Corrigé

Épreuve d'enseignement de spécialité — Physique-Chimie & Mathématiques

Baccalauréat Technologique STI2D — Session 2026 — Métropole — Sujet 26-2DPCMAME1

Épreuve du mardi 16 juin 2026

Exercice 1 — Refroidir une boisson

(4 pts)

RAPPEL

Quatre verres de $200\,\mathrm{g}$ d'eau à $23{,}0\,°\mathrm{C}$, refroidis par un glaçon de même volume : T_1 plastique, T_2 acier, T_3 granit, T_4 glaçon traditionnel (eau gelée).

1. Choix du glaçon

On veut refroidir *rapidement* la boisson *sans la diluer*. Un glaçon traditionnel (T_4) fond dans l'eau : il refroidit vite mais ajoute de l'eau de fonte et **dilue** la boisson. Le granit (T_3) ne refroidit quasiment pas (la température reste voisine de $21\,°\mathrm{C}$). Le plastique (T_1) refroidit lentement. L'acier (T_2) est un solide réutilisable qui ne fond pas : sa courbe chute rapidement dès les premières secondes et atteint une température basse et stable (voisine de $13\,°\mathrm{C}$).

RÉPONSE

On conseille les **glaçons en acier** (T_2) : ils refroidissent rapidement la boisson tout en restant solides, donc **sans la diluer**.

2. Incertitude-type $u(T)$

La température initiale $23{,}0\,°\mathrm{C}$ appartient à l'intervalle $[-30{,}0\,°\mathrm{C}\,;120{,}0\,°\mathrm{C}]$: la précision est donc de $\pm 0{,}2\,°\mathrm{C}$. D'après la relation donnée :

$$u(T) = \frac{\text{précision}}{\sqrt{3}} = \frac{0{,}2}{\sqrt{3}} \approx 0{,}12.$$

RÉPONSE

$u(T) \approx 0{,}1\,°\mathrm{C}.$

3. Écriture du résultat de mesure

RÉPONSE

$T = (23{,}0 \pm 0{,}1)\ °\mathrm{C}.$

4. T_1 est solution de (E) : $y' + 0{,}006\,y = 0{,}069$ avec $T_1(0) = 23$

$T_1(t) = 11{,}5\,\mathrm{e}^{-0{,}006t} + 11{,}5$ est dérivable sur $[0\,;+\infty[$ et :

$$T_1'(t) = 11{,}5 \times (-0{,}006)\,\mathrm{e}^{-0{,}006t} = -0{,}069\,\mathrm{e}^{-0{,}006t}.$$

On calcule alors :

$$\begin{aligned} T_1'(t) + 0{,}006\,T_1(t) &= -0{,}069\,\mathrm{e}^{-0{,}006t} + 0{,}006\big(11{,}5\,\mathrm{e}^{-0{,}006t} + 11{,}5\big) \\ &= -0{,}069\,\mathrm{e}^{-0{,}006t} + 0{,}069\,\mathrm{e}^{-0{,}006t} + 0{,}069 = 0{,}069. \end{aligned}$$

De plus $T_1(0) = 11{,}5\,\mathrm{e}^{0} + 11{,}5 = 11{,}5 + 11{,}5 = 23.$

RÉPONSE

T_1 vérifie (E) et la condition $T_1(0) = 23$: c'est bien **la solution** de (E) recherchée.

5. Limite de T_1 en $+\infty$
Quand $t \to +\infty$, $-0{,}006t \to -\infty$ donc $\mathrm{e}^{-0{,}006t} \to 0$.

RÉPONSE

$\lim\limits_{t\to+\infty} T_1(t) = 11{,}5 \times 0 + 11{,}5 = 11{,}5\,°\mathrm{C}$.

6. Température au bout de $3\,\mathrm{h}$
$3\,\mathrm{h}$ correspond à $t = 3 \times 3600 = 10\,800\,\mathrm{s}$:

$$T_1(10800) = 11{,}5\,\mathrm{e}^{-0{,}006\times10800} + 11{,}5 = 11{,}5\,\mathrm{e}^{-64{,}8} + 11{,}5 \approx 11{,}5\,°\mathrm{C}$$

car $\mathrm{e}^{-64{,}8} \approx 0$.

