombres de nucléons différents).
- 1.3  $A=2$  et  $Z=1$ , le noyau de deutérium contient un proton et un neutron.
- 1.4 Le tritium ( $A=3$ ,  $Z=1$ ) formé de un proton et deux neutrons. (Remarque : l'hydrogène est aussi un isotope du deutérium, il contient 1 proton)

2- Réactions nucléaires :

Lors d'une transformation nucléaire, il y a conservation du nombre de nucléon, et conservation de la charge électrique. Les deux réactions de fusion sont :



3- Conditions :

- 3.1. D'après la loi de coulomb, des corps portant des charges électriques de même signe se repoussent.
- 3.2. Les noyaux de deutérium et de tritium contiennent des protons. Ils sont porteurs de charges électriques de signe positif.

4- Courbe d'Aston :

4.1. L'énergie de liaison  $E_\ell$  est l'énergie qu'il faut fournir au noyau pour le dissocier en ses nucléons isolés et au repos.

4.2. Par définition  $E_\ell = \Delta m \cdot c^2$ , où  $\Delta m$  représente le défaut de masse du noyau.

$$E_\ell = [(Z \cdot m_p + (A-Z) \cdot m_n) - m_X] \cdot c^2 \quad \text{où } m_p = \text{masse d'un proton,}$$

$$m_n = \text{masse d'un neutron,}$$

$$\text{et } m_X = \text{masse du noyau}$$

Pour le tritium  ${}^3_1\text{H}$  :

$$E_\ell = [(m_p + 2m_n) - m_{{}^3_1\text{H}}] \cdot c^2$$

méthode 1: On utilise les masses en u, que l'on convertit en kg. On obtient  $E_\ell$  en J, puis on convertit en MeV.

$$E_\ell = [(1,007\,28 + 2 \times 1,008\,66) - 3,015\,50] \times 1,660\,54 \times 10^{-27} \times (3,00 \times 10^8)^2$$

$$E_\ell = 9,1 \times 10^{-3} \times 1,660\,54 \times 10^{-27} \times (3,00 \times 10^8)^2$$

$$E_\ell = 1,36 \times 10^{-12} \text{ J}$$

soit en divisant par  $1,60 \times 10^{-13}$ ,  $E_\ell = \mathbf{8,50 \text{ MeV}}$

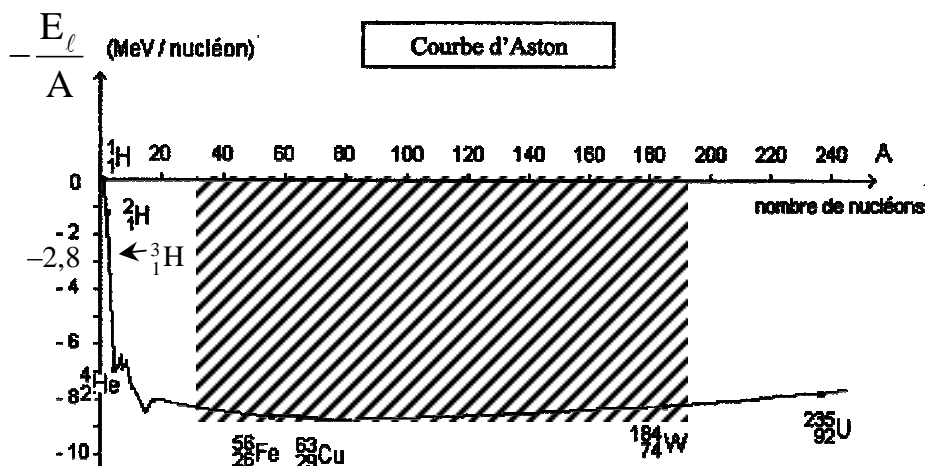
méthode 2: On utilise l'énergie de masse de l'unité de masse atomique.

$$E_\ell = [(1,007\,28 + 2 \times 1,008\,66) - 3,015\,50] \times 931,5$$

$$E_\ell = \mathbf{8,477 \text{ MeV}} \text{ Cette méthode est plus précise et plus rapide.}$$

4.3. Les noyaux les plus stables, possèdent l'énergie de liaison par nucléon ( $E_\ell/A$ ) la plus grande.

Donc ils possèdent les valeurs de  $-E_\ell/A$  les plus basses. Voir zone hachurée sur la courbe ci-après.



