

Film sur la voiture à hydrogène (2min30s) <https://acver.fr/pileh2>



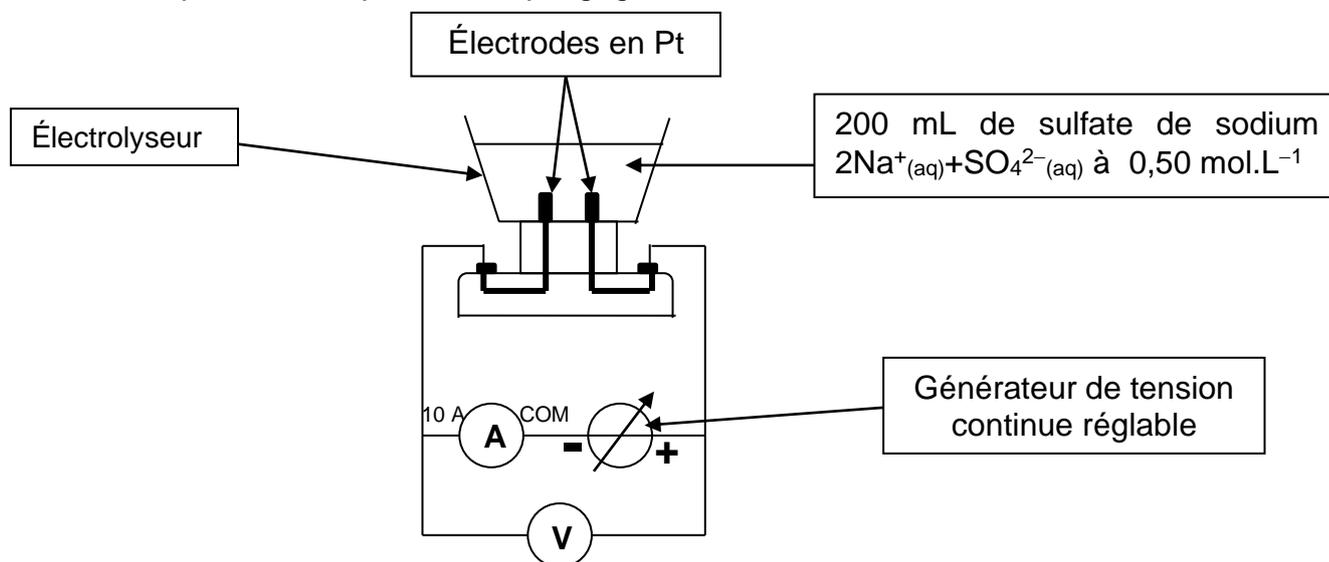
Problématique :

Quel est le coût de production d'un kilogramme de dihydrogène par électrolyse de l'eau réalisée au laboratoire du lycée ?

Document n°1 Électrolyse de l'eau

Le courant électrique circule dans l'électrolyte (milieu conducteur d'ions) pour dissocier les deux atomes d'hydrogène et l'atome d'oxygène de chaque molécule d'eau. À l'anode (oxydation de l'eau), il se forme du dioxygène O_2 . À la cathode (réduction de l'eau), des ions se recombinent en dihydrogène H_2 qui peut être ainsi récupéré.

L'anode est l'électrode où a lieu l'oxydation, c'est-à-dire la réaction dans laquelle une espèce chimique perd des électrons ; la cathode est l'électrode où a lieu la réduction, c'est-à-dire la réaction dans laquelle une espèce chimique gagne des électrons.



Document n°2 Énergie électrique

Énergie électrique : $W_{\text{él}} = U.I.\Delta t$

$W_{\text{él}}$ en W.h, U tension en V, I intensité en A, Δt durée en h

EDF facture aux particuliers le kWh à 23 centimes d'euros.

Document n°3 Le coût du dihydrogène

Aujourd'hui, l'électrolyse basse température n'est pas développée à grande échelle et est utilisée pour produire de l'hydrogène de grande pureté et lorsque l'électricité est disponible à faible coût. En France, seulement 1% de la production d'hydrogène est issu de la décomposition de l'eau par électrolyse.

Le prix de l'hydrogène produit par des électrolyseurs industriels (« basse température ») est fortement corrélé au prix de l'électricité, et pénalisé par le coût élevé des électrolyseurs qui ne sont pas fabriqués encore en grandes séries. Il peut fluctuer entre 5 et 30 €/kg d' H_2 selon la taille de l'installation. Dans l'hypothèse d'une usine de production massive utilisant des électrolyseurs à coût réduit par l'industrialisation, il pourrait diminuer jusqu'à atteindre environ 3 €/kg d' H_2 pour une électricité à 40 €/MWh.

...

La quasi-totalité de l'hydrogène produit aujourd'hui provient de la décomposition d'hydrocarbures. Le principal procédé est le vaporeformage du méthane : Il s'agit de « craquer » un hydrocarbure (le méthane), en présence de vapeur d'eau et de chaleur, pour le séparer en ses deux composants majeurs : H₂ et CO.

L'hydrogène produit aujourd'hui par vaporeformage du méthane coûte environ 1,5 €/kg d'H₂ (prix de production en usine, sans compter la distribution).

Ce procédé génère environ 10 kg de CO₂ par kg d'H₂ produit. Ainsi, les procédés de production d'hydrogène sont responsables de 1 à 2% des émissions totales françaises de CO₂.

Extrait de « Les technologies de l'hydrogène au commissariat à l'énergie atomique »

Document n°4 Tests de caractérisation de gaz

Caractériser le dihydrogène H₂

Le dihydrogène laisse entendre une petite détonation au contact d'une allumette enflammée.

Caractériser le dioxygène O₂

Le dioxygène ravive l'incandescence d'une buchette incandescente.

Document n°5 Le volume molaire

Le volume occupé par une mole de gaz ne dépend pas de la nature du gaz. Le volume molaire

dépend uniquement de la pression et de la température : $V_m = \frac{R.T}{P}$

V_m volume molaire en m³.mol⁻¹

R constante des gaz parfaits $R = 8,314 \text{ Pa.K}^{-1}.\text{m}^3.\text{mol}^{-1}$

P pression du gaz en Pa (Un baromètre est accroché au mur de la salle de TP près de la porte.)

T température en K (Rappel : $T(\text{en K}) = \theta (\text{°C}) + 273$)

Document n°6 Données diverses

Couples Oxydant / Réducteur

H⁺_(aq) / H_{2(g)}

O_{2(g)} / H_{2O(l)}

Masse molaire atomique :

M(H) = 1,0 g.mol⁻¹

Questions :

Q1. Écrire les demi-équations des réactions se produisant à l'anode et à la cathode.

Q2. En déduire l'équation de la réaction se produisant dans l'électrolyseur.

Q3. Quel est le coût de production d'un kilogramme de dihydrogène par électrolyse de l'eau réalisée au laboratoire du lycée ?

Le candidat est invité à prendre des initiatives, et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.

Q4. Décrire et réaliser des tests caractéristiques permettant de vérifier la nature des gaz produits aux électrodes.