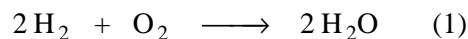


## BTS MAVA 2008 : chimie (6 points)

### A - Pile à combustible

Certains constructeurs d'automobiles proposent aujourd'hui un système de motorisation *pile à combustible-moteur électrique*. Le rôle de la *pile* consiste à convertir l'énergie chimique d'un carburant en énergie électrique : sa *combinaison* avec l'oxygène de l'air produit de l'électricité, et non de la chaleur. Le carburant est ici du dihydrogène, consommé suivant la réaction globale d'équation :



Chaque mole de  $\text{H}_2$  consommée, fait circuler dans le circuit électrique *deux moles* d'électrons, sous une tension  $E = 0,7 \text{ V}$ .

**1° question** : Calculer, en moles, la quantité de matière contenue dans un kilogramme de dihydrogène  $\text{H}_2$  ; la masse de dioxygène nécessaire à sa combustion ; la masse d'eau produite.

**2° question** : Chaque électron transporte une charge électrique  $|q_e| = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Montrer que la pile permet de faire circuler une charge  $Q = 2,7 \times 10^4 \text{ Ah}$  par kilogramme de dihydrogène consommé par la réaction (1).

(On rappelle qu'une mole contient par définition  $N = 6,02 \times 10^{23}$  entités identiques, et que  $1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$ ).

**3° question** : On détermine expérimentalement le pouvoir calorifique de l'hydrogène :  $W_Q = 142 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

D'autre part, l'énergie électrique fournie par la pile,  $W_E$ , peut s'exprimer de manière générale par la relation :

$$W_E = E Q$$

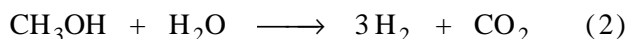
où  $E$  est exprimée en volts et  $Q$  en coulombs. Utilisez cette relation pour calculer l'énergie électrique produite par kilogramme de  $\text{H}_2$ .

Toute l'énergie disponible est-elle convertie en énergie électrique ?

**4° question** : Si on admet pour la pile un rendement  $\eta_p$  de 50 % et, pour celui du moteur électrique, de 90 %, quel sera le rendement global de ce système de motorisation ? Quel autre intérêt ce système présente-t-il, en terme de rejet ?

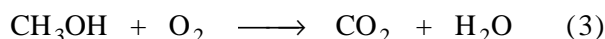
### B - Production de l'hydrogène

L'hydrogène présentant un problème de stockage, il est fabriqué à bord du véhicule à partir de méthanol, chauffé à  $300^\circ \text{C}$  en présence de vapeur d'eau dans un dispositif appelé réformeur. Cette opération consomme de l'énergie : elle peut se modéliser par la réaction globale d'équation (2) :



**1° question** : Calculer la masse de méthanol nécessaire à la production de 1 kg de  $\text{H}_2$ , ainsi que la masse de  $\text{CO}_2$  produit.

**2° question** : Montrer que l'ensemble des deux réactions, dans la pile et dans le réformeur, revient à brûler du méthanol suivant la réaction de combustion complète (3) à équilibrer :



**3° question** : Au vu des résultats précédents, ce système présente-t-il un avantage, en terme de rejet de gaz à effet de serre, sur une motorisation classique ?

**Données** : Masses molaires atomiques en  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$  : H : 1 ; C : 12 ; O : 16

*Réponses :*

**A** - 1°) ✖  $n_{\text{H}_2} \cong 5 \times 10^2 \text{ mol}$

✖  $m_{\text{O}_2} \cong 8 \text{ kg}$

✖  $m_{\text{H}_2\text{O}} \cong 9 \text{ kg}$

2°)  $Q \text{ (en Ah)} = 2 n_{\text{H}_2} \times \frac{N \times |q_e|}{3600 \text{ C}}$

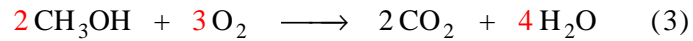
3°)  $W_E \cong 68 \text{ MJ}$

4°)  $\eta_{\text{tot}} \cong 45 \%$  car  $\eta_{\text{tot}} \cong \eta_p \times \eta_m$

Rejet sans gaz à effet de serre, sans particules de carbone, sans oxydes d'azote,....

**B** - 1°)  $m_{\text{méthanol}} \cong 5,3 \text{ kg}$  et  $m_{\text{CO}_2} \cong 7,3 \text{ kg}$

2°) Pour faire apparaître la même quantité de dihydrogène dans chaque bilan, il faut multiplier le premier par 2 et le second par 3. L'addition des deux donne alors le bilan global suivant :



3°) Il y a production de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone)