

Thème : Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique.

TP C17 : Forcer le sens d'évolution d'un système.

Electrolyse de l'eau

(version élèves)

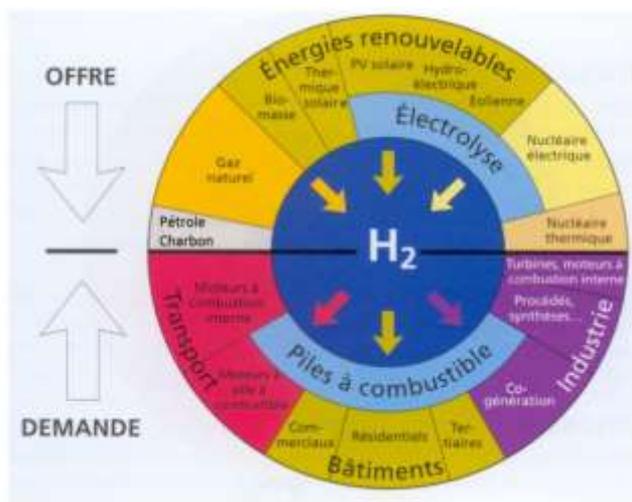
B.O. Identifier les produits formés lors du passage forcé d'un courant dans un électrolyseur. Relier la durée, l'intensité du courant et les quantités de matière de produits formés.

L'eau peut-elle être une source d'énergie ?

L'hydrogène est un vecteur énergétique quasiment inexistant dans la nature à l'état moléculaire: il faut donc le produire avant de l'utiliser ou éventuellement le stocker. On y parvient par divers procédés : le reformage ou gazéification d'hydrocarbures, l'électrolyse de l'eau ou la dissociation thermochimique de l'eau ou de la biomasse.

Source : AFHYPAC - Th. A.

A côté de l'électrolyse industrielle mettant en œuvre des puissances unitaires pouvant atteindre plusieurs mégawatts (électrolyse chlorosoude, par exemple), on assiste de nos jours à l'essor des électrolyseurs de petites à de moyennes capacités, typiquement de 1 à 100 kW.



Objectif du TP : Identifier les produits formés lors du passage forcé d'un courant dans un électrolyseur et relier la durée, l'intensité du courant et les quantités de matière de produits formés lors d'une électrolyse de l'eau produisant du dihydrogène moléculaire. En déduire le rendement de cette électrolyse.

La décomposition de l'eau par électrolyse s'écrit de manière globale :  $2 \text{H}_2\text{O} (l) \rightarrow 2 \text{H}_2 (g) + \text{O}_2 (g)$

L'énergie de dissociation de l'eau, c'est-à-dire l'énergie nécessaire pour produire une mole de dihydrogène H<sub>2</sub> à partir de l'électrolyse de l'eau est égale à :  $E_{\text{H}_2} = 285 \text{ kJ/mole}$ .

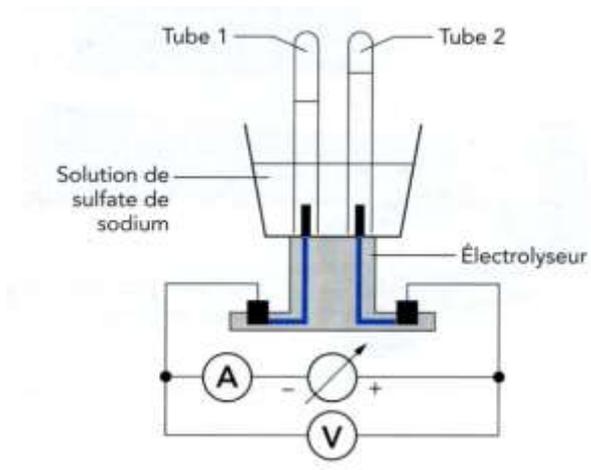
Rappels utiles :

La quantité de matière  $n$  correspondant à un volume  $V$  (exprimé en litres) de dihydrogène H<sub>2</sub> se calcule par la relation :  $n = \frac{V}{V_m}$   
Le volume occupé par une mole de gaz dans les conditions de l'expérience vaut 24 L ; le volume molaire  $V_m$  est donc égal à  $24 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Matériel mis à votre disposition :

- un électrolyseur.
- deux tubes à essais dont on mesurera le volume  $V = \dots\dots\dots$  mL
- un flacon contenant une solution aqueuse de sulfate de sodium :  $2 \text{ Na}^+_{(aq)} ; \text{ SO}_4^{2-}_{(aq)}$  à  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $M = 142 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )
- un bécher
- une alimentation de tension continue réglable
- un chronomètre (smartphone)
- deux multimètres (un ampèremètre et un voltmètre).
- deux noix de serrage et un support pour maintenir les tubes à essais.