RÉPONSE

Le modèle prévoit une température d'environ $11{,}5\,°\mathrm{C}$ au bout de $3\,\mathrm{h}$. Ce résultat n'est pas réaliste : en pratique, le glaçon finit de fondre et la boisson se réchauffe pour revenir vers la température extérieure de $23{,}0\,°\mathrm{C}$. Le **modèle ne peut pas être appliqué** sur une durée aussi longue.

7. Énergie Q_1 (réchauffement de la glace, $T_i \to T_s$)

MÉTHODE

Sans changement d'état : $Q = m\,c\,\Delta T$, avec m en kg, c en $\mathrm{J\cdot kg^{-1}\cdot °C^{-1}}$ et ΔT en °C.

$m_{\text{glaçon}} = 34{,}0\,\mathrm{g} = 0{,}0340\,\mathrm{kg}$, $c_{\text{glace}} = 2{,}06\,\mathrm{kJ\cdot kg^{-1}\cdot °C^{-1}}$ et $\Delta T = 0{,}0 - (-18{,}0) = 18{,}0\,°\mathrm{C}$:

$$Q_1 = m_{\text{glaçon}} \times c_{\text{glace}} \times \Delta T = 0{,}0340 \times 2{,}06 \times 18{,}0 \approx 1{,}26\,\mathrm{kJ}.$$

RÉPONSE

$Q_1 \approx 1{,}26\,\mathrm{kJ} = 1{,}26 \times 10^3\ \mathrm{J}$.

8. Énergie Q_2 (changement d'état)

MÉTHODE

Lors d'une fusion à température constante : $Q = m\,L_f$.

$$Q_2 = m_{\text{glaçon}} \times L_f(\text{glace}) = 0{,}0340 \times 333 \approx 11{,}3\,\mathrm{kJ}.$$

RÉPONSE

$Q_2 \approx 11{,}3\,\mathrm{kJ} = 11{,}3 \times 10^3\ \mathrm{J}$.

9. Énergie Q_3 (réchauffement de l'eau liquide, $T_s \to T_f$)
$c_{\text{eau}} = 4{,}18\,\mathrm{kJ\cdot kg^{-1}\cdot °C^{-1}}$ et $\Delta T = 11{,}8 - 0{,}0 = 11{,}8\,°\mathrm{C}$:

$$Q_3 = m_{\text{glaçon}} \times c_{\text{eau}} \times \Delta T = 0{,}0340 \times 4{,}18 \times 11{,}8 \approx 1{,}68\,\mathrm{kJ}.$$

RÉPONSE

$Q_3 \approx 1{,}68\,\mathrm{kJ} = 1{,}68 \times 10^3\ \mathrm{J}$.

10. Comparaison de Q_1, Q_2 et Q_3

On a $Q_1 \approx 1{,}26\,\mathrm{kJ}$, $Q_2 \approx 11{,}3\,\mathrm{kJ}$ et $Q_3 \approx 1{,}68\,\mathrm{kJ}$. L'énergie Q_2 est nettement la plus grande ($Q_2 \approx 9 \times Q_1$).

RÉPONSE

C'est le **changement d'état** (la fusion de la glace) qui prélève le plus d'énergie à l'eau : c'est l'étape la plus utile au refroidissement de la boisson.

Exercice 2 — Étude d'une Tiny House

(5 pts)

A. Étude de l'isolation

1. Les trois modes de transfert thermique

RÉPONSE

- **Conduction** : transfert de proche en proche au sein d'un milieu (souvent solide), sans déplacement de matière.
- **Convection** : transfert dû au déplacement d'ensemble d'un fluide (liquide ou gaz) chaud ou froid.
- **Rayonnement** : transfert par ondes électromagnétiques, qui ne nécessite aucun milieu matériel.

