Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2022

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Physique-Chimie et Mathématiques

Durée de l'épreuve : **3 heures**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1 / 12 à 12 / 12.

Les pages 11 et 12 composent le document réponse,
à rendre avec la copie.

Le candidat sera attentif aux consignes contenues
dans le sujet pour traiter les 4 exercices.

EXERCICE 1 commun à tous les candidats (4 points)

Évolution de la température d'une boisson.

Une boisson chaude est servie dans une tasse en céramique.
L'exercice consiste à savoir s'il est possible de boire cette boisson au bout de dix minutes sans se brûler.

1. Identifier un mode de transfert thermique mis en jeu entre la boisson chaude et la tasse, ainsi qu'entre la tasse et l'air ambiant.

L'évolution de la valeur de la température (en degré Celsius) de la boisson chaude au cours du temps est modélisée par la relation :

$$\theta_{n+1} = -0{,}002(\theta_n - 20) + \theta_n$$

où θ_n *est la valeur de la température de la boisson chaude après une attente de* n *secondes (*n *est un entier naturel). La température initiale* θ_0 *de la boisson chaude vaut* $90\ °C$.

2. Calculer θ_2 et θ_3 puis compléter le tableau fourni sur le **document réponse, à rendre avec la copie.** Les résultats seront écrits avec trois chiffres significatifs.

La valeur ϕ *du flux thermique entre la tasse et l'air ambiant est reliée à la valeur de la variation de la température* $\Delta\theta$ *de la boisson chaude dans la tasse en céramique, pendant la durée* Δt *exprimée en seconde, par l'égalité :*

$$\phi = \frac{m \times C_{th} \times \Delta\theta}{\Delta t}\ .$$

La tasse contient une masse m *de* $0{,}400\ \text{kg}$ *de boisson chaude de capacité thermique massique* C_{th} *égale à* $4180\ \text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot°\text{C}^{-1}$.

3. Calculer la valeur du flux thermique au cours de la première seconde de refroidissement de la boisson, en s'appuyant sur le tableau du document réponse.

4. Justifier que le sens du transfert thermique entre la boisson chaude et l'air ambiant est cohérent avec le signe du flux thermique obtenu.

La consommation d'une boisson, à une température supérieure à $50\ °C$*, engendre un risque de brûlure.*

5. Compléter les pointillés du script Python fourni sur le **document réponse, à rendre avec la copie,** afin que la valeur renvoyée par la fonction temps indique la durée d'attente nécessaire (en seconde) pour une consommation de la boisson chaude, sans risque de brûlure.

La valeur renvoyée par la fonction temps *est* 424.

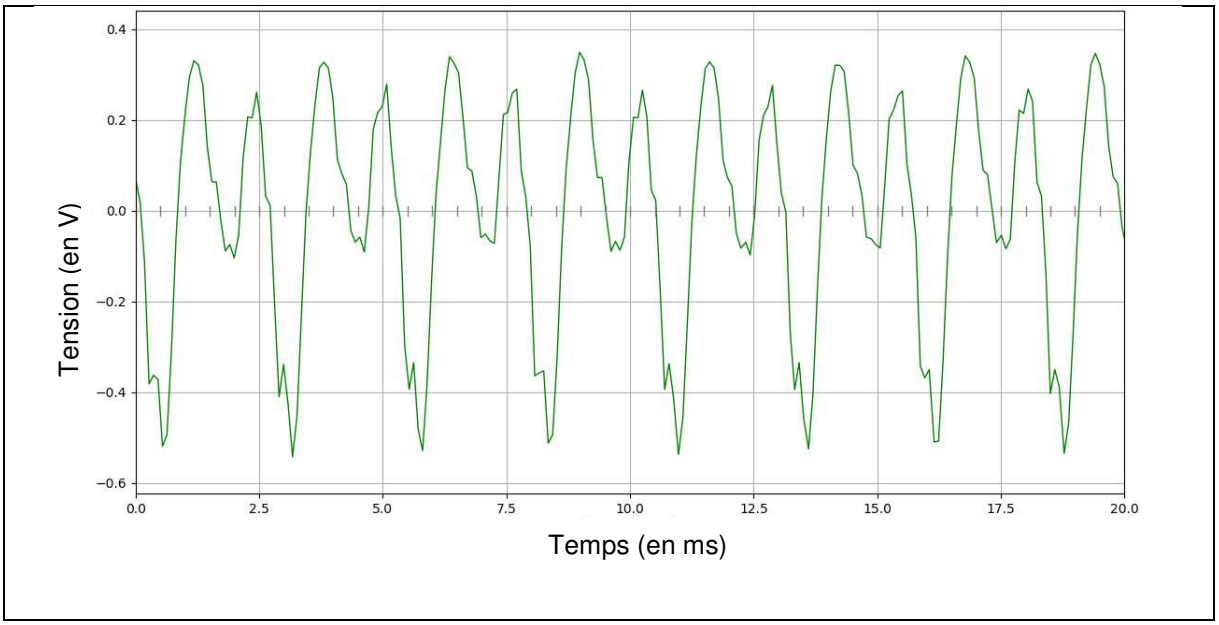
6. Indiquer si, après une attente de 10 minutes, cette boisson chaude peut être consommée sans risque de brûlure. Justifier.

