

CLASSE : Terminale STI2D

EXERCICE 2 : 6 points

VOIE : ☑ Générale

ENSEIGNEMENT : Physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h54

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☑ Oui sans mémoire, « type collègue »

EXERCICE 2 : La voiture à hydrogène

1.

Le dioxygène O_2 consommé par la pile à combustible provient de l'air extérieur.

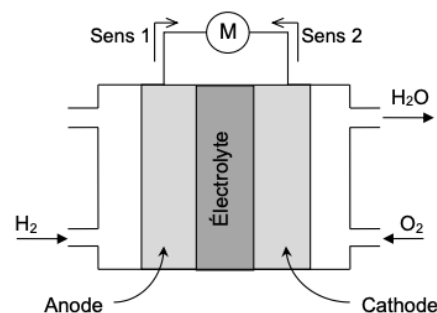
2.

L'anode est la borne négative et la cathode la borne positive.

Les électrons circulent de la borne négative vers la borne positive : sens 1.

Le courant électrique circule dans le sens opposé aux électrons : sens 2.

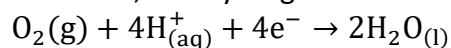
Figure 1 : Schéma simplifié d'une pile à combustible



3.



À l'anode, le dihydrogène cède des électrons : Le dihydrogène est le réducteur.



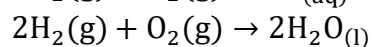
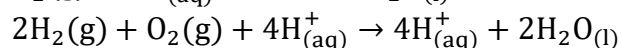
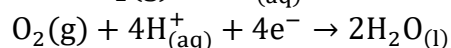
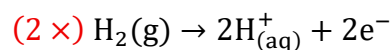
Le dioxygène capte des électrons à la cathode : il est l'oxydant.

4.

À la cathode, le dioxygène est réduit en eau.

La demi-équation électronique est : $O_2(g) + 4H_{(aq)}^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

5.



6.

La réaction dans la pile à combustible produit uniquement de l'eau : $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

Le véhicule ne rejette ni dioxyde de carbone CO_2 ni gaz polluants lors de son fonctionnement.

D'où le qualificatif « véhicule zéro-émission ».

7.

À l'anode, la demi-équation électronique est : $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

1 mole de dihydrogène consommée produit 2 moles d'électrons.

D'où

$$n(e^-) = 2 n(H_2)$$

La quantité de matière d'électrons qui circule est donc le double de la quantité de matière de dihydrogène consommé.

8.

$$Q = n(e^-) \times F$$

Or

$$n(e^-) = 2 n(H_2)$$

$$Q = 2 n(H_2) \times F$$

Or

$$n(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)}$$

$$Q = 2 \times \frac{m(H_2)}{M(H_2)} \times F$$

$$Q = 2 \times \frac{6,33 \times 10^3}{2 \times 1,00} \times 9,65 \times 10^4$$

$$Q = 6,11 \times 10^8 \text{ C}$$

9.

$$E = U \times Q$$

$$U \times Q = E$$

$$Q = \frac{E}{U}$$

$$Q = \frac{38,3 \times 3,6 \times 10^6}{800}$$

$$Q_{\text{batterie}} = 1,72 \times 10^5 \text{ C}$$

D'après la question 8 : $Q_{H_2} = 6,11 \times 10^8 \text{ C}$

La quantité d'électricité libérée par le dihydrogène est donc beaucoup plus grande que celle de la batterie Li-ion.

Le problème du stockage du dihydrogène

10.

D'après le diagramme (P, T) du dihydrogène :

- Zone 1 : état solide
- Zone 2 : état gazeux
- Zone 3 : état liquide

11.

Le dihydrogène est stocké à $\theta = -253^\circ\text{C}$

$$T = \theta + 273$$

$$T = -253 + 273$$

$$T = 20 \text{ K}$$

La pression est comprise entre 1 et 10 bar.

Figure 2 : Diagramme (P,T) du dihydrogène H₂

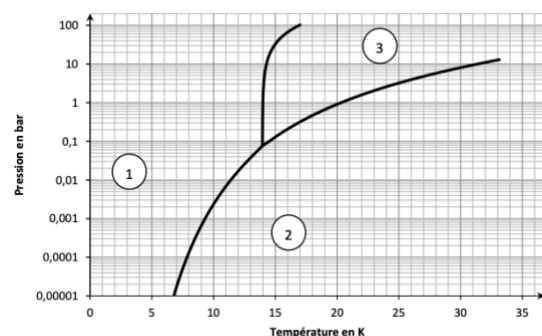
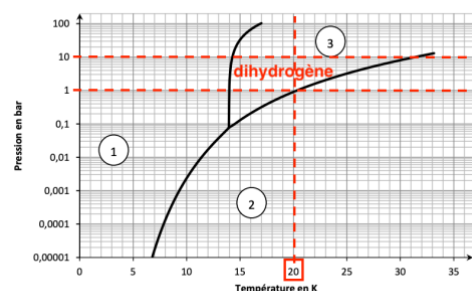


Figure 2 : Diagramme (P,T) du dihydrogène H₂



D'après <https://encyclopedia.airliquide.com/fr>

D'après le diagramme (P, T), pour $T = 20$ K et une pression comprise entre 1 et 10 bar, le dihydrogène se trouve dans la zone 3, qui correspond à l'état liquide.

12.

	Gaz inflammable
	Gaz sous pression

13.

D'après le tableau :

Type de stockage	Plasma Kinetics	Réservoir actuel
Température de stockage	25 °C	25 °C
Pression de stockage	1 bar	700 bar
Coût énergétique du stockage	8,7 kWh/kg	6,5 kWh/kg
Pictogrammes de sécurité	-	
Énergie massique stockée	1 kWh/kg	1,8 kWh/kg
Énergie volumique stockée	0,806 kWh/L	1,3 kWh/L

D'après <https://plasmakinetics.com/>

Avantage : le stockage Plasma Kinetics se fait à une pression de seulement 1 bar, contre 700 bar pour le stockage actuel. Il présente donc moins de risques liés à la haute pression.

Inconvénient :

- son énergie massique stockée est plus faible : 1 kWh/kg contre 1,8 kWh/kg
- son coût énergétique de stockage est plus élevé : 8,7 kWh/kg contre 6,5 kWh/kg