2. Relation entre R, e et λ

RÉPONSE

Pour une paroi de $1{,}0\,\mathrm{m}^2$:

$$R = \frac{e}{\lambda},$$

avec e en m, λ en $\mathrm{W\cdot m^{-1}\cdot {}^\circ C^{-1}}$ et R en $\mathrm{m^2\cdot {}^\circ C\cdot W^{-1}}$.

3. Résistance thermique de chaque couche

$$R_{\text{bard. ext.}} = \frac{0{,}019}{0{,}090} \approx 0{,}21, \qquad R_{\text{lame d'air}} = \frac{0{,}025}{0{,}024} \approx 1{,}04,$$

$$R_{\text{isolant}} = \frac{0{,}100}{0{,}038} \approx 2{,}63, \qquad R_{\text{bard. int.}} = \frac{0{,}010}{0{,}14} \approx 0{,}071.$$

RÉPONSE

En $\mathrm{m^2\cdot {}^\circ C\cdot W^{-1}}$: $R_{\text{bard. ext.}} \approx 0{,}21$, $R_{\text{lame d'air}} \approx 1{,}04$, $R_{\text{isolant}} \approx 2{,}63$ et $R_{\text{bard. int.}} \approx 0{,}071$.

4. Résistance thermique totale

Les couches sont traversées successivement : les résistances s'ajoutent.

$$R_{\text{paroi}} = 0{,}21 + 1{,}04 + 2{,}63 + 0{,}071 \approx 3{,}9.$$

RÉPONSE

$R_{\text{paroi}} \approx 3{,}9\,\mathrm{m^2\cdot {}^\circ C\cdot W^{-1}}$.

5. Flux thermique surfacique φ

$$\varphi = \frac{T_{\text{chaud}} - T_{\text{froid}}}{R_{\text{paroi}}} = \frac{20{,}0 - 0{,}0}{3{,}9} \approx 5{,}1\ \mathrm{W\cdot m^{-2}}.$$

RÉPONSE

$\varphi \approx 5{,}1\,\mathrm{W\cdot m^{-2}}$.

6. Flux thermique total Φ traversant les murs

MÉTHODE

Les murs forment les quatre faces verticales : leur aire est le périmètre de la base multiplié par la hauteur. Puis $\Phi = \varphi \times S$.

Aire des murs :

$$S = 2 \times (6{,}6 + 2{,}5) \times 4{,}0 = 2 \times 9{,}1 \times 4{,}0 = 72{,}8\,\mathrm{m}^2.$$

$$\Phi = \varphi \times S = 5{,}1 \times 72{,}8 \approx 3{,}7 \times 10^2\ \mathrm{W}.$$

RÉPONSE

$\Phi \approx 3{,}7 \times 10^2\,\mathrm{W}$ (environ $370\,\mathrm{W}$).

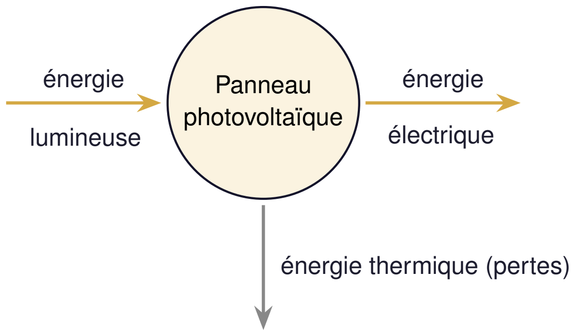
7. Amélioration de la paroi

RÉPONSE

Pour limiter les déperditions, il faut **augmenter la résistance thermique** R_{paroi}, par exemple en augmentant l'épaisseur de l'isolant ou en choisissant un isolant de conductivité thermique λ plus faible. Le flux Φ diminue alors.

B. Autonomie électrique

8. Chaîne énergétique du panneau photovoltaïque



RÉPONSE

Entrée : **énergie lumineuse** (rayonnante) ; sortie utile : **énergie électrique** ; pertes : **énergie thermique** dissipée.