EXERCICE 2 commun à tous les candidats (6 points)

Étude du son d'un violon

Un élève souhaite reproduire électroniquement le son d'un violon. Cet exercice propose de suivre les premières étapes de sa démarche.
L'élève enregistre le son d'un violon à l'aide d'un microphone et d'un logiciel d'acquisition. Il obtient le chronogramme suivant.

Document 1 : chronogramme du signal d'enregistrement du violon

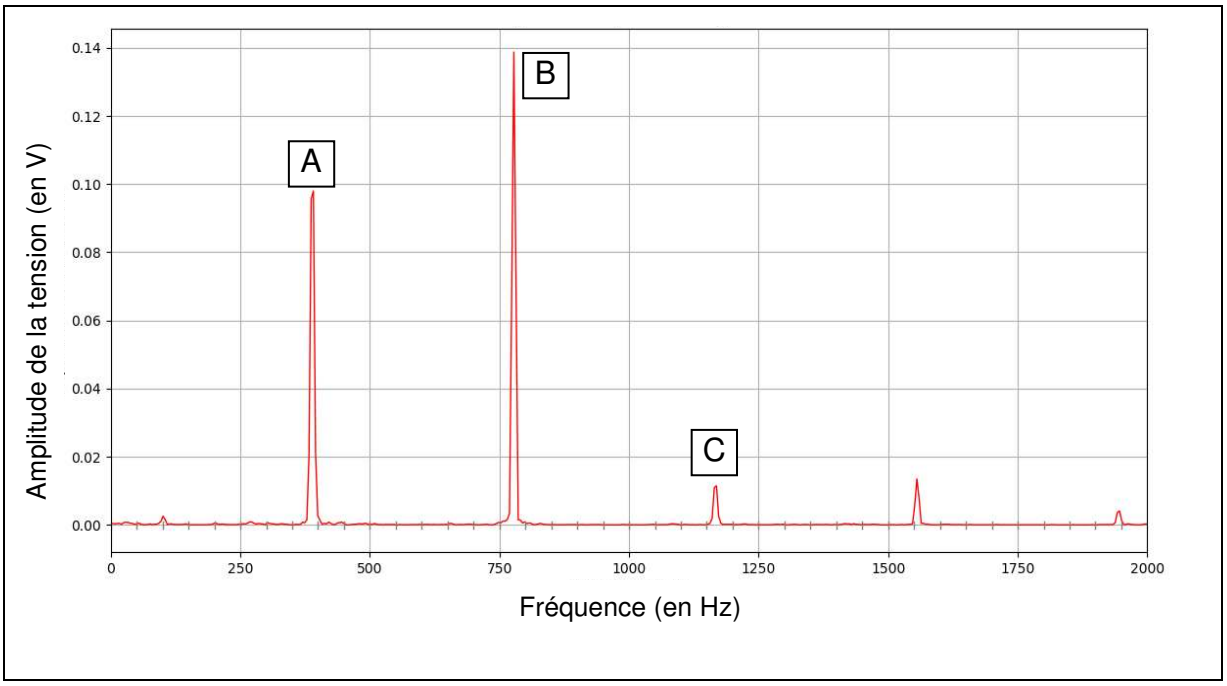


1. Déterminer le plus précisément possible la période T du son émis par le violon à l'aide du chronogramme.

2. Vérifier que la fréquence du son émis par le violon est voisine de $390\ \text{Hz}$.

Le spectre d'amplitude du son du violon est obtenu à l'aide d'un logiciel d'acquisition.

