BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2026

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Physique-Chimie et Mathématiques

ÉPREUVE DU MARDI 16 JUIN 2026

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 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

PHYSIQUE-CHIMIE ..... 14/20 points
MATHÉMATIQUES ..... 6/20 points

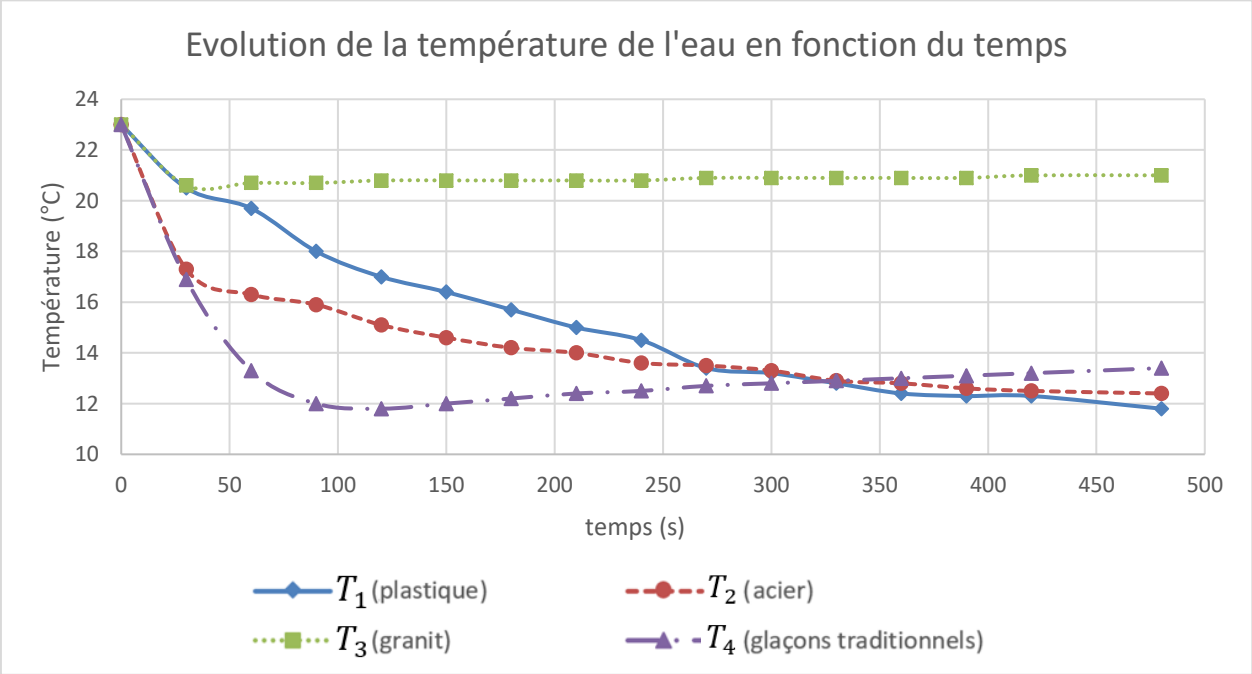
EXERCICE 1 (4,5 points)

(Physique-chimie et mathématiques)

Refroidir une boisson

Une élève de terminale STI2D a acheté des glaçons ayant des aspects très variés : matière plastique, acier inoxydable, pierre de granit.

Elle s'interroge sur leur efficacité en comparaison des glaçons traditionnels constitués d'eau sous forme de glace. Elle réalise l'expérience suivante : après avoir versé 200 g d'eau dans quatre verres munis chacun d'un thermomètre, elle ajoute dans chacun un glaçon de volume identique, tout juste sorti du congélateur. Elle suit ensuite l'évolution de la température de l'eau de chaque verre en fonction du temps.



Le thermomètre indique une température initiale de l'eau égale à 23,0 °C.

Extrait de la notice du thermomètre :

Spécifications

Gamme	-50,0 à 150,0 °C
Résolution	0,1° C (-50,0 à 150,0 °C)
Précision	±0,2 °C (de -30,0 à 120,0 °C) ±0,3 °C (en-dehors)
Sonde	Acier inoxydable, 1 mètre de câble
Environnement	-30 à 50 °C
Piles / Durée de vie	3 x 1,5 V AAA alcalines / Environ 2 ans
Auto-extinction	8 minutes (par défaut), 60 minutes ou OFF
Dimensions	107 x 59 x 17 mm
Poids	130 g

1. En comparant les courbes d'évolution de la température de l'eau, indiquer quel glaçon vous conseilleriez à l'élève pour refroidir rapidement sa boisson sans la diluer. Justifier.