9. Choix du kit solaire

MÉTHODE

Deux conditions : la puissance du panneau doit dépasser la puissance totale appelée lorsque tous les appareils fonctionnent simultanément, et l'énergie de la batterie doit couvrir la consommation journalière de tous les appareils.

Puissance totale appelée (tous les appareils en même temps) :

$$P_{\text{tot}} = 5 \times 5 + 100 + 3 \times 40 + 75 + 50 + 16 = 25 + 100 + 120 + 75 + 50 + 16 = 386\,\mathrm{W}.$$

Énergie consommée sur $24\,\mathrm{h}$ (puissance $\times$ durée d'utilisation) :

$$E = \underbrace{5 \times 5 \times 4}_{\text{LED}} + \underbrace{100 \times 4}_{\text{TV}} + \underbrace{3 \times 40 \times 0{,}75}_{\text{chargeurs}} + \underbrace{75 \times 4}_{\text{ordinateur}} + \underbrace{50 \times 3}_{\text{enceinte}} + \underbrace{16 \times 24}_{\text{réfrigér.}}$$

$$E = 100 + 400 + 90 + 300 + 150 + 384 = 1424\,\mathrm{W \cdot h} = 1{,}424\,\mathrm{kW \cdot h}.$$

Il faut donc un panneau de puissance $\geqslant 386\,\mathrm{W}$ *et* une batterie d'énergie $\geqslant 1{,}424\,\mathrm{kW \cdot h}$:

– KIT 1 : $350\,\mathrm{W} < 386\,\mathrm{W} \rightarrow$ **insuffisant** (puissance).
– KIT 2 : $420\,\mathrm{W}$ et $2{,}05\,\mathrm{kW}\cdot\mathrm{h} \rightarrow$ **convient**, prix $1037{,}99$ €.
– KIT 3 : $700\,\mathrm{W}$ et $2{,}05\,\mathrm{kW}\cdot\mathrm{h} \rightarrow$ convient, prix $2336{,}99$ €.
– KIT 4 : batterie $1{,}14\,\mathrm{kW}\cdot\mathrm{h} < 1{,}424\,\mathrm{kW}\cdot\mathrm{h} \rightarrow$ **insuffisant** (batterie).

RÉPONSE

Les kits 2 et 3 satisfont les deux conditions, mais le **KIT 2** est le moins cher : c'est le kit le plus approprié à l'autonomie électrique de la Tiny House.

Exercice 3 — Mathématiques

(4 pts)

Question 1 — Aire sous une courbe

RAPPEL

$f(x) = (8x+1)\mathrm{e}^{-x}$ avec $f(x) \geqslant 0$ sur $[0\,;2]$; $F(x) = -(8x+9)\mathrm{e}^{-x}$ est une primitive de f sur $\mathbb{R}$.

1. Écriture de A sous forme d'intégrale

Le domaine hachuré est compris entre $\mathcal{C}_f$, l'axe des abscisses et les droites $x = 0$ et $x = 2$, avec $f \geqslant 0$ sur $[0\,;2]$.

RÉPONSE

$A = \displaystyle\int_0^2 (8x+1)\mathrm{e}^{-x}\,\mathrm{d}x$ (en unités d'aire).

2. Calcul de A

Comme F est une primitive de f :

$$A = \int_0^2 f(x)\,\mathrm{d}x = \big[F(x)\big]_0^2 = F(2) - F(0).$$

On calcule chaque borne :

$$F(2) = -(8\times 2+9)\mathrm{e}^{-2} = -25\,\mathrm{e}^{-2}, \qquad F(0) = -(8\times 0+9)\mathrm{e}^{0} = -9.$$

D'où :

$$A = -25\,\mathrm{e}^{-2} - (-9) = 9 - 25\,\mathrm{e}^{-2} = 9 - \frac{25}{\mathrm{e}^2}.$$

RÉPONSE

Valeur exacte : $A = 9 - \dfrac{25}{\mathrm{e}^2}$. Valeur approchée : $A \approx 5{,}62$ unités d'aire.

