

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Série STI2D

Sujet zéro

Enseignement de spécialité Physique-chimie et mathématiques

Durée de l'épreuve : 3 heures – Coefficient : 16

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire « type collège » est autorisé.

Le candidat doit traiter les quatre exercices. Il est invité à faire figurer sur la copie toute trace de recherche, même incomplète ou non fructueuse, qu'il aura développée.

La qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements seront prises en compte dans l'appréciation des copies.

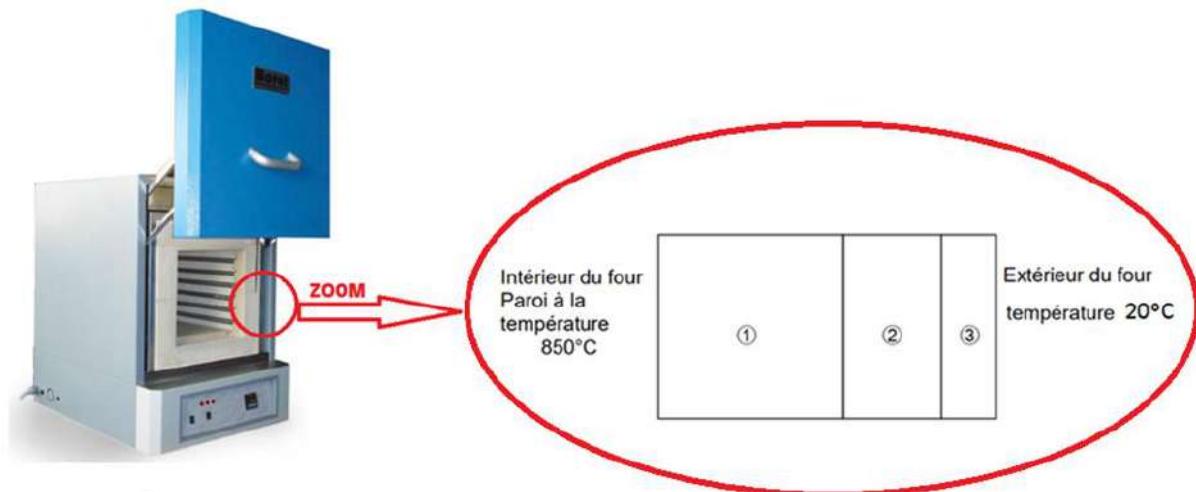
Exercice 1 (5 points)

Partie I - Étude thermique du four

Document 1

Un four industriel utilisé pour la fabrication de poteries en céramique est assimilé à un parallélépipède dont les caractéristiques sont les suivantes :

- la température intérieure du four est de 850°C lors de la cuisson et celle de la pièce est d'environ 20°C ;
- les parois du four sont constituées de 3 couches d'épaisseurs et de matériaux différents.



Les caractéristiques des trois couches ①, ② et ③ sont synthétisées dans le tableau suivant :

Matériaux	Conductivité thermique moyenne	Épaisseur	Surface
	$\lambda \text{ (W.m}^{-1}.^{\circ}\text{C}^{-1})$	e (mm)	S (m^2)
Réfractaires lourds ①	1,25	75	0,371
Fibreux ②	0,20	20	0,654
Isolants réfractaires ③	0,13	10	0,710

Source : <https://www.borelswiss.fr/>

Rappel :

La résistance thermique d'un matériau homogène est donnée par la relation :

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda \times S}$$

Le flux thermique φ (en W) est donné par la relation :

