

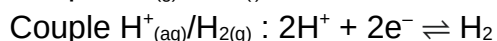
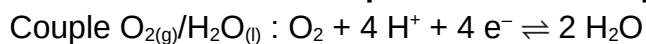
## Centrale électrique de l'Ouest Guyanais (CEOG) (10 points) – CORRECTION

### Partie 1. Production et stockage du dihydrogène

#### 1.1. Définir un oxydant et un réducteur

Un oxydant est une espèce chimique qui capte un (ou plusieurs) électron(s) pendant une transformation chimique, tandis qu'un réducteur est une espèce chimique qui cède un (ou plusieurs) électron(s).

#### 1.2.1. Écrire les demi-équations électroniques associées aux deux couples mis en jeu.



#### 1.2.2. Déterminer la valeur de la quantité de matière de dihydrogène à produire $n(\text{H}_2)$

On souhaite produire une masse  $m(\text{H}_2) = 50 \text{ kg}$ .

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)}$$

La relation entre masse et quantité de matière est

$$n(\text{H}_2) = \frac{50 \times 10^3}{2 \times 1,00} = 2,5 \times 10^4 \text{ mol}$$

#### 1.2.3. Calculer la masse d'eau $m(\text{H}_2\text{O})$ nécessaire pour produire les 50 kg de dihydrogène à stocker durant la journée.

L'équation de la réaction nous indique que chaque mole d'eau consommée permet de produire une mole de dihydrogène. Il sera donc nécessaire de stocker  $2,5 \times 10^4$  mol d'eau durant la journée.

On retrouve la masse d'eau en utilisant la relation  $m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2,5 \times 10^4 \times (2 \times 1,00 + 16,0) = 4,5 \times 10^5 \text{ g} = 4,5 \times 10^2 \text{ kg}, \text{ soit environ } 450 \text{ kg d'eau.}$$

#### 1.2.4. Déterminer le volume minimum du réservoir d'eau $V(\text{H}_2\text{O})$

$$\rho_{\text{eau}} = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{V(\text{H}_2\text{O})} \quad \text{donc} \quad V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\rho_{\text{eau}}}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{4,5 \times 10^2 \text{ kg}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}} = 0,45 \text{ m}^3, \text{ soit un volume minimum d'environ } 450 \text{ L}$$

#### 1.3.1. En utilisant la loi de Mariotte, déterminer le volume nécessaire $V_{\text{stock}}$ des bouteilles pour stocker le dihydrogène à une pression $P_{\text{stock}}$ de $5,0 \times 10^6 \text{ Pa}$ .

Le volume molaire à pression et température ambiantes est  $V_m = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

On en déduit donc que le volume occupé par  $n(\text{H}_2) = 2,5 \times 10^4$  mol de dihydrogène serait  $V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m$ .

$$V(\text{H}_2) = 2,5 \times 10^4 \times 24 \text{ L}$$

La loi de Boyle-Mariotte indique que  $P \cdot V = \text{Cte}$ , ainsi  $P_{\text{stock}} \cdot V_{\text{stock}} = P_{\text{ambiante}} \cdot V(\text{H}_2)$

$$V_{\text{stock}} = \frac{P_{\text{ambiante}} \cdot V(\text{H}_2)}{P_{\text{stock}}}$$

$$V_{\text{stock}} = \frac{1,0 \times 10^5 \times 2,5 \times 10^4 \times 24}{5,0 \times 10^6} = 1,2 \times 10^4 \text{ L} = 12 \text{ m}^3$$

### 1.3.2. Commenter les résultats sachant que le parc photovoltaïque s'étend sur une surface de 700 000 m<sup>2</sup>.

On peut voir que le volume nécessaire au stockage du dihydrogène produit et de l'eau que l'on utilisera pour cette production est très modeste devant la taille de l'installation, qui s'étendra sur une surface de 70 hectares.

## Partie 2. Étude du fonctionnement électrique d'un électrolyseur

### 2.1. Sans recopier la chaîne énergétique ci-dessous, donner la forme d'énergie à faire apparaître dans chaque cadre numéroté de 1 à 3.

