SESSION 2022
Métropole - Réunion

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
G6 PHYSIQUE-CHIMIE

Série : STAV

Durée : 120 minutes

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

Le sujet comporte 6 pages

Partie A : Les utilisations du dihydrogène H_2 ……5 points
Partie B : Le dihydrogène, partenaire du solaire ……...6 points
Partie C : La production du dihydrogène, le « gris » et le « vert »……5 points
Partie D : Le stockage du dihydrogène dans les véhicules électriques ……4 points

---

L'annexe A est à rendre avec la copie après avoir été numérotée

---

SUJET

Le dihydrogène, une solution énergétique d'avenir

Le dihydrogène est considéré comme un « vecteur énergétique » : non émetteur de gaz à effet de serre, il est produit puis stocké avant d'être utilisé. Il pourrait jouer à l'avenir un rôle essentiel dans la transition énergétique en permettant de mieux valoriser la production d'électricité par les énergies renouvelables « intermittentes » (solaire et éolien).

D'après : www.cea.fr

PARTIE A : Les utilisations du dihydrogène H_2 (5 points)

La combustion d'un kilogramme de dihydrogène libère presque 4 fois plus d'énergie que celle d'un kilogramme d'essence et produit uniquement de l'eau H_2O.

A.1. Écrire l'équation ajustée de la réaction de combustion du dihydrogène dans le dioxygène O_2.

A.2 Expliquer en quoi cette combustion est plus respectueuse de l'environnement par rapport aux combustions classiques (composés fossiles).

Le dihydrogène peut également servir à alimenter des « piles à combustibles », c'est à dire des batteries électriques qui se rechargent en dihydrogène. Ces piles peuvent, par exemple, servir à alimenter des moteurs de véhicules électriques. Le **document A1** explique le principe de fonctionnement d'une pile à combustibles.

A.3. Recopier et équilibrer les équations électroniques des réactions ayant lieu à chaque électrode de la pile :

- à l'anode : H_2 = ... H^+ + … e^-
- à la cathode : O_2 + … H^+ + … e^- = ... H_2O

A.4. Établir l'équation d'oxydoréduction, en faisant apparaître les nombres stœchiométriques.

A.5. Écrire le nom et la formule chimique du composé qui est oxydé et du composé qui est réduit.

Le **document A2** présente la constitution d'une pile « 24 V ».

A.6. Calculer le nombre d'éléments nécessaires pour obtenir une pile à combustible « 24 V ».

A.7. Indiquer l'origine des pertes énergétiques de la pile.

A.8. Calculer la puissance thermique perdue lorsque la pile fournit un courant électrique continu de 10 A.