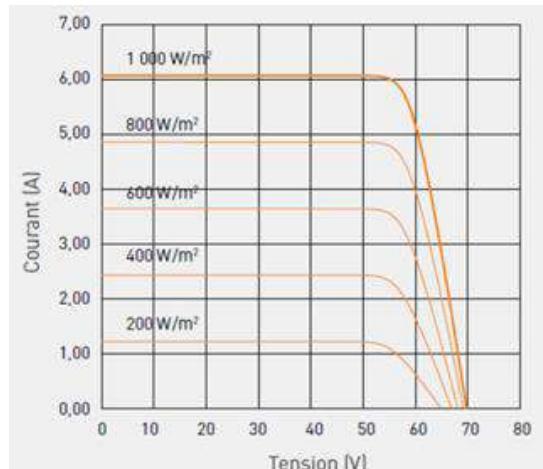
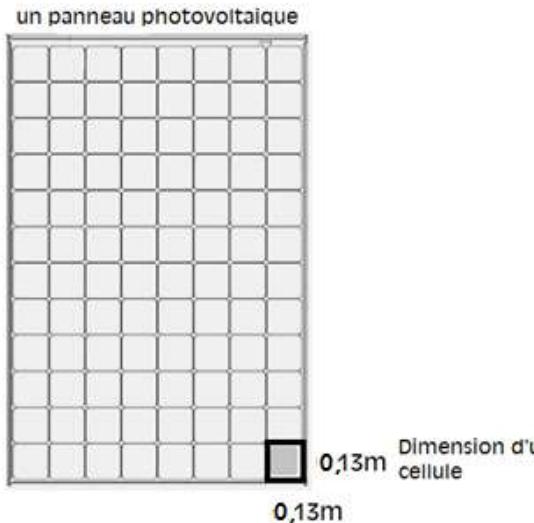
$$\varphi = \frac{\Delta T}{R_{th}} \text{ avec } \Delta T \text{ différence de température.}$$

1. Par analyse dimensionnelle, déterminer l'unité de la résistance thermique.
2. Calculer les résistances thermiques R_1 , R_2 et R_3 des couches ①, ② et ③ de la paroi composite.
3. En déduire la résistance thermique R_{th} totale de la paroi.
4. Calculer la valeur du flux thermique φ traversant la paroi.
5. Sachant que le four est capable de produire par effet Joule une puissance thermique P_{th} de 6 000 W pendant la montée en température, commenter la valeur du flux thermique perdu à travers les parois durant cette phase.

Partie II - Étude d'un panneau solaire

Document 2

Pour alimenter ce four en utilisant uniquement une énergie renouvelable, il est envisagé d'acheter des panneaux photovoltaïques possédant les caractéristiques suivantes :



Les différents types de technologies photovoltaïques

Plus de 90 % des capteurs vendus dans le monde sont principalement composés de silicium.

Ce matériau semi-conducteur a l'avantage de pouvoir être produit à partir d'une ressource naturelle quasi inépuisable : le quartz, un composant des granites, des sables et des grès. Cette technologie a de nombreux atouts : sa robustesse, une durée de vie importante et des performances avec des rendements intéressants.

Le capteur photovoltaïque monocristallin

Un capteur photovoltaïque monocristallin est fabriqué à partir d'un bloc de silicium pur, formé d'un seul cristal. Ce procédé (35 % du marché) est coûteux, mais permet d'obtenir les cellules qui ont le meilleur rendement du marché : 18-20 %. D'un point de vue esthétique, les cellules qui constituent le panneau ont une couleur uniforme et ont la forme de petits carrés aux angles coupés.

Le capteur photovoltaïque polycristallin ou multicristallin

Un capteur photovoltaïque polycristallin est fabriqué à partir de chutes de silicium monocristallin. Sa fabrication est moins chère, mais son rendement d'environ 12-15 %. Ce sont les panneaux les moins chers du marché (dont ils représentent 56 %).

Le capteur photovoltaïque silicium amorphe

Technologie qui s'apparente à celle des écrans plats, le silicium amorphe est constitué d'une succession de couches de silicium. Avec cette technique, les rendements restent faibles (environ 7-8 %).

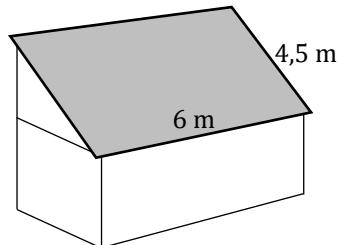
<https://www.wattneed.com/fr/panneaux-solaires/7317-panneau-solaire-panasonic-330wc-0712971138261.html>
d'après : <https://panneau-solaire.ooreka.fr/astuce/voir/732473/les-different-types-de-technologies-photovoltaïque>

1. Calculer la surface S d'un panneau photovoltaïque.
2. En déduire la puissance lumineuse P_L reçue par un panneau sous une irradiance de $1\ 000\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$.
3. Montrer que la puissance électrique maximale P_{Emax} que peut délivrer un panneau photovoltaïque a pour valeur 330 W.
4. Après avoir calculé le rendement de la cellule, identifier la technologie utilisée par le panneau photovoltaïque.

Partie III - Faisabilité de l'installation

L'atelier est isolé du réseau électrique et doit par conséquent être alimenté, de manière autonome, par des panneaux photovoltaïques.

1. Le toit de l'atelier, dont les dimensions sont données ci-dessous, serait-il adapté pour y installer ces panneaux alimentant le four qui nécessite une puissance électrique de 6000 W ?