Document 2 : spectre d'amplitude de l'enregistrement du violon



3. Justifier que le pic A correspond au fondamental du signal enregistré.

Les pics B *et* C *sont associés aux harmoniques du signal enregistré.*

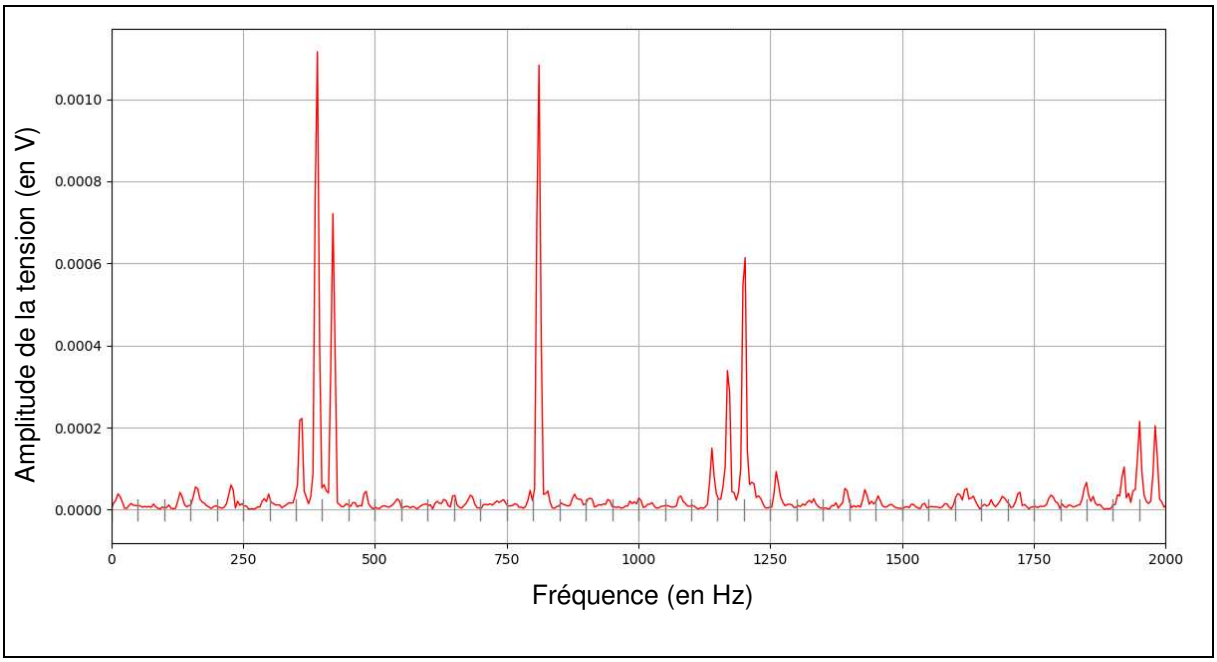
4. Donner les fréquences des harmoniques B et C.

5. Vérifier la relation entre la fréquence du fondamental f_1 et les fréquences f_n des harmoniques de rang n : $f_n = n \times f_1$.

6. Indiquer les rangs des harmoniques B et C.

Pour générer un son complexe, l'élève utilise un microcontrôleur.
Le son est enregistré et analysé de la même manière que pour le violon.
Le spectre d'amplitude du son émis par le haut-parleur est donné ci-dessous.

Document 3 : spectre d'amplitude du son produit par le microcontrôleur



7. Vérifier que le son produit par le microcontrôleur a la même hauteur que la note jouée par le violon.

8. Justifier que le son produit par le microcontrôleur est similaire à celui d'un violon.

EXERCICE 3 commun à tous les candidats (4 points)

Dans cet exercice, seulement 4 questions au choix parmi les 6 questions proposées sont à traiter.

