

ÉPREUVE SPÉCIFIQUE - FILIÈRE TSI PHYSIQUE - CHIMIE

SESSION 2023

La pile classique considérée est constituée de demi-piles séparées par un pont salin : une électrode de zinc solide plongeant dans une solution ionique contenant les ions $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}$ et une électrode de cuivre solide plongeant dans une solution ionique contenant les ions $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$.

- Q52.** Réaliser un schéma de la pile électrochimique classique précédente.
- Q53.** Écrire les demi-équations se produisant à l'anode et à la cathode en précisant à chaque fois s'il s'agit d'une oxydation ou d'une réduction.
- Q54.** Indiquer le sens de circulation et la nature des porteurs de charge dans les fils électriques.
- Q55.** Quelle est la nature des porteurs de charge dans le pont salin ? Préciser le rôle de ce pont.

La pile à combustible considérée est alimentée en dihydrogène gazeux $\text{H}_{2(\text{g})}$ et dioxygène gazeux $\text{O}_{2(\text{g})}$. Les couples oxydo-réducteurs sont : $\text{H}^{+}_{(\text{aq})}/\text{H}_{2(\text{g})}$ et $\text{O}_{2(\text{g})}/\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$. Le cœur de la pile est composé de deux électrodes, l'anode et la cathode, séparées par un électrolyte.

- Q56.** Le réactif oxydé est appelé le combustible de la pile. Parmi les espèces chimiques présentes dans les couples, laquelle constitue le combustible ?
- Q57.** Écrire les deux demi-équations d'oxydoréduction.
- Q58.** Écrire les formules de Nernst associées à ces deux couples (on considérera un fonctionnement à la température ambiante de 298 K).
- Q59.** Déterminer l'expression de la force électromotrice de cette pile.

Une variante de la pile à combustible étudiée ci-dessus est une pile à oxydes solides (SOFC en anglais), dans laquelle les ions oxyde O^{2-} migrent de la cathode alimentée en air vers l'anode alimentée en dihydrogène et où l'eau est produite. Une telle pile à combustible de type SOFC utilise comme oxyde solide la zircone stabilisée à l'yttrium (YSZ en anglais) correspondant à une substitution partielle d'ion zirconium par des ions yttrium dans l'oxyde ZrO_2 .

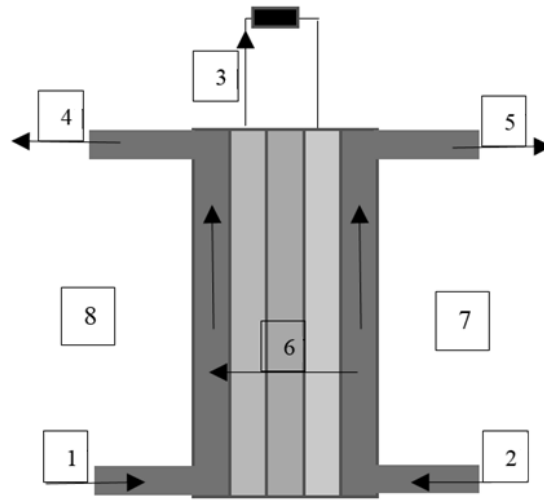


Figure 3 - Schéma de la pile à combustible SOFC

Q60. Établir la correspondance entre les huit numéros du schéma de la **figure 3** et la liste suivante : $H_{2(g)}$, air (dont $O_{2(g)}$), O^{2-} , électrons, anode, cathode, $H_2O_{(l)}+H_{2(g)}$, air appauvri.

Q61. La cathode constitue-t-elle le pôle positif ou négatif ? Justifier.

Dans un véhicule motorisé fonctionnant grâce à une pile à combustible, on estime à 1,5 kg la masse de dihydrogène nécessaire pour parcourir 250 km.

Q62. En considérant le dihydrogène comme un gaz parfait, calculer la quantité de matière de dihydrogène correspondant à cette masse, puis le volume occupé par cette quantité de gaz à 20 °C sous pression atmosphérique ($p_{atm} = 1,0 \cdot 10^5$ Pa). Commenter la valeur obtenue.

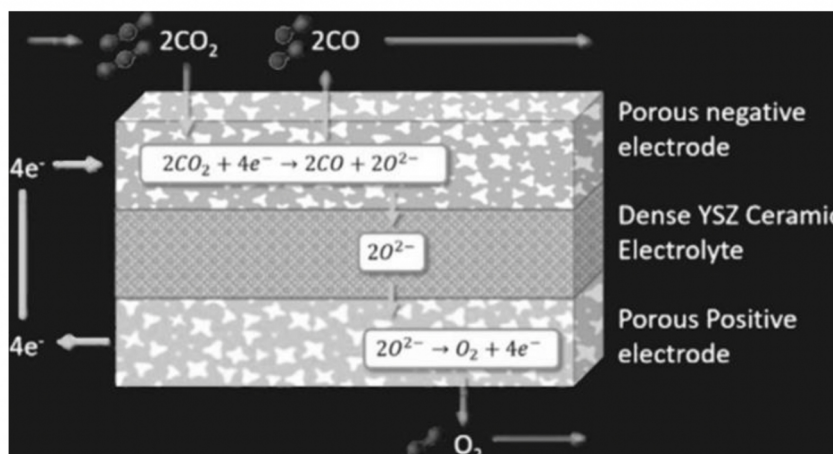
Il est à noter qu'aucune connaissance sur l'électrolyse n'est nécessaire pour répondre aux questions suivantes.

On considère maintenant l'électrolyse de l'eau $H_2O_{(l)}$ qui correspond à la réaction inverse, c'est-à-dire à la formation par voie électrochimique d' $H_{2(g)}$, ainsi que d' $O_{2(g)}$, par l'application d'un courant électrique au travers de deux électrodes séparées par un électrolyte.

Q63. Donner l'équation de la réaction d'électrolyse de l'eau.

Q64. À partir du **document 6**, écrire l'équation de la réaction bilan de l'électrolyseur utilisant le CO_2 de l'atmosphère martienne.

Document 6 - Moxie



Où YSZ désigne l'oxyde de zircon stabilisé à l'yttrium (substitution partielle d'ions zirconium par des ions yttrium dans l'oxyde ZrO_2)

Source : Meyen, FE, Hecht, MH et Hoffman, JA (2016).
Modèle thermodynamique de l'expérience ISRU sur l'oxygène de Mars (MOXIE).
Acta Astronautica