

MA54 Final exam

Part A (O. El Kedim) (6 points)

Le fonctionnement d'une pile à combustible repose sur une réaction d'oxydoréduction au niveau des électrodes.

1. Les couples d'oxydoréduction mis en jeu dans la réaction sont: $H^+_{(aq)} / H_{2(g)}$ et $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$

- **1.1.** Écrire les demi-équations électroniques pour chaque couple mis en jeu, quand la pile débite.
- **1.2.** En déduire l'équation globale de la réaction modélisant la transformation ayant lieu dans la cellule de réaction.
- **1.3.** Préciser le nom de l'électrode où se produit la réduction. Cette électrode est-elle le pôle positif ou négatif de la pile?

2. 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.

- **2.1.** Calculer la quantité de matière de dihydrogène $n(H_2)$ correspondant à cette masse, puis le volume de dihydrogène $V(H_2)$ en mètre-cube (m^3), dans les conditions où le volume molaire V_m est égal à $24 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- **2.2.** Justifier le fait que cette pile à combustible ne soit pas utilisée dans une voiture.
- **2.3.** Rappelons la loi des gaz parfaits: $P\cdot V = n\cdot R\cdot T$ avec:

P (pression du gaz); V (volume du gaz); n (quantité de matière de gaz);
 R (constante des gaz parfaits); T (température du gaz) .

Proposer un moyen de réduire l'espace occupé par ce gaz, à température ambiante, pour la quantité de matière n de gaz calculée précédemment. Justifier la réponse à l'aide de la loi précédente.

Données:

Masses molaires atomiques : $M(H) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $M(O) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Constante d'Avogadro: $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Charge électrique élémentaire: $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Faraday: $1 \text{ F} = 96500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

be careful: there are exercises in back page

Part B

Thermoelectric (course documents are allowed) (7 points)

- 1 What are main properties of a semiconductor? Moreover, explain thermoelectric effect if we put P and N type together in a temperature gradient.
- 2 How increase the figure of merit of a thermoelectric material?
- 3 Give one or two cases (other than in the course) in which the thermoelectric devices can be used.

Gas turbine (4 points)

- 1- What is the main differences between a turbojet and a stationary gas turbine?
- 2- What are the specific properties of superalloys that lead to their use in hot parts of gas turbines?
- 3- What are the 3 types of crystal structures of turbine blades and how are they classified in terms of their resistance to creep and fatigue?
- 4- What are the three main technological advances that have made it possible to reach flame temperatures around 1500 ° C at the 1st stage blades in gas turbine?

Car materials (2 points)

For the crankshaft in the car engine, what are main materials and processes usually used?

Question about projects (reply only one question, you cannot chose the question from your project)

(1 points)

1. What is final material of the biomimetic super tape?
2. What is the material used for outside frame of the artificial heart?