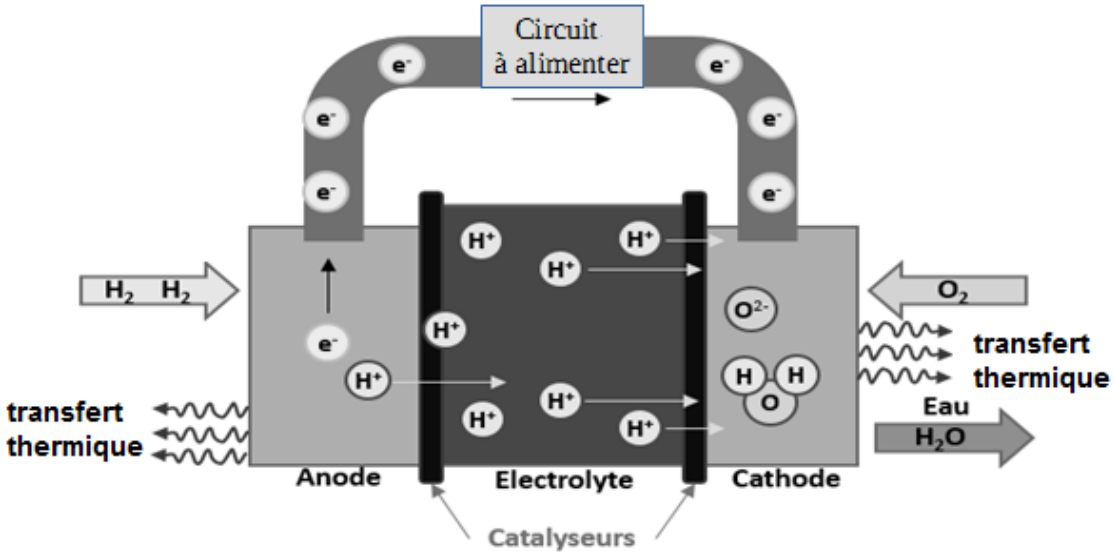
DOCUMENT A1

Principe de fonctionnement d'une pile à combustibles

Une pile à combustibles fait intervenir, aux électrodes de la pile, une réaction d'oxydation et une réaction de réduction.

Le rendement de production d'énergie électrique d'une pile à combustibles peut atteindre 60 %, le reste étant libéré sous forme d'énergie thermique.

Schéma de fonctionnement d'une pile à combustibles :



D'après : https://www.h2sys.fr/

DOCUMENT A2

Pile à combustibles « 24 V »

Une pile à combustibles 24 V est constituée de plusieurs éléments ayant chacun une tension (ou fem) U = 0,8 V. Les éléments sont associés en série, par conséquent les tensions s'additionnent. Chaque élément a une résistance interne égale à r = 0,10 Ω. Lorsque la pile débite une intensité I, la puissance thermique perdue est : $P = \Sigma r \times I^2$, avec Σr la somme des résistances internes.

PARTIE B : Le dihydrogène, partenaire du solaire (6 points)

Monsieur ALBERT a le projet d'installer des panneaux photovoltaïques sur son terrain pour produire de l'électricité. Cette électricité permettrait de réaliser l'électrolyse de l'eau pour fabriquer du dihydrogène qui alimenterait les batteries (piles à combustibles) de sa voiture électrique.

B.1 Compléter la chaîne énergétique de **l'annexe A (à compléter, numéroter et à rendre avec la copie)**, en indiquant les formes d'énergie sur chaque flèche.

Le **document B** indique les rendements des convertisseurs de la chaîne énergétique.

B.2 Montrer que le rendement global de la chaîne énergétique est de l'ordre de 9 %.

La surface disponible de panneaux photovoltaïques est S = 50 m². La puissance rayonnante reçue quotidiennement par les panneaux photovoltaïques est de 300 W/m² en moyenne annuelle. Monsieur ALBERT doit utiliser 40 minutes par jour sa voiture électrique dont le moteur a une puissance mécanique moyenne de 30 kW.

B.3. Déterminer si le projet de Monsieur ALBERT est réaliste.

La démarche suivie et la qualité de la rédaction sont évaluées. Tout élément même partiel de raisonnement cohérent sera pris en compte.

On rappelle 1 jour = 24 heures.

DOCUMENT B

Rendement de convertisseurs

Convertisseur	Rendement
Panneau photovoltaïque	20 %
Électrolyseur (eau)	80 %
Pile à combustibles	60 %
Moteur électrique	95 %

PARTIE C : La production du dihydrogène, le « gris » et le « vert » (5 points)

Le dihydrogène peut être produit à partir de plusieurs ressources primaires comme les hydrocarbures ou l'eau.

Le **document C1** présente la production du dihydrogène à partir d'hydrocarbures. Le dihydrogène ainsi produit est appelé « hydrogène gris ».

C.1. Recopier l'équation ci-dessous de la réaction de vaporeformage du méthane CH_4 et la compléter : CH_4 + … …. → … CO + 3 H_2

C.2. Expliquer en quoi la production de monoxyde de carbone est un inconvénient.

C.3. Déterminer la masse de dihydrogène libérée par le vaporeformage d'un kilogramme de méthane en présence d'un excès d'eau.

