SESSION 2019
Métropole - Réunion

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
E8 SCIENCES DE LA MATIÈRE

Série : STAV

Durée : 120 minutes

Matériel(s) et document(s) autorisé(s) : **calculatrice**

Le sujet comporte 5 pages

PARTIE A : Panneaux photovoltaïques .....4 points
PARTIE B : Électrolyseur et pile à combustible …….....7 points
PARTIE C : Production de dihydrogène .....3 points
PARTIE D : Dosage de la solution aqueuse alcaline de l'électrolyseur ….....6 points

---

Une page portant les annexes A et B est à rendre avec la copie après avoir été numérotée.

SUJET
LE REFUGE DU COL DU PALET

Le refuge du col du Palet est situé à 2 600 m d'altitude dans le Parc de la Vanoise. Il est ouvert essentiellement l'été pour accueillir les randonneurs. Ce bâtiment isolé est confronté à un enjeu d'approvisionnement en électricité lié à la difficulté d'accès et à une consommation concentrée sur une période d'utilisation du refuge courte.
Le chalet est équipé de deux dispositifs de production d'énergie : des panneaux photovoltaïques et une pile à combustible (PAC).
L'électricité produite par les panneaux photovoltaïques peut être utilisée pour la consommation du refuge. Elle peut également être stockée dans une batterie au plomb pour un usage ultérieur ou encore servir à la production de dihydrogène (grâce à un électrolyseur) nécessaire au fonctionnement de la PAC.



Photo © Parc de la Vanoise

PARTIE A : Panneaux photovoltaïques *(4 points)*

Les panneaux photovoltaïques placés en façade ont une surface de 10 m². Ils délivrent par beau temps une puissance électrique de 2,0 kW. Dans ces conditions, on les utilise pour charger une batterie au plomb permettant l'éclairage la nuit.

A.1. Calculer la puissance totale rayonnée par le soleil à la surface des panneaux par beau temps, sachant que le rendement des panneaux photovoltaïques est de 20 %.

A.2. Montrer que dans ces conditions météorologiques l'ensoleillement est de 1 000 $W.m^{-2}$.

La batterie au plomb utilisée a une capacité C = 700 Ah et une tension nominale U = 100 V.

A.3. Calculer l'énergie stockée dans cette batterie quand elle est chargée.

Données : Énergie stockée $\mathbf{E_{st}}$ dans une batterie (en Wh) : $\mathbf{E_{st} = C \times U}$
avec C sa capacité en Ah et U sa tension nominale en V

La puissance de charge de la batterie au plomb est de 1,5 kW.

A.4. Calculer la durée nécessaire (en heures) pour que la batterie soit totalement chargée.

A.5. Calculer le rendement de conversion du système (panneaux solaires + batterie).

PARTIE B : Électrolyseur et pile à combustible *(7 points)*

Une partie de l'énergie électrique produite par les panneaux photovoltaïques peut aussi être utilisée pour produire du dihydrogène grâce à un électrolyseur. Ce dihydrogène est ensuite utilisé dans une pile à combustible pour produire de l'électricité à la demande.
Le schéma simplifié d'un électrolyseur est donné dans le **document B1** page 4 (aucune connaissance sur l'électrolyseur n'est nécessaire pour répondre aux questions).

L'électrolyseur installé est constitué d'un réservoir de 50 litres contenant une solution aqueuse alcaline dont la masse volumique est de 1 300 $kg.m^{-3}$.

B.1. Montrer que la masse de la solution aqueuse contenue dans le réservoir est de 65 kg.

Lors de l'électrolyse de cette solution aqueuse pendant une heure, une partie de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur. On considère que la chaleur sert exclusivement à chauffer la solution aqueuse. On constate une élévation de température de la solution de 7,9°C.

À l'aide du **document B1** :

B.2. Déterminer la quantité de chaleur Q produite lors de l'électrolyse.

B.3. Montrer que la puissance thermique associée a pour valeur P_{th} = 0,50 kW.

La pile à combustible (PAC) installée au refuge consomme environ 135 g de dihydrogène à l'heure pour fournir une puissance de 2,0 kW.