2. En utilisant la notice du thermomètre, déterminer l'incertitude-type $u(T)$ associée à la mesure de la température sachant que l'incertitude-type $u(T)$ est donnée par la relation : $u(T) = \frac{précision}{\sqrt{3}}$.

3. Écrire la valeur de la température initiale avec l'incertitude-type associée et l'unité correspondante.

On s'intéresse à T_1 la température de la boisson (en °C) refroidie avec les glaçons d'aspect plastique.
La température T_1 est modélisée par la fonction définie pour tout $t \in [0\,;+\infty[$ par $T_1(t) = 11{,}5\mathrm{e}^{-0{,}006t} + 11{,}5$.
On admet que T_1 est dérivable sur $[0\,;+\infty[$ et on note $T_1{}'$ sa dérivée.
On considère l'équation différentielle suivante :

$$(E) : y' + 0{,}006y = 0{,}069.$$

4. Montrer que T_1 est la solution de (E) vérifiant la condition $T_1(0) = 23$.

5. Déterminer la valeur de $\lim\limits_{t \to +\infty} T_1(t)$.

6. En supposant que la température extérieure reste constante et égale à 23,0°C, estimer la valeur de la température de la boisson au bout de 3 h. Indiquer si le modèle mathématique précédent peut être appliqué dans ce cas.

On considère un glaçon traditionnel de masse $m_{glaçon}$ égale à 34,0 g et sorti du congélateur à T_i = –18,0°C. Son évolution est modélisée de la façon suivante : il va se réchauffer dans l'eau jusqu'à T_s = 0,0°C, changer d'état puis se réchauffer sous forme liquide jusqu'à la température T_f = 11,8°C.

Données :

- capacité thermique massique de la glace : c_{glace} = 2,06 kJ·kg^{-1}·°C^{-1} ;
- énergie massique de fusion de la glace : $L_f(glace)$ = 333 kJ·kg^{-1} ;
- capacité thermique massique de l'eau liquide : c_{eau} = 4,18 kJ·kg^{-1}·°C^{-1}.

7. Calculer l'énergie thermique Q_1 reçue par le glaçon traditionnel lorsqu'il passe de la température T_i à la température T_s sans changement d'état.

8. Calculer l'énergie thermique Q_2 reçue par le glaçon traditionnel lors de son changement d'état.

9. Calculer l'énergie thermique Q_3 reçue par le glaçon traditionnel liquéfié lorsqu'il passe de la température T_s à la température T_f à l'état liquide.

10. En comparant Q_1, Q_2 et Q_3, indiquer quelle étape est la plus utile au refroidissement de l'eau.

EXERCICE 2 (5,5 points)

(Physique-chimie)

Étude d'une Tiny House

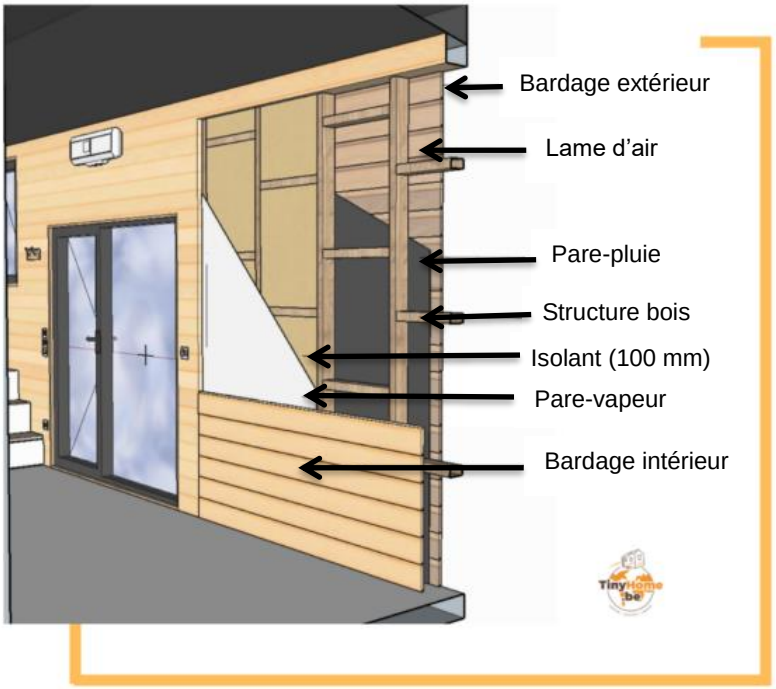
Une Tiny House ou mini maison est une structure habitable compacte, souvent mobile, qui offre tout le confort nécessaire dans un espace réduit. Conçues pour optimiser chaque centimètre carré, ces maisons offrent une alternative durable et économique aux habitations traditionnelles.