Toutes ces questions sont indépendantes les unes des autres.

Question 1

Une entreprise réalise des bouchons par injection plastique. On modélise la température (en degré Celsius) d'un bouchon plastique à l'issue de sa fabrication, en fonction du temps t (en seconde) par l'équation différentielle :

$$y' = -0{,}1y + 7\,.$$

Montrer que la fonction θ définie par $\theta(t) = 80\mathrm{e}^{-0{,}1t} + 70$ sur l'intervalle $[0;+\infty[$ est solution de cette équation différentielle et qu'elle vérifie la condition initiale $\theta(0) = 150$.

Question 2

Soit le nombre complexe $z = -1 + \mathrm{i}$.

a. Montrer que $z = \sqrt{2}\mathrm{e}^{\mathrm{i}\frac{3\pi}{4}}$.

b. Quelle est la partie imaginaire de z^4 ? Justifier.

Question 3

Une voiture électrique, dont l'accumulateur est totalement déchargé, est branchée à une borne de rechargement. L'énergie emmagasinée par l'accumulateur (en kilowattheure), notée E, peut être modélisée en fonction du temps t écoulé (en heure) par la fonction E définie pour $t \in [0;+\infty[$ par :

$$E(t) = 18(1 - \mathrm{e}^{-0{,}45t})\,.$$

On admet que cette voiture a une énergie de stockage limitée à $18\ \mathrm{kWh}$.

Déterminer l'instant t_0, arrondi à la minute, à partir duquel la moitié de cette énergie de stockage limite a été emmagasinée.

Question 4

On considère une fonction f dérivable sur $]0;+\infty[$ dont la fonction dérivée f' est donnée, pour tout $x \in]0;+\infty[$, par $f'(x) = \frac{-3x+2}{x}$.

Étudier le sens de variation de la fonction f sur $]0;+\infty[$.

Question 5

On considère l'équation : $3\ln(x) - \ln(x+30) = 2\ln(5)$, où x appartient à l'intervalle $]0\,;\,+\infty[$.
Donner, parmi les quatre propositions suivantes, la solution de cette équation.

a. 0

b. e^{-5}

c. 10

d. 20

Question 6

Une société de peinture utilise, dans le cadre de son activité, une nacelle élévatrice (dite « nacelle à ciseaux »).
On note $h(t)$ la hauteur (en mètre) de la nacelle à l'instant t (en seconde) suivant la mise en route.
On suppose que h est la fonction de la variable réelle t définie et dérivable sur $[0\,;\,+\infty[$ d'expression $h(t) = -15e^{-0,2t} + 18$.



D'après : https://www.haulotte.fr/produit/h18-sx (téléchargé le 29/09/20)

a. Déterminer la hauteur initiale de la nacelle.
b. Déterminer la limite de la fonction h en $+\infty$. Interpréter cette limite dans le contexte de l'exercice.

EXERCICE 4 au choix du candidat (6 points)

Vous indiquerez sur votre copie l'exercice 4 choisi : exercice 4 – A ou exercice 4 – B.

EXERCICE 4 – A

Mots clefs des principaux domaines abordés : oxydo-réduction ; quantité de matière.

Pile à combustible au méthanol

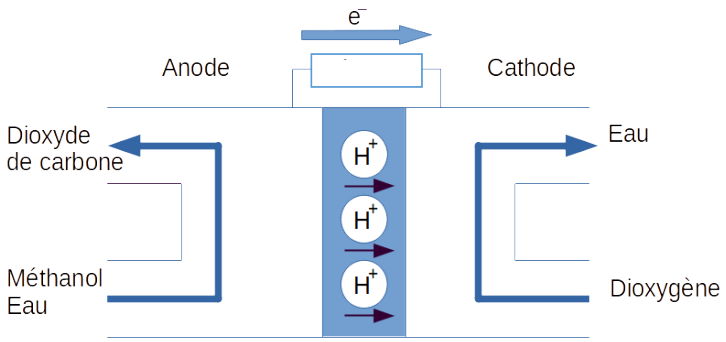
Une pile à combustible au méthanol est embarquée dans un camping-car. Elle a pour but d'en assurer l'autonomie en rechargeant une batterie auxiliaire. L'étude consiste à répondre à la question suivante : Combien de fois peut-on recharger cette batterie auxiliaire avec 1 L de méthanol alimentant la pile à combustible ?