2. Citer au moins un paramètre n'ayant pas été pris en compte pouvant influer sur la quantité d'énergie solaire reçue.

Exercice 2 (5 points)

Un lycéen souhaite réaliser des courses miniatures avec une voiture électrique. Avant de s'équiper avec un kit commercial, il choisit d'étudier les données techniques pour choisir le meilleur accumulateur possible.

Document 1

Pack éco buggy 1/10

- BUGGY**

Buggy radiocommandé électrique pour la pratique du modélisme en tout terrain : quatre roues motrices, quatre amortisseurs hydrauliques, moteur électrique d'une puissance de 40 W, télécommande à volant. **Vitesse maxi 45 km/h**. Masse : 1 410 g.

- CHARGEUR NI-MH**

Ce chargeur automatique fonctionne sous 230 V et délivre un courant de charge de 1 A. Soit environ 2 heures de charge pour un accumulateur de 2 000 mAh.

- ACCUMULATEUR NI-MH 7,2 V 2200 mAh**

Le kit comprend une télécommande à volant communiquant à une fréquence de 2,4 GHz.

La télécommande fonctionne avec 4 piles AA (LR6 1,5 V) non incluses dans le kit.



d'après <https://www.rc-diffusion.com/pack-eco-buggy-1/10-absima-ab34-12222-modelisme-rc-tout-terrain>

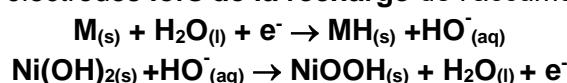
Document 2

L'accumulateur est composé de :

- une électrode constituée d'hydrure métallique, noté **MH** ;
- une électrode d'oxyhydroxyde de nickel noté **NiOOH**.

L'électrolyte dans lequel plongent ces deux électrodes est une solution concentrée d'hydroxyde de potassium (KOH).

Les demi-équations aux électrodes **lors de la recharge** de l'accumulateur sont :



Document 3

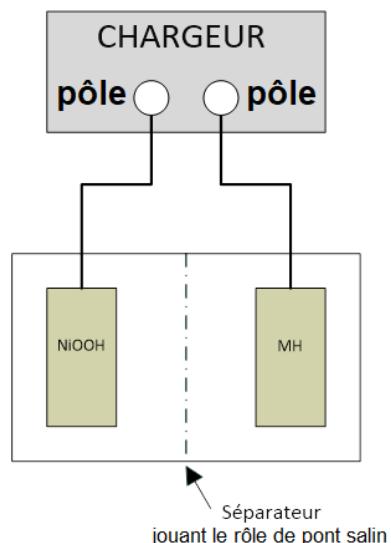
Accumulateur	Caractéristiques techniques	Avantages	Inconvénients
Nickel-Métal Hydride (Ni-MH) 	Capacité 2200 mAh Densité massique comprise entre 60 et 110 Wh/kg Nombre cycles charge/décharge : 800 à 1000	Peu d'effet mémoire (l'effet mémoire est un phénomène qui affecte les performances et la durée de vie des accumulateurs lorsque ceux-ci sont rechargés avant d'être totalement déchargés).	Autodécharge supérieure à 30 % par mois. Ne pas décharger complètement.
Li-ion 	Capacité 2200 mAh Densité massique comprise entre 150 et 190 Wh/kg Nombre de cycles charge/décharge : 500 à 1000	Aucun effet mémoire.	Autodécharge d'environ 10 % par mois. Cette technologie Li-ion nécessite un circuit de protection, car elle peut être dangereuse (risque d'explosion de l'accumulateur sans système de protection).

Sources des visuels : amazon.fr et studiosport.fr

- Le vendeur fournit un accumulateur pour l'alimentation de la voiture et recommande l'achat de piles pour la télécommande. Quelle est la principale différence entre pile et accumulateur ? Pourquoi le vendeur privilégie-t-il l'une ou l'autre technologie selon l'usage ?
- Déterminer, d'après le document, la quantité d'électricité Q disponible dans l'accumulateur Ni-MH.
- Calculer l'énergie disponible E_{elec} que peut fournir l'accumulateur.
- Identifier la puissance électrique moyenne P_{elec} absorbée par le moteur de la voiture. En déduire la durée maximale possible de jeu sans recharge de l'accumulateur.
- Quels sont les deux couples oxydant-réducteur (à noter sous la forme Ox/Red) mis en jeu dans cette transformation au cours de la recharge ?
- Identifier, parmi les deux demi-équations redox qui figurent dans le document 2, celle qui correspond à une réduction. Justifier.
- Établir l'équation globale de fonctionnement en charge de cet accumulateur.