Question 2 — Sens de variation

RAPPEL

$g(x) = 2x + 1 + 4\ln(x)$ sur $]0\,;+\infty[$.

1. Expression de $g'(x)$

g est dérivable sur $]0\,;+\infty[$ comme somme de fonctions dérivables, et la dérivée de $\ln(x)$ est $\frac{1}{x}$:

$$g'(x) = 2 + 4\times\frac{1}{x} = 2 + \frac{4}{x} = \frac{2x}{x} + \frac{4}{x} = \frac{2x+4}{x}.$$

RÉPONSE

Pour tout $x \in]0\,;+\infty[$, $g'(x) = \dfrac{2x+4}{x}$.

2. Sens de variation de g

Sur $]0\,;+\infty[$, le numérateur $2x + 4 > 0$ et le dénominateur $x > 0$, donc $g'(x) > 0$.

x	0 $\qquad\qquad$ $+\infty$
$g'(x)$	$+$
g	$\nearrow$

RÉPONSE

$g'(x) > 0$ sur $]0\,;+\infty[$: la fonction g est **strictement croissante** sur $]0\,;+\infty[$.

Question 3 — Forme exponentielle

RAPPEL

$z = -2\sqrt{3} + 2i$, avec i de module 1 et d'argument $\dfrac{\pi}{2}$.

Forme exponentielle de z

Module.

$$|z| = \sqrt{\left(-2\sqrt{3}\right)^2 + 2^2} = \sqrt{12+4} = \sqrt{16} = 4.$$

Argument. On factorise par le module :

$$z = 4\left(\frac{-2\sqrt{3}}{4} + \frac{2}{4}\,i\right) = 4\left(-\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}\,i\right).$$

On cherche θ tel que $\cos\theta = -\dfrac{\sqrt{3}}{2}$ et $\sin\theta = \dfrac{1}{2}$. D'après le demi-cercle trigonométrique, ces deux valeurs correspondent à $\theta = \dfrac{5\pi}{6}$.

RÉPONSE

$z = 4\,\mathrm{e}^{i\frac{5\pi}{6}}$.

Exercice 4 — Rouler avec une pile à combustible

(6 pts)

1. Signification des pictogrammes

RÉPONSE
- Flamme : produit **inflammable** (le dihydrogène est un gaz inflammable).
- Bouteille : **gaz sous pression**.

2. Oxydant ou réducteur

MÉTHODE
Un réducteur *cède* des électrons (ils apparaissent dans les produits) ; un oxydant *capte* des électrons (ils apparaissent dans les réactifs).

RÉPONSE
- $H_2 = 2\,H^+ + 2\,e^-$: les électrons sont produits, le dihydrogène cède des électrons → H_2 est un **réducteur**.
- $O_2 + 4\,H^+ + 4\,e^- = 2\,H_2O$: les électrons sont consommés, le dioxygène capte des électrons → O_2 est un **oxydant**.

3. Oxydation et réduction

RÉPONSE
À l'anode ① : $H_2 = 2\,H^+ + 2\,e^-$ est une **oxydation** (perte d'électrons). À la cathode ② : $O_2 + 4\,H^+ + 4\,e^- = 2\,H_2O$ est une **réduction** (gain d'électrons).

4. Équation globale

On équilibre les électrons en multipliant la demi-équation de l'anode par 2 :

$$2\,H_2 = 4\,H^+ + 4\,e^-, \qquad O_2 + 4\,H^+ + 4\,e^- = 2\,H_2O.$$

En additionnant, les $4\,H^+$ et les $4\,e^-$ se simplifient.

RÉPONSE
$2\,H_2(g) + O_2(g) = 2\,H_2O(\ell)$.

5. Signification de la cellule C1886

La formule `=MOYENNE(C2:C1884)` calcule la moyenne de la colonne C (P_{pile} en W) sur toute la durée des mesures.

RÉPONSE
C1886 représente la **puissance moyenne** de la pile à combustible pendant le test : $\overline{P}_{\text{pile}} \approx 24{,}04\ \mathrm{W}$.