D'après https://www.trouver-un-logement-neuf.com/

Image d'après https://www.istockphoto.com/fr/vectoriel/vue-en-coupe-dune-petite-maison-gm641392816-116069815

La plupart de ces maisons sont construites sur une surface inférieure ou égale à 20 m^2, la largeur et la longueur maximales mesurant respectivement 2,5 mètres et 8,0 mètres, pour pouvoir circuler sur les routes.

A. Étude de l'isolation d'une Tiny House.



https://www.tiny-home.be/

1. Citer et décrire succinctement les trois modes de transfert thermique.

La paroi des murs de la Tiny House est composée de différents matériaux. Pour l'isolation on prendra en compte uniquement le bardage intérieur et extérieur, l'isolant et la lame d'air.

Matériau	Épaisseur	Conductivité thermique ($W \cdot m^{-1} \cdot °C^{-1}$)
Bardage extérieur	19 mm	0,090
Lame d'air	25 mm	0,024
Isolant	100 mm	0,038
Bardage intérieur	10 mm	0,14

On suppose que les échanges thermiques se font uniquement par conduction à travers les différentes couches.

2. Dans le cas d'une paroi de 1,0 m² composée d'un seul matériau, rappeler la relation entre la résistance thermique R, l'épaisseur e et la conductivité thermique λ du matériau. Préciser les unités.

3. Calculer la résistance thermique de chaque couche de la paroi de 1,0 m².

4. Montrer que la résistance thermique totale de la paroi de 1,0 m² est :

$$R_{paroi} = 3{,}9 \ \ m^2 \cdot °C \cdot W^{-1}.$$

On indique que le flux thermique exprimé par unité de surface de paroi est donné par :

$$\varphi = \frac{T_{chaud} - T_{froid}}{R_{paroi}}$$

avec φ en $W \cdot m^{-2}$, T_{chaud} la température intérieure de la maison en °C et T_{froid} la température extérieure en °C.

5. Si la température intérieure est de 20,0°C et la température extérieure de 0,0 °C, calculer le flux thermique surfacique φ traversant la paroi.

La Tiny House mesure 6,6 m de longueur sur 2,5 m de largeur et 4,0 m de hauteur.

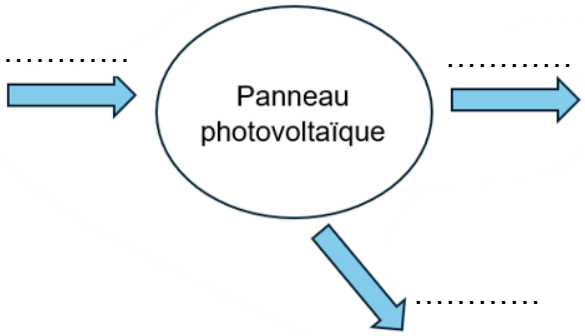
6. En supposant que les parois ne contiennent ni porte ni fenêtre, déterminer le flux thermique total Φ traversant les murs de la Tiny House.

7. Proposer une amélioration de la paroi pour limiter les déperditions.

B. Autonomie électrique de la Tiny House

Le propriétaire de la Tiny House souhaite être autonome en électricité. Pour cela il l'équipe de panneaux photovoltaïques associés à une batterie.

8. Recopier et compléter sur la copie la chaine énergétique d'un panneau photovoltaïque :



Pour dimensionner correctement l'installation, il est nécessaire d'estimer la consommation moyenne des habitants de la Tiny House.