- Reproduire sur votre copie et compléter le schéma donné ci-contre, en précisant :

- le sens de déplacement des électrons ;
- le sens conventionnel du courant dans le fil conducteur, lors de la charge ;
- la polarité du chargeur.



- Le lycéen envisage de faire des courses de vitesse avec son véhicule. Il hésite entre les deux modèles d'accumulateurs.
À l'aide du document 3, justifier le choix d'accumulateur le plus judicieux pour alimenter l'accumulateur.

Exercice 3 (4 points)

Cet exercice est composé de quatre questions indépendantes.

Question 1

- a. On considère l'équation différentielle

$$(E) : y' + 100y = 8.$$

Déterminer la solution v définie sur $[0 ; +\infty[$ de cette équation différentielle, qui vérifie la condition initiale $v(0) = 0$.

- b. La fonction v déterminée à la question précédente modélise la vitesse (exprimée en m.s^{-1}) de chute d'une bille dans un liquide visqueux en fonction du temps t écoulé depuis le début de la chute (exprimé en s).

Déterminer la vitesse, arrondie à $0,001 \text{ m.s}^{-1}$, de la bille après 0,01 seconde de chute.

Question 2

Rappel : Pour a et b deux réels, on a les formules suivantes :

- $\cos(a + b) = \cos(a)\cos(b) - \sin(a)\sin(b)$
- $\cos(a - b) = \cos(a)\cos(b) + \sin(a)\sin(b)$
- $\sin(a + b) = \sin(a)\cos(b) + \cos(a)\sin(b)$
- $\sin(a - b) = \sin(a)\cos(b) - \cos(a)\sin(b)$

La tension u (exprimée en volt) aux bornes d'un dipôle en fonction du temps t (exprimé en seconde) est donnée par :

$$u(t) = \frac{7\sqrt{3}}{4} \cos(100t) - \frac{7}{4} \sin(100t)$$

- a. Transformer l'écriture de u sous la forme $u(t) = U_{\max} \cos(\omega t + \varphi)$ où :
- U_{\max} représente la tension maximale (exprimée en V) ;
 - ω représente la pulsation (exprimée en rad.s^{-1}) ;
 - φ représente le déphasage (exprimé en rad).
- b. En déduire la valeur du déphasage φ de $u(t)$.

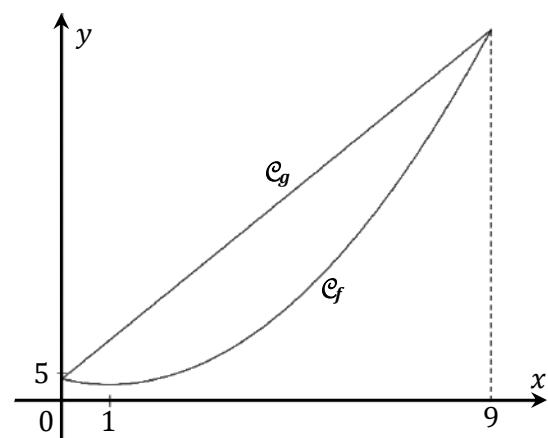
Question 3

On considère les deux fonctions f et g définies et continues sur $[0 ; 9]$ respectivement par :

- $f(x) = x^2 - 2x + 4$
- $g(x) = 7x + 4$

Les représentations graphiques des deux fonctions sont données ci-contre.

Déterminer la valeur exacte de l'aire, exprimée en unité d'aire, située entre les courbes représentatives de ces deux fonctions.



Question 4

La tension $u_c(t)$ (exprimée en volt), aux bornes d'un condensateur lors de sa charge, est modélisée par :

$$u_c(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \text{ où } t \text{ désigne le temps, exprimé en seconde.}$$