Montage expérimental :



Protocole :

Réaliser le montage ci-dessus sans placer les éprouvettes.

Dans un premier temps remplir l'électrolyseur (environ 200 mL) avec la solution de sulfate de sodium de concentration  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , de telle manière à ce que les électrodes soient bien immergées.

Dans un deuxième temps, mettre le générateur sous tension en réglant l'intensité débitée à environ 0,3 A.

Noter la valeur de la tension (V) :  $U = \dots\dots\dots$  et celle de l'intensité (A) :  $I = \dots\dots\dots$  A

Régler les calibres des multimètres en conséquence. (tension : 20 V ; intensité : 2 A)

**Eteindre le générateur.**

Remplir complètement les deux tubes à essais à ras bord avec la solution de sulfate de sodium et boucher-les avec votre doigt. Placer les deux tubes à essais sur chaque électrode en ayant soin de ne pas faire rentrer d'air dans celles-ci.

**Allumer le générateur** et déclencher le chronomètre.

Veiller à ce que l'intensité reste à peu près constante.

Laisser fonctionner, jusqu'à ce que l'éprouvette qui se remplit le plus vite, soit complètement remplie de gaz.

Eteindre à ce moment le générateur et stopper le chronométrage.

Noter la valeur de la durée  $\Delta t$  et la valeur exacte du volume de gaz dans les deux éprouvettes  $V_1$  et  $V_2$ .

Poursuivre l'électrolyse jusqu'à ce que le second tube soit rempli.

### Identification des gaz formés

- Boucher (avec un bouchon) le tube 1 avant de le sortir de la solution, le retourner et le déboucher en présentant simultanément une allumette enflammée à son extrémité.
- Boucher (avec un bouchon) le tube 2 avant de le sortir de la solution, le retourner et le déboucher en introduisant immédiatement un bout de carton préalablement enflammé et éteint en partie dans sa partie supérieure.

### Exploitation des résultats

Données : Couples oxydant/réducteur mis en jeu :  $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$  et  $H_2O_{(l)} / H_{2(g)}$

**Partie A :** Identification des produits formés lors du passage forcé d'un courant dans l'électrolyseur.

1. Dédire des tests réalisés la nature des gaz produits dans chaque tube.
2. Représenter le sens conventionnel de déplacement du courant dans le circuit (montage expérimental). Représenter également le sens de déplacement des électrons dans le circuit extérieur à l'électrolyseur.
3. Identifier l'anode et la cathode après avoir rappelé la définition de ces deux termes.
4. Établir l'équation de la réaction se produisant à chacune des électrodes, sachant qu'il se forme des ions hydroxyde  $HO^-$  lors de la réduction de l'eau et des ions  $H^+$  lors de l'oxydation de l'eau.
5. Montrer que l'équation de la réaction qui décrit le fonctionnement global de l'électrolyseur est  $2 H_2O_{(l)} \rightarrow 2 H_{2(g)} + O_{2(g)}$
6. Les volumes respectifs des deux gaz produits sont-ils cohérents avec l'équation de cette réaction ?

Source : d'après thierry.col2.free.fr

**Partie B :** Relier la durée, l'intensité du courant et les quantités de matière de produits formés. En déduire le rendement de cette électrolyse.

1. Déterminer la valeur de l'énergie utile  $E$  nécessaire pour former le volume  $V_{H_2}$  formée lors de l'électrolyse.

Données :

$$E_{H_2} = 285 \text{ kJ/mol.}$$

$$n = \frac{V_{H_2}}{V_M} \text{ avec } V_M = 24 \text{ L.mol}^{-1} \text{ dans les conditions de l'expérience.}$$

2. Déterminer la valeur de l'énergie totale  $E$  reçue par l'électrolyseur (exprimée en joules) pendant une durée  $\Delta t$  (exprimée en secondes)  
 Cette énergie a pour expression :  $E' = U \cdot I \cdot \Delta t$
3. Déterminer la valeur du rendement  $r = \frac{E}{E'}$ . Conclure.  
 Sous quelle forme se trouve l'énergie dissipée ?