

## EXERCICE 4 au choix du candidat (6 points)

(physique-chimie)

Vous indiquerez sur votre copie l'exercice 4 choisi : exercice 4 – A ou exercice 4 – B

### EXERCICE 4 – A – PILE À COMBUSTIBLE

**Mots-clés : pile ; réactions d'oxydoréduction ; quantité d'électricité.**

Une pile à combustible à méthanol direct (technologie DFMC) permet la conversion d'énergie chimique en énergie électrique.

Un réservoir de méthanol, appelé cartouche, fournit le combustible à la pile et la réaction du méthanol avec le dioxygène de l'air génère la circulation du courant électrique.

Cet exercice propose d'étudier les transformations chimiques ayant lieu dans la pile à combustible et envisage son utilisation pour recharger une batterie de bateau.

#### Données :

- volume de méthanol contenu dans une cartouche :  $V = 5,0 \text{ L}$  ;
- masse volumique du méthanol :  $\rho_{\text{méthanol}} = 790 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  ;
- masse molaire moléculaire du méthanol :  $M = 32,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;
- constante de Faraday :  $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

#### PARTIE A – Fonctionnement de la pile à combustible à méthanol direct

Les réactifs de la pile à combustible sont le méthanol et le dioxygène  $\text{O}_2$  de l'air.

Un schéma de cette pile est fourni **dans le DOCUMENT RÉPONSE DR3 à rendre avec la copie.**

La circulation d'ions  $\text{H}^+$  dans la membrane électrolytique permet notamment le maintien de l'électroneutralité à chaque électrode.

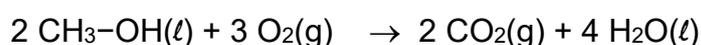
À l'électrode 1 se déroule l'oxydation du méthanol modélisée par la demi-équation électrochimique :



**A.1.** Justifier que le méthanol est un réducteur et écrire le couple redox concerné.

**A.2.** Écrire la demi-équation électrochimique modélisant la transformation chimique qui se déroule à l'électrode 2 et fait intervenir le couple  $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}(\ell)$ .

**A.3.** À partir des deux demi-équations électrochimiques, montrer que le fonctionnement de la pile à combustible est modélisé par l'équation de réaction :



**A.4.** Sur le **DOCUMENT RÉPONSE DR3** identifier, en justifiant la réponse, l'anode et la cathode et préciser leur polarité. Justifier les réponses dans la copie.

**A.5.** Sur le **DOCUMENT RÉPONSE DR3** indiquer les sens de circulation des électrons et du courant électrique. Justifier les réponses dans la copie.

**A.6.** Indiquer sur le **DOCUMENT RÉPONSE DR3** le sens de circulation des ions  $H^+$  dans la membrane.

## **PARTIE B – Autonomie de la pile à combustible**

**B.1.** Montrer que la quantité de matière de méthanol contenue dans une cartouche est environ égale à  $n_{\text{méthanol}} = 1,2 \times 10^2 \text{ mol}$ .

**B.2.** En s'appuyant sur l'équation de demi-réaction électrochimique se déroulant à l'électrode 1, montrer que, lorsque la totalité du méthanol est consommée, la quantité de matière d'électrons échangée dans la pile est environ égale à  $n_{e^-} = 7,2 \times 10^2 \text{ mol}$ .

**B.3.** Déduire la quantité d'électricité  $Q$  que peut fournir la consommation de la totalité de la cartouche de méthanol.

Il est envisagé d'utiliser la quantité d'électricité de la pile à combustible pour recharger la batterie d'un bateau. Cette batterie, de tension nominale 12 V, est capable de débiter un courant électrique d'intensité supposée constante  $I = 4,2 \text{ A}$  pendant la durée d'utilisation.

**B.4.** Déterminer la valeur de la durée maximale pendant laquelle la batterie du bateau pourrait fonctionner après recharge. Expliquer en quoi la valeur obtenue est vraisemblablement surestimée.

**DR3 : schéma de la pile à combustible**