B.4. Compléter les formes d'énergie de la chaîne énergétique représentant la pile à combustible (PAC) sur l'**annexe A (page 5, à rendre avec la copie)**.

B.5. Montrer, en utilisant les données du **document B2**, que le réservoir de dihydrogène, initialement rempli, permet à la PAC de fonctionner pendant environ 37 heures.

B.6. En utilisant les données du **document B3** et la réponse précédente, montrer que le réservoir de dihydrogène, utilisé seul, est loin d'assurer l'autonomie du refuge en électricité sur la période d'ouverture.
Pour cela, vous pourrez calculer :
- l'énergie produite (en kWh) par la pile à combustible du refuge,
- le nombre de jours d'autonomie électrique.

PARTIE C : Production de dihydrogène *(3 points)*

Dans l'électrolyseur décrit dans le **document B1**, l'équation modélisant la transformation chimique permettant la production de dihydrogène est la suivante :

$$2\ H_2O_{(l)} \rightarrow 2\ H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)}$$

La notice technique du fabricant précise que cette électrolyse produira *« deux fois plus de dihydrogène que de dioxygène »*.

C.1. Justifier cette affirmation.

En une heure, il se forme $n(O_2) = 11$ mol de dioxygène.

C.2. Déterminer la masse $m(H_2)$ de dihydrogène obtenue au bout de cette durée.

Donnée : masse molaire atomique de l'hydrogène : $M(H) = 1\ g.mol^{-1}$

C.3. En déduire le temps de fonctionnement nécessaire pour remplir le réservoir en utilisant le **document B2**.

PARTIE D : Dosage de la solution aqueuse alcaline de l'électrolyseur *(6 points)*

Pour une bonne utilisation de l'électrolyseur décrit dans le **document B1**, le pourcentage massique de la solution aqueuse alcaline doit être de l'ordre de 25 %.
La solution aqueuse alcaline est une solution d'hydroxyde de potassium et on souhaite vérifier la concentration massique de cette solution que l'on note S.
Pour cela, on dilue 10 fois la solution S pour obtenir une solution S'.
On réalise ensuite le dosage acido-basique d'un volume $V_1 = 10{,}0$ mL de la solution S' par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_2 = 5{,}0 \times 10^{-1}\ mol.L^{-1}$, en présence de bleu de bromothymol (B.B.T.).
L'équivalence est atteinte pour un volume d'acide versé $V_{2eq} = 11{,}6$ mL.

D.1. Légender le dispositif expérimental en **annexe B (page 5, à rendre avec la copie).**

À l'aide des données du **document D1** :

D.2. Écrire l'équation support de la réaction du dosage de la solution S'.

D.3. Décrire le changement de couleur observé lors du passage par l'équivalence.

D.4. Montrer qu'à l'équivalence, on a la relation : $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_{2eq}$.

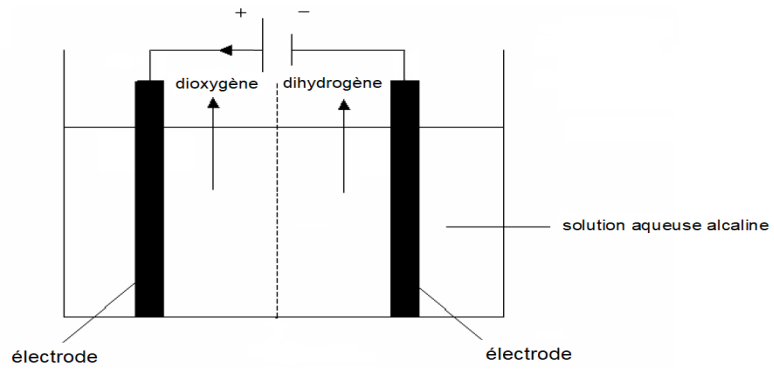
D.5. Montrer que la concentration molaire de la solution S est $C_0 = 5{,}8\ mol.L^{-1}$.

D.6. Justifier que la solution S est adaptée à l'électrolyseur.