6. Énergie fournie par la pile

L'énergie cumulée fournie par la pile se lit dans la colonne F (E_{pile}) : elle vaut 0 au début ($t = 0$) et atteint sa valeur finale à la dernière ligne.

RÉPONSE
$E_{\text{pile}} \approx 425{,}7\ \mathrm{J} \approx 4{,}26 \times 10^2\ \mathrm{J}$.

7. Puissance moyenne et comparaison

$$\overline{P}_{\text{pile}} = \frac{E_{\text{pile}}}{\Delta t} = \frac{425{,}7}{17{,}7} \approx 24{,}1\,\text{W}.$$

RÉPONSE

$\overline{P}_{\text{pile}} \approx 24\,\text{W}$: la valeur est cohérente avec celle affichée dans la cellule C1886 ($\approx 24{,}04\,\text{W}$).

8. Quantité d'électricité Q

L'intensité $I = 2{,}70\,\text{A}$ étant constante pendant $\Delta t = 17{,}7\,\text{s}$:

$$Q = I \times \Delta t = 2{,}70 \times 17{,}7 \approx 47{,}8\ \text{C}.$$

RÉPONSE

$Q \approx 47{,}8\,\text{C}$.

9. Quantité de matière d'électrons $n(\text{e}^-)$

$$Q = n(\text{e}^-) \times F \iff n(\text{e}^-) = \frac{Q}{F} = \frac{47{,}8}{96\,485} \approx 4{,}95 \times 10^{-4}\ \text{mol}.$$

RÉPONSE

$n(\text{e}^-) \approx 4{,}95 \times 10^{-4}\,\text{mol}$.

10. Quantité de matière de dihydrogène $n(\text{H}_2)$

À l'anode, $\text{H}_2 = 2\,\text{H}^+ + 2\,\text{e}^-$: une mole de H_2 libère 2 moles d'électrons, donc $n(\text{e}^-) = 2\,n(\text{H}_2)$:

$$n(\text{H}_2) = \frac{n(\text{e}^-)}{2} = \frac{4{,}95 \times 10^{-4}}{2} \approx 2{,}5 \times 10^{-4}\ \text{mol}.$$

RÉPONSE

$n(\text{H}_2) \approx 2{,}5 \times 10^{-4}\,\text{mol}$, conforme à la valeur attendue.

11. Masse non détectable par la balance

La masse molaire du dihydrogène est $M(\text{H}_2) = 2 \times M(\text{H}) = 2 \times 1{,}0 = 2{,}0\,\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$. La masse de dihydrogène consommée vaut :

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \times M(\text{H}_2) = 2{,}5 \times 10^{-4} \times 2{,}0 \approx 5{,}0 \times 10^{-4}\ \text{g}.$$

RÉPONSE

La variation de masse ($\approx 5 \times 10^{-4}\,\text{g} = 0{,}5\,\text{mg}$) est très inférieure à la résolution de la balance (qui affiche le dixième de gramme, $932{,}0\,\text{g}$) : l'écart est **indétectable**, la masse affichée reste donc identique avant et après le test.

12. Longueur d'onde λ

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3{,}00 \times 10^8}{2{,}60 \times 10^9} \approx 0{,}115\ \text{m}.$$

RÉPONSE

$\lambda \approx 0{,}115\,\text{m} \approx 11{,}5\,\text{cm}$.

13. Type d'antenne

Sur la photographie, l'antenne mesure environ $3\,\mathrm{cm}$. On compare aux sous-multiples de $\lambda \approx 11{,}5\,\mathrm{cm}$:

$$\frac{\lambda}{2} \approx 5{,}8\,\mathrm{cm}, \qquad \frac{\lambda}{4} \approx 2{,}9\,\mathrm{cm}.$$

La longueur mesurée ($\approx 3\,\mathrm{cm}$) est proche de $\frac{\lambda}{4}$.

RÉPONSE

L'antenne de la télécommande est une **antenne quart d'onde** ($L \approx \frac{\lambda}{4}$).