

1. But

Identifier l'oxydant et le réducteur mis en jeu dans une pile à partir de la polarité de la pile ou des couples oxydant/réducteur. Écrire les équations des réactions aux électrodes. Expliquer le fonctionnement d'une pile. Utiliser le modèle de la réaction pour prévoir la quantité d'électricité totale disponible dans une pile.

2. Introduction : Voiture à pile à combustible et principe de la pile à combustible

2.1 La voiture à pile à combustible

Les voitures à l'hydrogène arrivent sur le marché



Après des années de dépit, Toyota, Honda et Hyundai confirment à l'occasion de l'ouverture du Salon de l'automobile de Tokyo la commercialisation imminente de véhicules à pile à combustible à hydrogène.

Au Salon de Tokyo, Toyota s'apprête à dévoiler en première mondiale, ce concept FCV présenté comme le précurseur du véhicule à pile à combustible à hydrogène que le constructeur entend lancer dès 2015. Et ainsi s'imposer comme l'un des leaders de cette technologie propre, qui fait réagir du dihydrogène avec du dioxygène de l'air pour former de l'énergie électrique et de l'eau, sans rejeter de CO_2 .

Après des années d'atermoiements, ces constructeurs sont convaincus qu'un véritable marché se dessine avec le durcissement programmé, notamment en Californie, des réglementations sur la pollution. Ils assurent que la pile à combustible sera préférée aux solutions électriques à batteries rechargeables. La nouvelle voiture de Toyota peut faire le plein d'hydrogène en trois minutes et affiche une autonomie d'au moins 500 kilomètres. Les fabricants notent encore que les prix, qui ont longtemps effrayé les états-majors ont chuté.

Prix élevés et manque d'infrastructures

« Il y a dix ans, une voiture à pile à combustible coûtait 1 milliard de yens (10 millions de dollars) à produire », se souvient Toru Hatano, un analyste d'IHS. Dans deux ans, Toyota devrait proposer sa version à 5 millions de yens (50.000 dollars). Dans le même temps, les chercheurs ont sécurisé leurs véhicules et notamment les réservoirs d'hydrogène soupçonnés d'exploser facilement. Chez Toyota, les ingénieurs n'ont pas hésité à tirer au fusil dessus pour les éprouver.

Malgré ces progrès, les analystes restent mesurés. « Les prix restent élevés et le manque de stations d'hydrogène dans le monde va poser problème », note Toru Hatano.

D'après www.lesechos.fr

- ① Donner la signification du concept FCV ?
- ② Pourquoi les véhicules à pile à combustible sont des technologies propres ?
- ③ Pourquoi les véhicules à pile à combustible sont préférés aux véhicules électriques à batteries rechargeables ?
- ④ Quels sont les trois inconvénients d'une voiture à pile à combustible ?
- ⑤ Quel autre nom est donné à la voiture à pile à combustible ?

2.2 Le principe de la pile à combustible

Visionner l'animation : Fonctionnement de la pile à hydrogène ou pile à combustible :

<http://www.cea.fr/UserFiles/File/Animations/aLaLoupe/Pile/pile.htm>

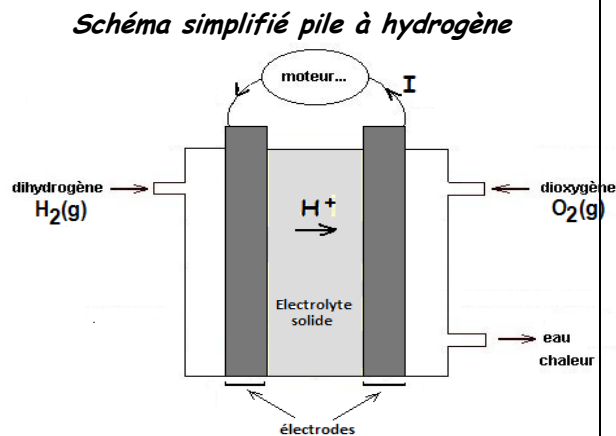
La pile à hydrogène est une pile à combustible utilisant un combustible le dihydrogène et un comburant le dioxygène.

Il s'agit d'une combustion électrochimique, avec production simultanée d'électricité, d'eau et de chaleur.

Pour mettre en œuvre cette réaction, on dispose de deux électrodes l'**anode** et la **cathode** séparées par un **électrolyte** (milieu bloquant le passage des électrons mais laissant circuler les ions).

Couples mis en jeu : $H^+_{(aq)}/H_{2(g)}$ $O_{2(g)}/H_2O_{(l)}$

D'après <http://www.cea.fr>



- ① Qui fournit le courant électrique alimentant le moteur ?
- ② Préciser, sur le schéma, la polarité des électrodes.
- ③ Indiquer la nature des réactions aux électrodes. (oxydation ou réduction)
- ④ Ecrire les deux demi-réactions qui se produisent dans la pile à hydrogène.
- ⑤ Donner alors l'équation de la réaction de fonctionnement de la pile à hydrogène.
- ⑥ Pourrait-on produire un courant électrique en mélangeant directement dihydrogène et dioxygène ?
- ⑦ Quelle conversion d'énergie se produit dans une pile à combustible ?
- ⑧ A partir de la constitution de la pile à combustible, identifier les composants indispensables d'une pile.

3. Etude d'une pile de type cuivre zinc

① Réaliser une pile en utilisant deux béchers contenant respectivement une solution de sulfate de zinc et une solution de sulfate de cuivre de même concentration $C = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. Placer, dans chaque bécher, une lame de zinc dans la solution de sulfate de zinc et une lame de cuivre dans la solution de sulfate de cuivre. Puis placer entre les deux béchers un pont salin. Brancher un voltmètre entre les deux lames de zinc et de cuivre.

- ② Faire le schéma de cette pile.
- ③ Donner la valeur de la force électromotrice notée E mesurée par le voltmètre
- ④ Compléter le schéma en indiquant la borne positive et négative de la pile. Justifier.
- ⑤ Modifier le montage précédent en remplaçant le voltmètre par une résistance et un ampèremètre branchés en série. Noter la valeur I de l'intensité circulant dans ce circuit.
- ⑥ Faire le schéma de montage et indiquer le sens du courant et le sens de déplacement des électrons.
- ⑦ Ecrire la demi-équation à l'électrode de cuivre, la demi-équation à l'électrode de zinc et l'équation de la réaction. Justifier.
- ⑧ Indiquer l'oxydant et le réducteur mis en jeu dans cette pile. Justifier.
- ⑨ Calculer la capacité de la pile.

4. Etude d'une pile de type zinc aluminium

- ① Réaliser une pile de type zinc aluminium.
- ② Faire le schéma de cette pile.
- ③ Donner la valeur de la force électromotrice notée E mesurée par le voltmètre
- ④ Compléter le schéma en indiquant la borne positive et négative de la pile. Justifier.
- ⑤ Modifier le montage précédent en remplaçant le voltmètre par une résistance et un ampèremètre branchés en série. Noter la valeur I de l'intensité circulant dans ce circuit.
- ⑥ Faire le schéma de montage et indiquer le sens du courant et le sens de déplacement des électrons.
- ⑦ Ecrire la demi-équation à l'électrode d'aluminium, la demi-équation à l'électrode de zinc et l'équation de la réaction. Justifier.
- ⑧ Indiquer l'oxydant et le réducteur mis en jeu dans cette pile. Justifier.
- ⑨ Calculer la capacité de la pile.