

ÉPREUVE SPÉCIFIQUE - FILIÈRE TSI

PHYSIQUE - CHIMIE

SESSION 2022

Présentation générale

La plaisance, en tant que sport ou loisir, est pratiquée sur des bateaux à voile ou à moteur, sur des lacs ou sur la mer. Contrairement aux bateaux de course ou aux bateaux à usage professionnel, les constructeurs de bateaux de plaisance ont mis l'accent sur le confort et la sécurité des plaisanciers. Afin de pouvoir assurer les opérations de maintenance sur la coque d'un bateau, celui-ci est mis en cale sèche pour l'hiver. Au printemps, la plupart des plaisanciers remettent leur bateau à l'eau à l'aide d'un camion grue, puis vérifient tous les éléments de sécurité.

La **première partie** de l'épreuve portera sur la mise à l'eau de ces bateaux.

La **deuxième partie** de l'épreuve portera sur la sécurité à bord."

La **troisième partie** de l'épreuve portera sur la production d'électricité à bord.

La **dernière partie** de l'épreuve portera sur la communication.

Tout au long du sujet, nous prendrons l'accélération de la pesanteur $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

III.2 - Pile à combustible au méthanol

Pour produire de l'électricité à bord afin d'alimenter les nombreux appareils, une pile à combustible au méthanol est une autre solution. L'entretien du dispositif est très basique. Le méthanol se stocke sous forme liquide et la recharge de la pile s'en trouve donc très aisée.

On s'intéresse tout d'abord à la production du méthanol, ensuite à sa combustion et enfin à son utilisation dans la pile.

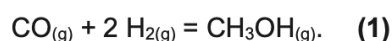
Données
Densité du méthanol $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$: $d = 0,80$ (à 298 K, valeur arrondie pour faciliter les calculs) Masse molaire moléculaire : $M_{\text{méthanol}} = 32 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ $1 \text{ kWh} = 3,6\cdot 10^6 \text{ J}$ On rappelle que l'air contient environ 20 % de dioxygène.

Données

Enthalpies standard de formation $\Delta_f H^0$ de différentes espèces chimiques (supposées indépendantes de la température et de la pression).

	$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$	$\text{CO}_{(g)}$	$\text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$	$\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	$\text{H}_{2(g)}$	$\text{CO}_{2(g)}$
$\Delta_f H^0 \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	- 286	- 242	- 110	- 201	- 238	0	- 393

La préparation industrielle du méthanol se fait essentiellement en phase gazeuse. On étudie ici une des étapes de cette synthèse en présence d'un catalyseur (mélange de cuivre, oxyde de zinc et alumine) dont l'équation de réaction (1) est :



Q44. Donner l'expression de l'enthalpie standard de la réaction (1) en fonction des enthalpies standard de formation, puis calculer cette enthalpie de réaction à 298 K.

Q45. Commenter le signe du résultat.

Q46. Expliquer l'intérêt du catalyseur.

Q47. La réaction (1) étant un équilibre, analyser qualitativement l'influence de la pression P et de la température T sur cet équilibre.

On envisage ici de brûler du méthanol liquide.

Q48. Écrire l'équation de combustion complète du méthanol liquide dans l'air (équation (2)).

Q49. Quel volume d'eau liquide obtiendrait-on après combustion complète de 5,0 L de méthanol ?

Q50. Quelle quantité d'énergie peut-on obtenir lors de la combustion complète de 5,0 L de méthanol, l'eau formée étant sous forme liquide ?

Le méthanol peut être utilisé dans une pile à combustible dont le schéma de principe est décrit dans la figure 7.

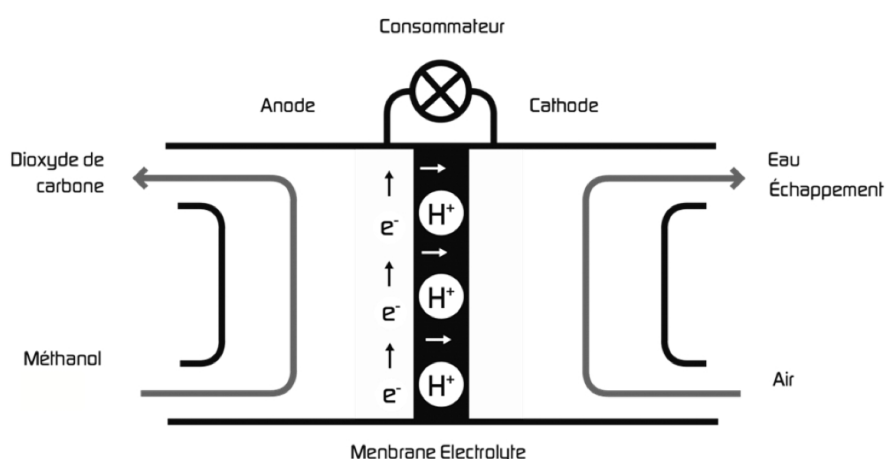


Figure 7 - Principe de fonctionnement d'une pile à combustible au méthanol (source : EFOY)

- Q51.** Identifier les couples oxydant/réducteur mis en jeu dans cette pile.
- Q52.** En utilisant un sens d'écriture conforme au sens réel de réaction, écrire les demi-équations d'oxydo-réduction à chaque électrode en précisant s'il s'agit d'une oxydation ou d'une réduction.
- Q53.** En déduire que l'équation globale de fonctionnement de cette pile est identique à celle de la combustion du méthanol.

Un extrait de la fiche de sécurité du méthanol est rapporté en **figure 8**.

Mention d'avertissement	Danger
Pictogrammes	
	
Mentions de danger	
H225	Liquide et vapeurs très inflammables.
H301+H311+H331	Toxique par ingestion, par contact cutané ou par inhalation.
H370	Risque avéré d'effets graves pour les organes.

Les données techniques de la pile et du combustible sont rapportées dans le **tableau 5** (D'après le site du constructeur, EFOY).

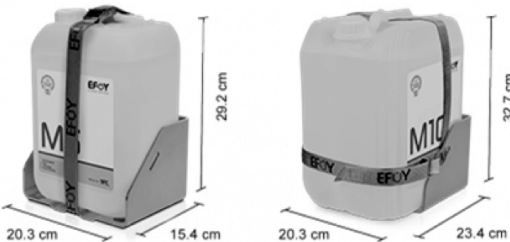
						
EFOY COMFORT	80	140	210	Cartouche de combustible	M5	M10
Puissance maximale	40 W	72 W	105 W	Volume	5 L	10 L
Capacité de charge (sur un jour)	80 Ah	140 Ah	210 Ah	Capacité nominale	5,5 kWh (460 Ah)	11,1 kWh (925 Ah)
Tension nominale	12 V	12 V	12 V	Poids	4,3 kg	8,4 kg
Courant délivrable sous 12 V	3,3 A	6,0 A	8,8 A	Autonomie d'utilisation (en jours) (estimation suivant utilisation)	15	30
Consommation nominale/kWh délivré	0,9 L	0,9 L	0,9 L			
Batteries connectables	12 V (plomb-acide, plomb-gel, AGM ou LiFePO ₄)					

Tableau 5 - Données techniques constructeur concernant la pile à combustible au méthanol

- Q56.** Définir et calculer le rendement énergétique de la pile à combustible présentée dans le **tableau 5**, équipée de la cartouche M5, comparativement à une simple combustion du méthanol à 298 K.