Document 1 : présentation de la pile à combustible au méthanol



Photo de la Pile à combustible au méthanol

Source : http://www.my-efoy.com



Principe de fonctionnement de la pile au méthanol

Document 2 : demi-équations aux électrodes de la pile à combustible

Électrode	Couple Oxydant / Réducteur	Demi-équation électronique
1	$O_2(g)$ / $H_2O(\ell)$	$O_2(g) + 4\ H^+(aq) + 4\ e^- \longrightarrow 2\ H_2O(\ell)$
2	$CO_2(g)$ / $CH_3OH(aq)$	$CH_3OH(aq) + H_2O(\ell) \longrightarrow CO_2(g) + 6\ H^+(aq) + 6\ e^-$

Document 3 : données utiles

Masse volumique du méthanol : $\rho = 792\ \text{g·L}^{-1}$.
Formule chimique du méthanol : CH_3OH.
Masses molaires :
$M(\text{H}) = 1{,}00\ \text{g·mol}^{-1}$; $M(\text{C}) = 12{,}0\ \text{g·mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16{,}0\ \text{g·mol}^{-1}$.
Quantité de matière n :
$n = \frac{m}{M}$ où m est la masse de l'échantillon et M est la masse molaire.
Capacité d'une pile ou une batterie : $Q = n(\text{e-}) \times F$
où F est la constante de Faraday $F = 96500\ \text{C·mol}^{-1}$ et $n(\text{e-})$ est la quantité de matière d'électrons.

Document 4 : caractéristiques de la pile à combustible

Tension nominale de la pile $U_{pile} = 12\ \text{V}$ Rendement de la pile $\eta = 25\ \%$

Document 5 : batterie auxiliaire

Tension nominale de la batterie $U_{Batterie} = 12\ \text{V}$ Capacité de la batterie : $Q = 100\ \text{A·h}$ $1\ \text{A·h} = 3600\ \text{C}$

1. Nommer le type d'électrode où a lieu l'oxydation et celui où a lieu la réduction.

2. Indiquer **sur le document réponse, à rendre avec la copie** :
- le sens du courant traversant la charge à l'extérieur de la pile ;
- les pôles + et – de la pile.

3. Établir que l'équation de fonctionnement de la pile à combustible est :
$2\ CH_3OH(aq) + 3\ O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g) + 4\ H_2O(\ell)$

4. Vérifier que la masse molaire du méthanol CH_3OH est M est égale à $32\ \text{g·mol}^{-1}$.

5. Calculer la quantité de matière n dans un litre de méthanol.

6. Montrer, à l'aide de la demi-équation électronique à l'électrode 2 que la quantité de matière $n(\text{e-})$ d'électrons est $149\ \text{mol}$.

7. Déterminer la capacité Q de la pile à combustible, en coulomb puis en ampère-heure.

8. Montrer que l'énergie utile délivrée par la pile à combustible vaut $12\ \text{kW·h}$.

La notice technique de la pile à combustible indique que l'on peut faire dix charges de batterie avec un litre de méthanol.

9. Vérifier que cette information est conforme à l'aide d'un calcul.

EXERCICE 4 – B

Mots clefs des principaux domaines abordés : combustion ; quantité de matière.

Le 26 juillet 2016, l'avion *Solar Impulse* 2 a atterri à Abou Dhabi, aux Émirats arabes unis, après avoir effectué un tour du monde de 43 041 km avec, comme seule source d'énergie, l'énergie solaire.
L'objectif de cet exercice est d'évaluer la masse en dioxyde de carbone qu'aurait rejeté un avion de mêmes caractéristiques réalisant un vol identique en tous points, mais consommant comme carburant du kérosène.

Document : caractéristiques du kérosène

Formule brute	Mélange d'hydrocarbures. La formule chimique sera assimilée à $C_{10}H_{22}$.
État physique à 15 °C	Liquide
Masse molaire moléculaire M	142 g·mol^{-1}
Pictogrammes de sécurité	

1. Donner la signification du pictogramme de sécurité entouré (document ci-dessus) ainsi que les précautions, associées à ce pictogramme, qu'il faut prendre lors de l'utilisation du kérosène.

