

33. Piles de combustible

Objectius

- Muntar una pila de combustible.
- Avaluar la importància que poden tenir les piles de combustible en un futur proper.


Introducció

Les piles de combustible són com les piles electroquímiques, excepte que els reactius se subministren contínuament als elèctrodes. Normalment els reactius són l'hidrogen (o un combustible ric en hidrogen) i l'altre l'oxigen o l'aire.

La primera pila de combustible data del 1839 quan l'anglès *Sir William Grove* la va descobrir tot fent l'electròlisi de l'aigua: en desconnectar la font d'alimentació dels elèctrodes va observar que circulava un corrent elèctric en el sentit oposat al de l'electròlisi. Aquest corrent estava originat per reaccions químiques que tenien lloc en la superfície dels elèctrodes i era a causa dels gasos hidrogen i oxigen formats durant l'electròlisi.

En aquest treball pràctic, es munta un model de pila de combustible que fa servir hidrogen i oxigen com a reactius. En no disposar de fonts directes d'aquests dos gasos, el primer que hem de fer és obtenir-los per electròlisi d'una dissolució d'hidròxid de sodi.

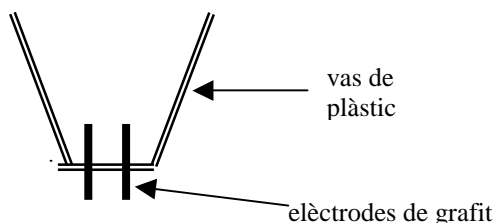
Material i Equipament

Equipament	Reactius i altres materials
<ul style="list-style-type: none"> - Cel·la electrolítica (pots usar el coll retallat d'una ampolla de plàstic que poses cap per avall o un vas de plàstic) - Tubs d'assaig (2) - Font d'alimentació c.c. 6 V - Cables i pinces de cocodrill (2) - Elèctrodes de grafit (2) - Voltímetre digital 	<ul style="list-style-type: none"> - Dissolució de NaOH 1,0 mol dm⁻³ 
	Ulleres de seguretat i guants.

Procediment

Muntatge i execució de l'experiència

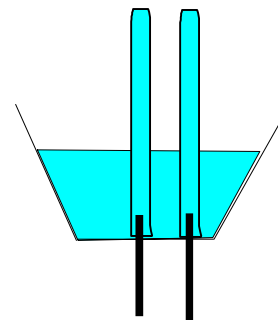
1. El primer que cal fer és muntar un recipient amb un vas de plàstic qualsevol i dos elèctrodes de grafit, que fins i tot es poden recuperar de piles gastades (no alcalines). Es fan dos petits forats en el fons del vas per on es passen els dos elèctrodes de grafit i s'enganxen de manera que sobresurtin uns 3 o 4 cm dins el vas. Cal comprovar que el vas no perd líquid.



2. Omple el vas de plàstic amb uns 50 cm^3 de dissolució d'hidròxid de sodi 1 mol.dm^{-3} i també s'omplen dos tubs d'assaig amb la mateixa dissolució i posa'ls invertits sobre els elèctrodes de grafit.



ulleres de seguretat i guants



3 Connecta la font d'alimentació al circuit. Deixa que s'electrolitzi la dissolució fins a tenir els dos tubs quasi plens de gas.

4. Desconnecta la font de c.c. i connecta els elèctrodes a un voltímetre digital. Ara la cel·la funciona com a pila de combustible i genera corrent elèctric. Li pots connectar un bronzidor per comprovar de manera auditiva que la teva pila realment subministra corrent elèctric.

5. Pren nota de la lectura del voltímetre i del temps, aproximat que la teva pila de combustible genera voltatge.

Conclusions

Anàlisi de les dades

La reacció global que té lloc en aquesta pila mentre genera corrent és la mateixa que la reacció de combustió de l'hidrogen. L'avantatge principal però és en el rendiment (pot sobrepassar el 80%).

1. Descriu breument el mètode per obtenir energia de la combustió de l'hidrogen que no sigui amb una pila de combustible. Aquest sistema té un rendiment molt més baix. Per què?
2. L'ús generalitzat de les piles de combustible, podria ajudar a reduir el consum de combustibles fòssils?
3. La tecnologia de les piles de combustible és fa servir des de fa més de 30 anys en els programes espacials de la NASA. Els transbordadors s'alimenten d'energia elèctrica mitjançant piles de combustible d'hidrogen i oxigen. Raona si seria possible emprar aquesta tecnologia per a un automòbil.