Cadre 1 : énergie électrique (énergie utilisée pour l'électrolyse)

Cadre 2 : énergie chimique (énergie stockée sous forme de dihydrogène H<sub>2</sub>)

Cadre 3 : énergie thermique (pertes par effet joule)

### 2.2. Déterminer, en utilisant la modélisation effectuée par le logiciel de calcul, les valeurs des grandeurs physiques E' et r' pour cet électrolyseur.

On a une équation du type  $U = E' + r'.I$

qui nous est donnée :  $U = 3,46 + 160 \times I$

Par identification, on a  $E' = 3,46 \text{ V}$  et  $r' = 160 \Omega$ .

### 2.3.1. Donner l'expression littérale de l'énergie totale reçue E<sub>reçue</sub> par l'électrolyseur s'il fonctionne pendant une durée Δt en fonction de U, I et Δt.

L'énergie électrique totale reçue par l'électrolyseur s'il fonctionne pendant une durée Δt vaut  $E_{reçue} = U.I.\Delta t$ .

### 2.3.2. Donner l'expression littérale de l'énergie totale dissipée E<sub>dissipée</sub> par l'électrolyseur sous forme d'effet Joule s'il fonctionne pendant une durée Δt.

La puissance dissipée sous forme d'effet joule dans l'électrolyseur vaut  $P_{Joule} = r'.I^2$ .

L'énergie dissipée par effet joule vaut donc  $E_{dissipée} = r'.I^2.\Delta t$ .

### 2.3.3. En déduire que l'expression littérale du rendement de l'électrolyseur est $\eta = \frac{E'}{U}$ .

Le rendement est par définition :  $\eta = \frac{E_{utile}}{E_{reçue}}$

$$\eta = \frac{E_{reçue} - E_{dissipée}}{E_{reçue}} = \frac{U.I.\Delta t - r'.I^2.\Delta t}{U.I.\Delta t} = \frac{(U - r'.I).I.\Delta t}{U.I.\Delta t} = \frac{E'}{U}$$

### 2.3.4. Calculer le rendement de cet électrolyseur pour un courant d'intensité I = 50 mA

On commence par calculer U avec I = 50 mA = 0,050 A

$$U = 3,46 + 160 \times 0,050 = 11,5 \text{ V.}$$

$$\eta = \frac{E'}{U}$$

On trouve donc  $\eta = \frac{3,46}{11,5} = 0,302 = 30,2 \%$

$3.46+160*0.05$	
	$1.146E1$
$3.46/1.146E1$	
	$3.019197208E-1$

#### **2.4. En s'appuyant sur les données de l'énoncé et les réponses aux questions précédentes, expliquer en quoi le projet semble être une bonne alternative aux énergies fossiles.**

D'après le communiqué de presse de l'entreprise à l'origine du projet, celui-ci sera « sans pollution », « 100% propre ». Le CEOG remplacera des centrales fonctionnant aux énergies fossiles (diesel et gaz) qui ont pour inconvénient d'être disponibles en quantités limitées sur Terre. Alors que l'énergie solaire utilisée par le CEOG est renouvelable. Il n'y a donc pas de risque de pénurie. De plus, l'utilisation des énergies fossiles entraîne la production de CO<sub>2</sub>, gaz à effet de serre, ce qui n'est pas le cas de l'énergie photovoltaïque. La combustion du dihydrogène rejette de la vapeur d'eau qui est un puissant gaz à effet de serre mais dont la présence dans l'atmosphère est jusqu'à présent due pour une infime part aux activités humaines. Par ailleurs la vapeur d'eau ne reste que très peu de temps dans l'atmosphère contrairement au CO<sub>2</sub>.

Les calculs réalisés montrent que la place pour stocker l'eau et le dihydrogène est modeste. Mais le parc photovoltaïque doit tout de même couvrir une grande surface de 70 ha.

Enfin le calcul du rendement donne une valeur de 30% qui est un bon rendement.

*Remarque : Le corrigé proposé est plus long et détaillé que ce qui est attendu au bac, mais il a pour objectif d'apporter un peu de culture et d'esprit critique. Le 100% propre ou sans pollution n'est pas très scientifique.*