Documents : Partie B

DOCUMENT B1 : Électrolyseur et données

- Un électrolyseur est un appareil qui permet de décomposer chimiquement certains corps composés sous l'action d'un courant électrique.
- Schéma simplifié d'un électrolyseur :



- Expression de l'énergie thermique échangée par un corps de masse m, de capacité thermique c, subissant une variation de température $\Delta\theta$: $Q = m \times c \times \Delta\theta$
- Capacité thermique massique de la solution alcaline : $c = 3\,500\ J.kg^{-1}.°C^{-1}$
- Relation entre l'énergie et la puissance : $E = P \times \Delta t$
- 1 kWh = 3 600 kJ

DOCUMENT B2 : Données concernant le réservoir de dihydrogène

1 réservoir de 1 700 L pour un stockage total de 5 kg de dihydrogène H_2

DOCUMENT B3 : Information sur le refuge du Col du Palet

Données sur les périodes d'utilisation	• Période d'ouverture : 4 mois, de juin à septembre inclus. • Période non gardée : 8 mois, d'octobre à mai inclus.
Consommation en électricité	• En période d'ouverture : énergie consommée : **6,5 kWh** par jour. • En période non gardée : consommation énergétique insignifiante.

Document : Partie D

DOCUMENT D1 : Dosage de la solution aqueuse alcaline

Données pour le dosage

- Solution d'hydroxyde de potassium : $K^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$
- Solution d'acide chlorhydrique : $H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

Indicateur	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
B.B.T.	Jaune	6,0 – 7,6	Bleu

Données pour la résolution

- Le pourcentage massique correspond à la masse de soluté présent dans 100 g de solution.
- Masse volumique de la solution aqueuse alcaline : $\rho = 1{,}3\ kg.L^{-1}$
- Masse molaire de l'hydroxyde de potassium : $M(KOH) = 56\ g.mol^{-1}$.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

NOM :

(EN MAJUSCULES)
Prénoms :

Date de naissance :

EXAMEN :

Spécialité ou Option :

EPREUVE :

Centre d'épreuve :

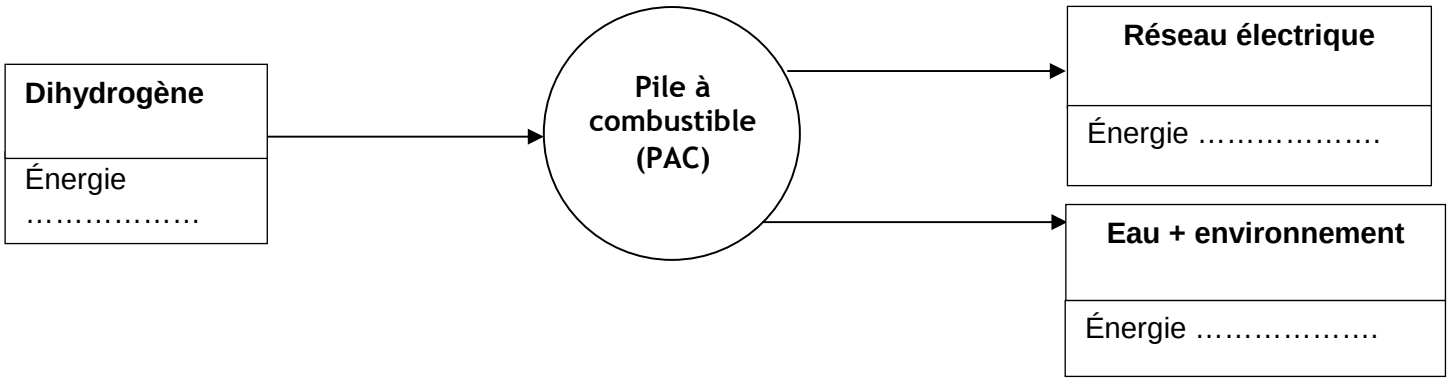
Date :

N° ne rien inscrire

N° ne rien inscrire

ANNEXES A et B ***(page à compléter, numéroter et à rendre avec la copie)***

ANNEXE A
Chaîne énergétique de la pile à combustible du refuge (PAC)



ANNEXE B
Dispositif du dosage de la solution alcaline de l'électrolyseur