Voici leur utilisation électrique journalière :

Appareil	Nombre d'appareils	Durée d'utilisation de chaque appareil pour une journée	Puissance de l'appareil
Ampoules LED	5	4 h	5 W
Télévision	1	4 h	100 W
Chargeur de téléphone	3	45 minutes	40 W
Ordinateur portable	1	4 h	75 W
Enceinte connectée	1	3 h	50 W
Réfrigérateur A++	1	24 h	16 W

Une entreprise propose des kits solaires composés de panneaux solaires associés à une batterie :

	Référence du kit	Puissance électrique produite par le panneau solaire (W)	Energie disponible dans la batterie (kWh)	Prix (€)
KIT 1	Kit Bluetti - AC180P + panneau pliable 350W Bluetti	350	1,44	1 548,00
KIT 2	Kit Sharp 420W - Bluetti AC200MAX	420	2,05	1037,99
KIT 3	Kit solaire nomade 700W Bluetti - AC200MAX	700	2,05	2336,99
KIT 4	Kit Sharp 840W - Bluetti AC200MAX	840	1,14	1136,99

D'après le site https://www.myshop-solaire.com/

Le propriétaire de la Tiny House souhaite que le kit photovoltaïque permette l'utilisation de tous les appareils simultanément et que la batterie puisse assurer le fonctionnement de tous les appareils pendant 24h.

9. En justifiant votre choix, déterminer le kit qui semble le plus approprié à l'autonomie électrique de la Tiny House.

EXERCICE 3 (4 points)

(Mathématiques)

Dans cet exercice, les questions 1, 2 et 3 sont indépendantes les unes des autres.

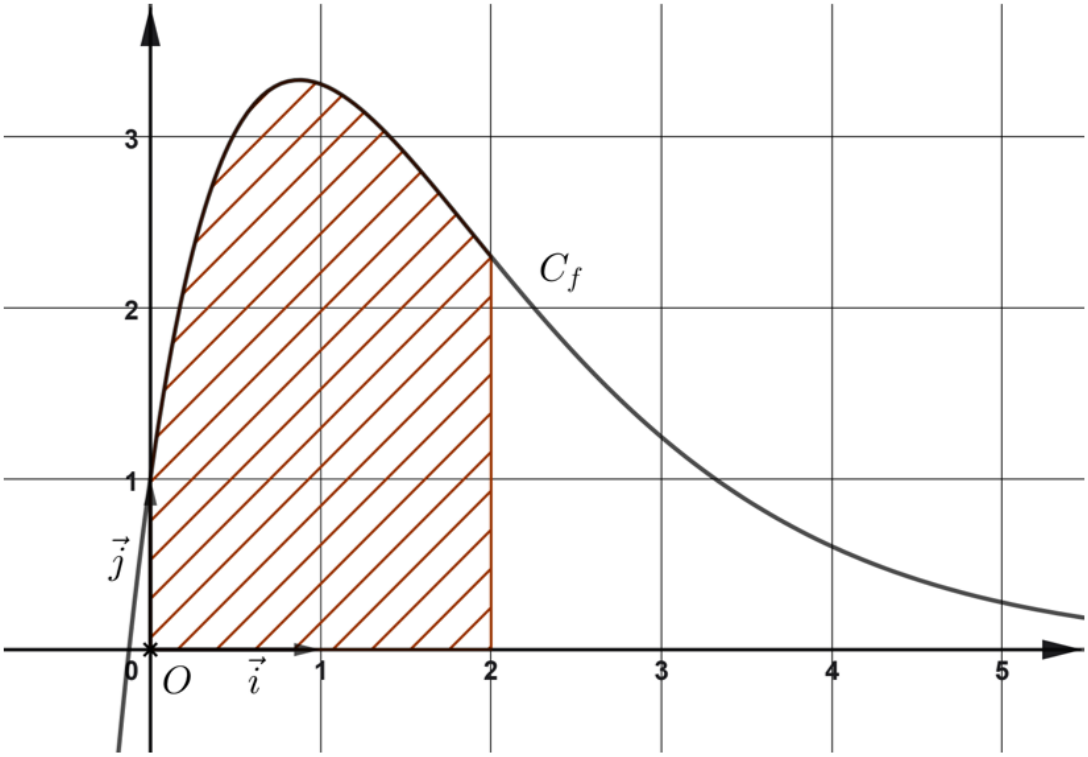
Question 1

On considère la fonction f définie sur $\mathbb{R}$ par :

$$f(x) = (8x + 1)\mathrm{e}^{-x}.$$

On admet que $f(x) \geq 0$ pour tout x appartenant à $[0\,;2]$.

Dans le repère orthonormé $(\mathrm{O}\,;\vec{\imath},\vec{\jmath})$ ci-dessous, C_f désigne la courbe représentative de f.