Qüestionari

1. Durant l'electròlisi, es forma hidrogen en un elèctrode i oxigen en l'altre. Quan la cel·la funciona com a pila de combustible, quin elèctrode és el positiu i quin és el negatiu?
2. En l'elèctrode saturat d'hidrogen, l'hidrogen reacciona amb els ions hidròxid formant aigua. Escriu una semiequació per aquesta reacció.
3. En l'elèctrode saturat d'oxigen, l'oxigen reacciona amb aigua i electrons, i forma ions hidròxid. Escriu una semiequació per a aquesta reacció.
4. Combina les dues semiequacions per a obtenir l'equació global de la reacció.
5. Quin paper representa l'hidròxid de sodi en aquesta pila?

Piles de combustible Material per al professorat

Orientacions didàctiques

Temporització

- 1 hora per a l'experimentació i les conclusions. No es té en compte el temps necessari per fer el muntatge de la cel·la electrolítica.

Alumnes als quals s'adreça l'experiència

Alumnes de batxillerat

Orientacions metodològiques

Aquest treball pràctic ha de ser complementari de treballs pràctics sobre muntatge de piles i d'electròlisi.

Cal insistir que la pila de combustible és el dispositiu que tenim un cop hem omplert els dos tubs d'assaig amb els gasos H_2 i O_2 .

Orientacions tècniques

Es pot substituir la dissolució d'hidròxid de sodi per una dissolució saturada de sulfat de magnesi.

Informació sobre les piles de combustibles i aplicacions es pot trobar a:

- C. K. Dyer "Las baterías de los aparatos portátiles" *Investigación y Ciencia* (septiembre 1999) p. 66-71.
- A. C. Lloyd "Una fábrica de energía en el sótano". *Investigación y Ciencia* (septiembre 1999) p. 60-65.
- A. J. Appleby "Motores electroquímicos". *Investigación y Ciencia* (septiembre 1999) p. 54-59.
- J. Corominas "Pilas de combustible". *Alambique*, 27, p. 115-117.
- "Transport i energia". *Eficiència energètica* (Institut Català d'Energia, ICAEN), núm. 157 (febrer 2002). Distribució gratuïta.

Gestió dels residus: poden llençar-se a la pica.

Conclusions

Resultats esperats

Encara que la reacció química sigui la mateixa, el rendiment de les piles de combustible és molt superior al d'una màquina tèrmica, que cremant hidrogen i transferint la calor a una caldera, generés vapor d'aigua i aquest fes moure una turbina (un 40% aproximadament).

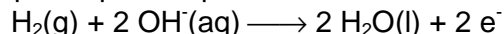
El voltatge en condicions estàndard és de 1,2 V.

Respostes al qüestionari

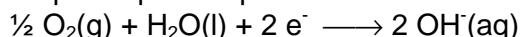
1. Durant l'electròlisi, es forma hidrogen en un elèctrode i oxigen en l'altre. Quan la cel·la funciona com a pila de combustible, quin elèctrode és el positiu i quin és el negatiu?

El positiu és el de l'oxigen; el negatiu és el de l'hidrogen.

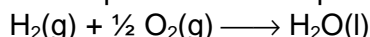
2. En l'elèctrode saturat d'hidrogen, l'hidrogen reacciona amb els ions hidròxid i forma aigua. Escriu una semiequació per a aquesta reacció.



3. En l'elèctrode saturat d'oxigen, l'oxigen reacciona amb aigua i electrons i forma ions hidròxid. Escriu una semiequació per a aquesta reacció.



4. Combina les dues semiequacions per a obtenir l'equació global de la reacció.



5. Quin paper representa l'hidròxid de sodi en aquesta pila?

Actua com a electròlit.

Criteris d'avaluació

L'anàlisi de dades és l'apartat que millor es presta a valorar segons les fonts d'informació que l'alumne/a demostra haver consultat.

Propostes de recerca

Alumnes amb habilitats i ganes poden construir un dispositiu semblant però millorat, on primer s'obtingui gas hidrogen per electròlisi d'aigua fent servir cèl·lules fotovoltaïques com a font d'energia. Aquest gas és el que després consumeix la pila de combustible.

Una altra possibilitat de recerca és provar de fer una pila de combustible que funcioni amb metanol i peròxid d'hidrogen o peroxodisulfat de sodi com a font d'oxigen. Aquesta pila es munta emprant un tub en U amb dissolució d'hidròxid de sodi a cada branca del tub, el qual conté llana de vidre en el fons. Es posen uns mL de metanol en una branca i el peròxid d'hidrogen o peroxodisulfat de sodi a l'altra. Es fan servir elèctrodes de grafit.