Données : $M(CH_4) = 16{,}0\ g.mol^{-1}$ $M(H_2) = 2{,}0\ g.mol^{-1}$

Le **document C2** présente la production de dihydrogène à partir d'eau par un procédé d'électrolyse. Cette méthode de production du dihydrogène est fortement encouragée dans le contexte de la transition énergétique et du changement climatique. Le dihydrogène ainsi produit est dit « vert » contrairement à celui produit par vaporeformage qui est dit « gris » de façon péjorative.

C.4. Écrire l'équation de l'électrolyse de l'eau.

C.5. Justifier, en argumentant, l'appellation « hydrogène vert » lorsqu'il est obtenu par ce procédé.

DOCUMENT C1

« L'hydrogène gris »

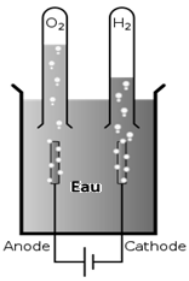
De nos jours le dihydrogène est surtout produit par « vaporeformage » de combustibles fossiles comme le méthane CH_4. Cette méthode a l'inconvénient de produire du monoxyde de carbone (CO) qui peut cependant être oxydé en dioxyde de carbone dans une chaudière associée.

La réaction de vaporeformage du méthane est la réaction entre le méthane et l'eau. Il se forme du monoxyde de carbone et du dihydrogène.

DOCUMENT C2

« L'hydrogène vert »

L'électrolyse permet de décomposer chimiquement l'eau en dioxygène et dihydrogène grâce à l'action d'un courant électrique.



PARTIE D : Le stockage du dihydrogène dans les véhicules électriques (4 points)

Le **document D** présente la problématique des réservoirs à dihydrogène des véhicules électriques.
On souhaite dimensionner l'épaisseur de l'isolant d'un réservoir à dihydrogène liquide.
L'un des meilleurs isolants est la mousse de polyuréthane.

D.1. Calculer l'épaisseur e de mousse de polyuréthane nécessaire pour limiter ainsi le flux thermique ϕ donné dans le **document D**, en prenant une surface totale de réservoir S = 1,3 m² et une température moyenne extérieure de 20°C.

Données :

Flux thermique (en watt) : $\phi = S \times \lambda \times \frac{\Delta\theta}{e}$.

$\Delta\theta$: différence de température entre chaque côté de la paroi en °C.

Conductivité thermique de la mousse de polyuréthane : $\lambda = 0{,}021\ W.m^{-1}.°C^{-1}$.

D.2. Analyser ce résultat en terme de mise en œuvre dans une voiture.

On souhaite évaluer l'autonomie d'un véhicule actuel ayant les caractéristiques suivantes :

Consommation : 1,0 kg de H_2 pour parcourir 100 km.

Volume utile du réservoir : V = 70,0 L.

Densité du dihydrogène gazeux à la pression maximum du réservoir (700 bars) : d = 0,0574.

D.3. Calculer la masse de dihydrogène contenu dans un réservoir plein.

D.4. En déduire l'autonomie du véhicule.

DOCUMENT D

Problématique des réservoirs à dihydrogène liquide

À température ambiante et pression atmosphérique, le dihydrogène se présente sous forme de gaz très volatile. L'enjeu est de créer des réservoirs compacts et à bas coût. Actuellement, on utilise un stockage de dihydrogène gazeux à très haute pression. Pour augmenter la capacité de stockage, l'idéal serait d'envisager un stockage à l'état liquide mais à pression courante. La température d'ébullition du dihydrogène est de -253°C. Il faut donc maintenir l'intérieur du réservoir à cette température ce qui est un défi technique.

Pour qu'un réservoir à dihydrogène liquide puisse être envisagé dans les véhicules, il faut limiter le flux thermique entre l'extérieur et le réservoir à $\phi = 9{,}2$ W (pour ne pas perdre plus de 0,2 % du plein chaque jour à cause de la vaporisation du dihydrogène).

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

ANNEXE A ***(à compléter, numéroter et à rendre avec la copie)***

Chaîne énergétique