On considère la fonction F définie sur $\mathbb{R}$ par :

$$F(x) = -(8x + 9)\mathrm{e}^{-x}.$$

On admet que F est une primitive de f sur $\mathbb{R}$.

On note A l'aire du domaine hachuré sur la figure ci-dessus, en unité d'aire.

1. Écrire A sous forme d'une intégrale.

2. Calculer A, en détaillant les étapes. On donnera la valeur exacte du résultat, puis une valeur approchée à 10^{-2} près.

Question 2

On considère la fonction g définie sur $]0\,;+\infty[$ par :

$$g(x) = 2x + 1 + 4\ln(x).$$

On admet que g est dérivable sur $]0\,;+\infty[$ et on note g' sa dérivée.

1. Montrer que $g'(x) = \frac{2x+4}{x}$, pour tout x appartenant à $]0\,;+\infty[$.

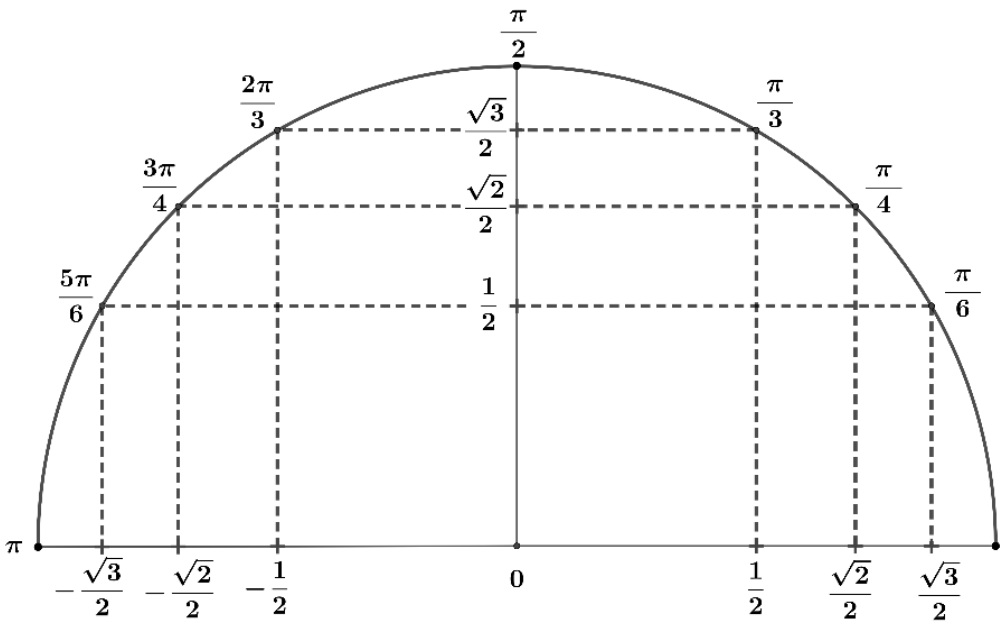
2. Déterminer le sens de variation de la fonction g sur $]0\,;+\infty[$.

Question 3

On note i le nombre complexe de module 1 et d'argument $\frac{\pi}{2}$.
On considère le nombre complexe $z = -2\sqrt{3} + 2i$.

Écrire le nombre complexe z sous forme exponentielle en détaillant les étapes de calcul.

On pourra s'aider du demi-cercle trigonométrique ci-dessous pour répondre à cette question.



EXERCICE 4 (6 points)

(Physique-chimie)

Rouler avec une pile à combustible

Une voiture équipée d'une pile à combustible et d'une batterie combine ces deux sources d'énergie de la façon suivante :

- la pile à combustible convertit l'énergie chimique du dihydrogène en électricité grâce à une transformation chimique impliquant le dioxygène de l'air. Cette transformation produit de l'eau. Cette pile alimente le moteur électrique qui fait rouler la voiture.
- la batterie stocke de l'énergie électrique récupérée lors du freinage. Elle offre un surplus de puissance lors des accélérations ou quand la pile ne suffit pas.

Sur une bouteille de dihydrogène, on peut voir ces 2 pictogrammes :

1. Donner la signification de ces pictogrammes.

Dans une pile à combustible, les demi-équations des réactions qui modélisent les transformations chimiques ayant lieu aux électrodes s'écrivent respectivement à l'anode ① et à la cathode ② :

à l'anode ① $H_2(g) = 2\ H^+(aq) + 2\ e^-$

à la cathode ② $O_2(g) + 4\ H^+(aq) + 4\ e^- = 2\ H_2O(l)$

2. En analysant les demi-équations, indiquer en justifiant :
- si le dihydrogène est un oxydant ou un réducteur ;
- si le dioxygène est un oxydant ou un réducteur.