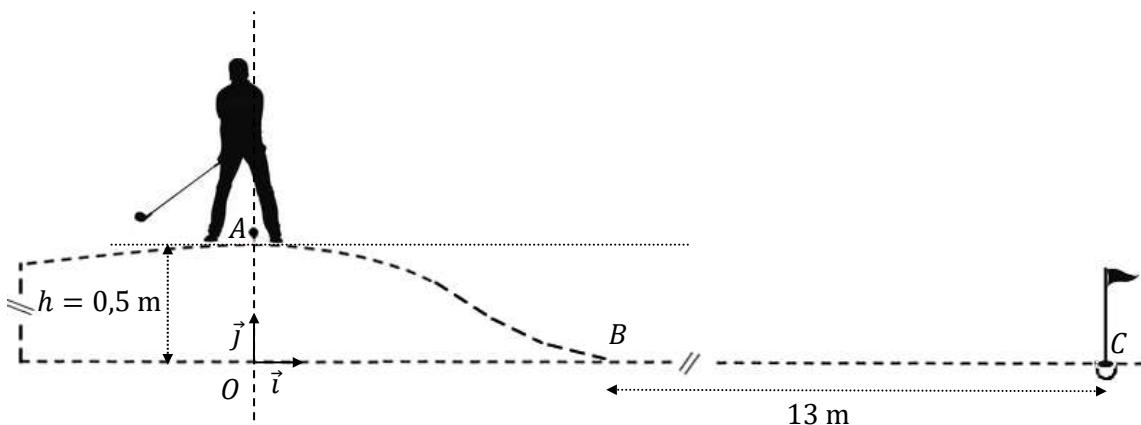
Les caractéristiques du condensateur utilisé sont :

- Tension maximale : $E = 4 \text{ V}$
- Résistance : $R = 10^3 \Omega$
- Capacité : $C = 2.10^{-3} \text{ F}$

Déterminer le temps de charge t (exprimé en seconde, arrondi à 0,1 s près) nécessaire pour obtenir une tension aux bornes du condensateur égale à la moitié de sa tension maximale.

Exercice 4 (6 points)

Un joueur de mini-golf se trouve au sommet A d'une butte. Il vise le point C situé plus loin, sur la piste selon le schéma suivant :



Le golfeur frappe doucement la balle. La balle **ne quitte pas le sol**, passe par le point B et se dirige vers le point C .

On donne :

- la masse de la balle : $m = 4,6 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$;
- la vitesse initiale au point A : $v_A = 1,50 \text{ m.s}^{-1}$.

1. Quel est le référentiel d'étude du mouvement de la balle ?

2. On étudie le système {balle} du point de départ A vers la base de la butte B .

Les frottements sont considérés comme négligeables.

On note g l'accélération de la pesanteur avec $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Au cours de cette phase du mouvement, la variation d'énergie cinétique du système est égale au travail des forces extérieures appliquées au système.

- a. Exprimer le travail du poids $W_{\vec{P}}$ entre le point A et le point B .
- b. Sans calcul, indiquer la valeur du travail de la réaction du support.
- c. Exprimer la variation d'énergie cinétique entre le point A et le point B .
- d. Vérifier que la vitesse de la balle en B est $v_B = 3,50 \text{ m.s}^{-1}$.

Dans les questions suivantes, on étudie le système {balle} entre le point B et le point C .

On prend $t = 0 \text{ s}$ comme étant l'instant où la balle quitte le point B .

3. On suppose, dans cette question, que les frottements sont négligeables.

- a. À quelles forces est soumis le système ?
- b. Justifier que la vitesse du système entre B et C est $v_1 = 3,50 \text{ m.s}^{-1}$.

4. On considère que le système est soumis à une force de frottement linéaire de type
 $\vec{F}_f = -\alpha \vec{v}$

- a. Appliquer le principe fondamental de la dynamique sur le système et en déduire l'équation différentielle que vérifie v_x en fonction de m et α .
- b. On admet que la fonction v_x définie par $v_x(t) = K \cdot e^{-\frac{\alpha \cdot t}{m}}$ est solution de cette équation différentielle.
À partir des conditions initiales, déterminer la valeur de K .
- c. La balle est en C au temps $t = 3,9$ s.

La vitesse moyenne de la fonction v_x sur l'intervalle $[0 ; 3,9]$ est donnée par :

$$v_2 = \frac{1}{3,9} \int_0^{3,9} v_x(t) \, dt$$

Sachant que $\alpha = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ N.m}^{-1}.\text{s}$, montrer que $v_2 \approx 3,34 \text{ m.s}^{-1}$.

- d. En comparant les vitesses v_1 et v_2 , quelle hypothèse peut-on en tirer sur l'impact des frottements sur le mouvement ?
- e. La balle poursuit son mouvement au-delà du point C .

Déterminer $\lim_{t \rightarrow +\infty} v_x(t)$ et interpréter le résultat dans le contexte de l'exercice.