2. Recopier et compléter l'équation de combustion du kérosène ci-dessous.

$$2\ C_{10}H_{22}(\ell) + ...O_2(g) \rightarrow 20\ CO_2(g) + ...H_2O(g)$$

En considérant un vol identique en tous points (durée, vitesse, énergie nécessaire à la propulsion), on estime à 500 kg *la masse de kérosène nécessaire pour un vol de* 24 h*.*

3. Calculer la quantité de matière n_k de kérosène nécessaire à ce vol de 24 h.

Données : masses molaires atomiques M_C = 12,0 g·mol^{-1} ; M_O = 16,0 g·mol^{-1}*.*

4. Montrer, en utilisant l'équation de la combustion, que la quantité de matière n_{CO_2} de dioxyde de carbone rejetée durant un vol de 24 h vaut 3,52 × 10^4 mol.

5. Calculer la masse m_{CO_2} de dioxyde de carbone rejetée durant ce vol de 24 h.

La durée de vol effective de Solar Impulse 2 lors de son tour du monde a été de 560 h*.*

6. En déduire la masse de dioxyde de carbone qu'aurait rejetée un avion de mêmes caractéristiques réalisant un vol identique en tous points, mais consommant comme carburant du kérosène. On exprimera le résultat en nombre entier de tonnes.

Document réponse, à rendre avec la copie

Exercice 1

Question 2 : tableau à compléter.

Temps n (en s)	Température θ_n (en °C)
0	90,0
1	89,9
2	…..
3	…..

Question 5 : script Python à compléter.

```
def temps() :
    n = 0
    theta = 90
    while theta …… :
        n = n + 1
        theta = ……
    return n
```

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

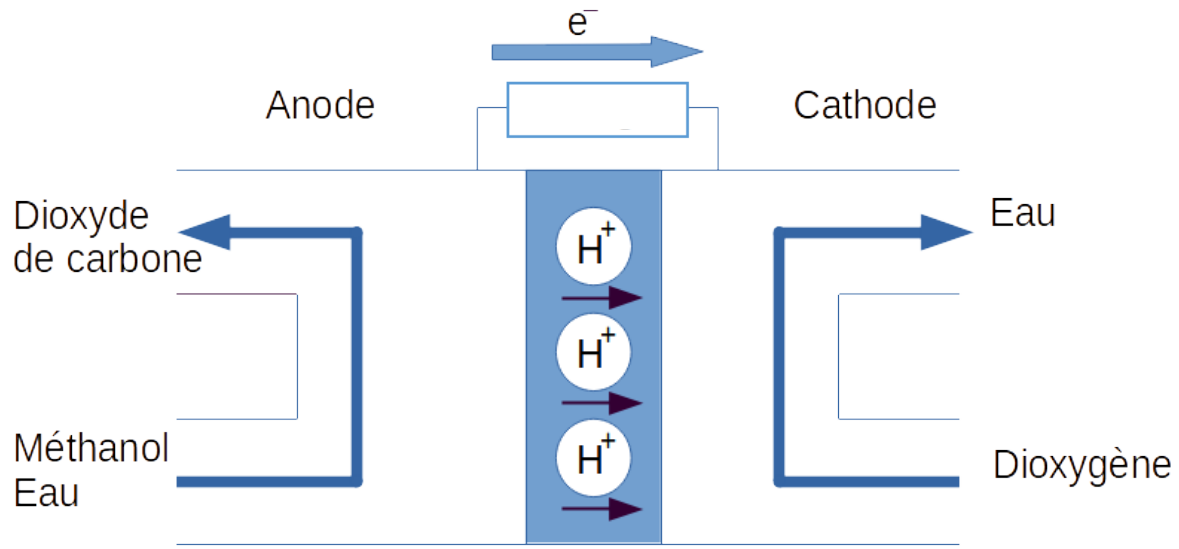
Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Document réponse, à rendre avec la copie

Exercice 4

Question 2 : schéma à compléter.



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.