3. Indiquer quelle demi-équation correspond à une oxydation et quelle demi-équation correspond à une réduction.

4. Établir l'équation globale de la réaction modélisant la transformation chimique qui a lieu dans la pile à combustible lorsqu'elle est en fonctionnement.

Un lycéen dispose dans son établissement d'une voiture miniature télécommandée à pile à combustible, qui fonctionne sur le même principe que les véhicules de taille classique. Une petite cartouche de dihydrogène sert de réservoir de combustible. Au cours d'un test, il effectue des mesures de puissances sur un banc d'essais.

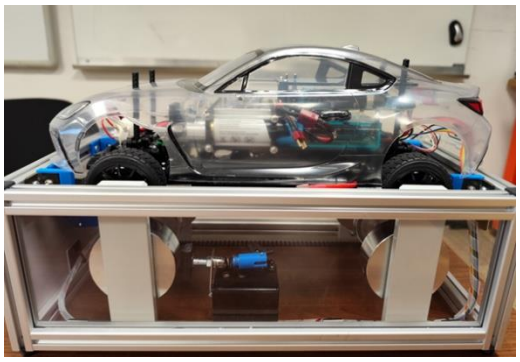


Photo de la voiture miniaturisée sur son banc d'essais.

L'élève regroupe les mesures dans un tableur afin de les exploiter. Les grandeurs P_{batterie}, P_{pile} et P_{roues} correspondent aux puissances électriques instantanées mesurées respectivement aux bornes de la batterie, de la pile à combustible et de la voiture. Les grandeurs E_{batterie}, E_{pile} et E_{roues} correspondent aux énergies électriques associées.

Ci-dessous on trouve un extrait du tableur regroupant les différentes mesures. Les flèches indiquent que certaines lignes ont été masquées.

C1886 | =MOYENNE(C2:C1884)

	A	B	C	D	E	F	G
1	temps(ms)	P batterie (W)	P pile (W)	P roues(W)	E batterie(J)	E pile(J)	E roues(J)
2	0	-14,7	21,93	0	0	0	0
3	9	-14,21	21,97	0	-0,13	0,2	0
4	18	-15,34	20,61	0	-0,27	0,38	0
5	27	-14,7	22,07	0	-0,4	0,58	0
6	35	-15,34	21,29	0	-0,52	0,75	0
7	44	-14,91	21,32	0	-0,66	0,94	0
937	8762	12,24	31,65	7,13	79,98	205,62	56,79
938	8772	14,3	39,25	7,05	80,13	206,01	56,86
939	8781	15,18	45,56	7,16	80,26	206,42	56,93
940	8791	16,42	51,09	7,41	80,43	206,93	57
941	8800	17,55	49,59	7,47	80,58	207,38	57,07
942	8810	18,79	48,15	7,22	80,77	207,86	57,14
943	8819	19,43	46,6	6,93	80,95	208,28	57,21
944	8829	20,66	45,09	6,87	81,15	208,73	57,27
945	8838	21,08	43,38	6,81	81,34	209,12	57,34
1877	17622	-15,83	23,39	0	77,67	424,26	92,74
1878	17632	-15,83	23,39	0	77,51	424,49	92,74
1879	17641	-15,83	22,02	0	77,37	424,69	92,74
1880	17650	-15,83	23,34	0	77,22	424,9	92,74
1881	17659	-16,38	22,61	0	77,08	425,1	92,74
1882	17668	-14,14	22,02	0	76,95	425,3	92,74
1883	17677	-15,78	21,25	0	76,81	425,49	92,74
1884	17687	-15,26	21,97	0	76,66	425,71	92,74
1885							
1886			24,04				

5. Indiquer ce que représente la valeur affichée dans la cellule C1886.

6. Extraire du tableau la valeur de l'énergie fournie par la pile pendant la durée totale de fonctionnement Δt qui est environ égale à 17,7 s.

7. En déduire la puissance moyenne mise en jeu dans la pile. Comparer au résultat de la question **5**.

8. Déterminer la quantité d'électricité Q en coulomb (C) fournie par la pile à combustible pendant la durée Δt. On considère que l'intensité débitée I est constante et vaut 2,70 A.