4.4.1. place du tritium: Voir courbe.

4.4.2. Par lecture graphique approximative:

$$-\frac{E_l}{A}({}^4_2\text{He}) \approx -7 \text{ MeV} ; -\frac{E_l}{A}({}^3_1\text{H}) \approx -2,8 \text{ MeV} \text{ et } -\frac{E_l}{A}({}^2_1\text{H}) \approx -1,1 \text{ MeV}$$

L'énergie libérée au cours de la réaction (3)  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ , est égale à

$$E_{\text{libérée}} = \frac{E_l({}^3_1\text{H})}{A} \times A + \frac{E_l({}^2_1\text{H})}{A} \times A - \frac{E_l({}^4_2\text{He})}{A} \times A$$

énergie reçue par les 2 petits  
noyaux pour les séparer en leurs  
nucléons isolés au repos

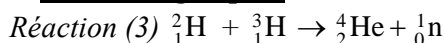
énergie cédée par le noyau d'hélium  
lorsque les nucléons séparés s'assemblent  
pour le former

$$E_{\text{libérée}} \approx 2,8 \times 3 + 2 \times 1,1 - 4 \times 7$$

$$E_{\text{libérée}} \approx -17,4 \text{ MeV}$$

Le système fournit plus d'énergie qu'il n'en reçoit, il perd de l'énergie au cours de la fusion. Le milieu extérieur reçoit donc cette énergie.

## 5. Bilan énergétique :



$$E_{\text{libérée}} = [m({}^1_0\text{n}) + m({}^4_2\text{He}) - m({}^2_1\text{H}) - m({}^3_1\text{H})].c^2$$

méthode de calcul 1:

$$E_{\text{libérée}} = [1,008\ 66 + 4,001\ 50 - 2,013\ 55 - 3,015\ 50] \times 1,660\ 54 \times 10^{-27} \times (3,00 \times 10^8)^2$$

$$E_{\text{libérée}} = -2,82 \times 10^{-12} \text{ J}$$

$$E_{\text{libérée}} = -17,6 \text{ MeV} \text{ énergie perdue par le noyau, donc comptée négativement.}$$

méthode de calcul 2:

$$E_{\text{libérée}} = [1,008\ 66 + 4,001\ 50 - 2,013\ 55 - 3,015\ 50] \times 931,5$$

$$E_{\text{libérée}} = -17,59 \text{ MeV}$$

Le milieu extérieur reçoit bien 17,6 MeV comme l'indique l'énoncé.

**Deuxième partie : l'électrolyse de l'eau**1- Étude de l'électrolyse

1.1. La réaction qui a lieu dans l'électrolyseur nécessite une source d'énergie extérieure pour se produire : cette réaction n'est pas spontanée.

1.2. La demi-équation électronique correspondant à la formation du dihydrogène fait intervenir le couple  $H^+_{(aq)}/H_{2(g)}$ , soit :  $2 H^+_{(aq)} + 2 e^- = H_{2(g)}$

1.3. La formation du dihydrogène correspond à une réduction : cette réaction se déroule à la cathode.

1.4. Les électrons arrivent sur cette électrode, elle est donc reliée au pôle négatif du générateur.

2- Intensité du courant dans l'électrolyseur

2.1. D'après la demi-équation électronique :  $n(H_2) = x$

2.2. D'après la demi-équation électronique :  $n_e = 2x$

2.3. Soit Q la valeur absolue de la charge électrique transportée par  $n_e$  électrons :  
 $Q = n_e \cdot F$ , soit :  $Q = 2x \cdot F$

2.4. Par définition de l'intensité du courant électrique :  $I = \frac{Q}{\Delta t}$ .

On obtient :  $I = \frac{2x \cdot F}{\Delta t}$ , soit :  $I = \frac{2 \cdot n(H_2) \cdot F}{\Delta t}$

2.5. En faisant apparaître dans l'expression précédente le volume  $V(H_2)$  de dihydrogène dégagé, on

obtient :  $I = \frac{2 \cdot V(H_2) \cdot F}{V_{molaire} \cdot \Delta t}$

Soit :  $I = \frac{2 \times 5 \times 10^3 \times 9,65 \times 10^4}{3,6 \times 10^3 \times 25} = 1,1 \times 10^4 \text{ A ou } 11 \text{ kA}$