On rappelle que la quantité d'électricité Q et la quantité de matière d'électrons échangés $n(e^-)$ pendant le fonctionnement d'une pile, sont liées par la relation :

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

où la constante de Faraday F vaut 96 485 C·mol^{-1}, Q est exprimée en coulomb (C) et $n(e^-)$ est exprimée en mole (mol).

9. En déduire $n(e^-)$ la quantité de matière d'électrons échangés pendant la durée de fonctionnement de la pile.

10. En utilisant les demi-équations électroniques, montrer que la quantité de matière de dihydrogène utilisé $n(H_2)$ est environ égale à 2,5 × 10^{-4} mol.

L'élève pèse la cartouche de dihydrogène avant et après son test.

Avant le test

Après le test

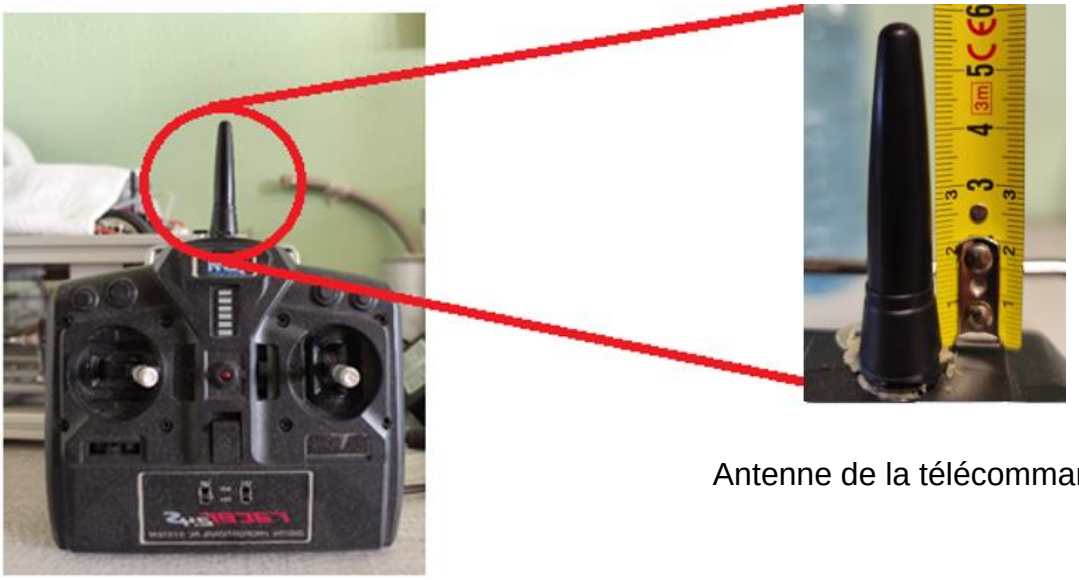
Donnée : masse molaire atomique de l'hydrogène : $M(H)$ = 1,0 g·mol^{-1}

11. Expliquer, en justifiant par un calcul, pourquoi la masse affichée sur la balance est toujours la même quand on pèse la cartouche de dihydrogène avant et après l'expérience.

La télécommande et la voiture communiquent par ondes radio de fréquence f proche de $2{,}60 \times 10^9$ Hz.

Donnée : $c = 3{,}00 \times 10^8$ m·s^{-1}

12. Calculer la longueur d'onde λ de ces ondes radio.



Antenne de la télécommande

Télécommande de la voiture

La longueur L (en m) de l'antenne dépend de la longueur d'onde λ (en m) de l'onde transmise ou reçue. On utilise en général des sous-multiples de la longueur d'onde.

Type d'antenne		
Antenne pleine onde	$L = \lambda$	La longueur de l'antenne est égale à la longueur d'onde de l'onde radio.
Antenne demi-onde	$L = \frac{\lambda}{2}$	La longueur de l'antenne est 2 fois plus petite que la longueur d'onde de l'onde radio.
Antenne quart d'onde	$L = \frac{\lambda}{4}$	La longueur de l'antenne est 4 fois plus petite que la longueur d'onde de l'onde radio.
Antenne n-ième d'onde	$L = \frac{\lambda}{n}$	La longueur de l'antenne est n fois plus petite que la longueur d'onde de l'onde radio.

13. Indiquer, en justifiant, le type d'antenne utilisée pour la télécommande.