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 :
formav.co/explorer

BAC STI2D • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Bac STI2D

Physique-Chimie et Mathématiques

Session 2022 • Code sujet : **22-2DPCMALR1** • Durée : **3 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Taxiage électrique d'un Airbus A320 (7 questions) **Page 3**

2. Pack batterie $LiFePO_4$ du robot Romeo (13 questions) **Page 6**

3. Questions de mathématiques au choix (11 questions) **Page 10**

4. Au choix : effaroucheur d'oiseaux ou dégivrage (20 questions) **Page 14**

5. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 20**

Sujet officiel (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Physique-chimie et mathématiques/2022/Bac STI2D - Physique-chimie et mathématiques - Session 2022 - 2-Sujet.pdf

1. Taxiage électrique d'un Airbus A320

L'étude porte sur le déplacement au sol d'un Airbus A320 propulsé par des moteurs électriques, avec une vitesse modélisée par une fonction exponentielle. Elle mobilise les limites, la dérivation, la lecture graphique et l'application du principe fondamental de la dynamique aux forces exercées sur l'avion.

Question 1. Pour la fonction f(t) = A × (1 - e^(-0,13t)), exprimer en fonction de A la limite de f(t) lorsque t tend vers +∞.

Lorsque $t \to +\infty$, l'exposant $-0{,}13t$ tend vers $-\infty$, donc $e^{-0{,}13t} \to 0$. Le facteur entre parenthèses tend alors vers $1 - 0 = 1$. Comme A est une constante, la limite du produit est A.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$\lim_{t \to +\infty} f(t) = A$$

Question 2. À l'aide du graphique représentant la vitesse expérimentale et son modèle, conjecturer la valeur de la constante A.

Lecture du graphique : la courbe du modèle se stabilise autour de $4{,}5\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$. Cette valeur limite correspond à A, puisque $\lim_{t \to +\infty} f(t) = A$. On conjecture donc que la constante vaut environ $4{,}5$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$A \approx 4{,}5\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$$

Question 3. Montrer que la dérivée de v(t) = 4,5 × (1 - e^(-0,13t)) est v'(t) = 0,585 × e^(-0,13t), puis en déduire l'accélération initiale de l'avion.

La dérivée de $e^{-0{,}13t}$ est $-0{,}13e^{-0{,}13t}$. Ainsi, $v'(t) = 4{,}5 \times 0{,}13e^{-0{,}13t} = 0{,}585e^{-0{,}13t}$. À $t = 0$, l'exponentielle vaut 1. L'accélération initiale, égale à $v'(0)$, vaut donc $0{,}585\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$$v'(t) = 0{,}585e^{-0{,}13t}\ ;\ a(0) = 0{,}585\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}.$$

Question 4. Préciser la direction et le sens de la force de traction exercée par les moteurs électriques sur l'avion.

Direction : horizontale, parallèle au sol et à l'axe x. **Sens :** vers l'avant, dans le sens du mouvement de l'avion, donc vers les x positifs sur le schéma.

✓ RÉPONSE À RETENIR

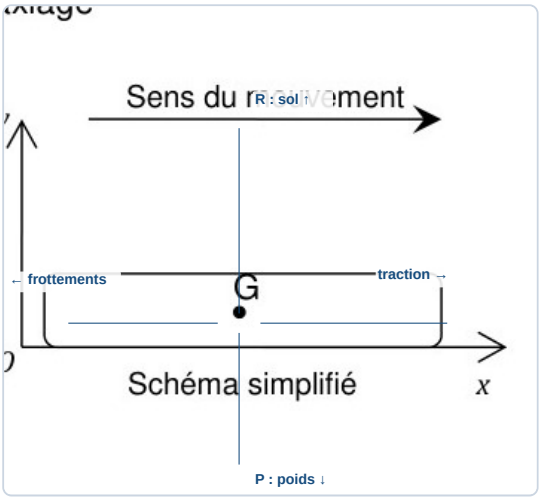
Force horizontale, dirigée vers l'avant, dans le sens du mouvement (vers $+x$).

Question 5. Recopier le schéma simplifié du taxiage et représenter en G, sans souci d'échelle, toutes les forces qui s'exercent sur l'avion, en indiquant le nom de chacune.

Au point G, représenter les forces appliquées à l'avion sur le schéma simplifié. Le poids est vertical vers le bas, la réaction normale du sol vers le haut, la traction vers l'avant et les frottements vers l'arrière.

- $\vec{P}$: poids.
- $\vec{R}$: réaction normale du sol.
- $\vec{F}_T$: force de traction.
- $\vec{f}$: force de frottement.

Forces exercées sur l'avion



✓ RÉPONSE À RETENIR

En G : poids vers le bas, réaction du sol vers le haut, traction vers l'avant, frottements vers l'arrière.

Question 6. À l'instant t = 0 s, appliquer le principe fondamental de la dynamique et montrer que, si les forces de frottement sont négligées, la force de traction vérifie F_T = m × a.

1. Le principe fondamental de la dynamique s'écrit $\sum \vec{F} = m\vec{a}$.
2. Sur l'axe vertical, le poids et la réaction du sol se compensent. Sur l'axe horizontal, si les frottements sont négligés, la seule force résultante est la traction. La projection sur cet axe donne donc $F_T = ma$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Sans frottements, $F_T = m\,a$.

Question 7. En déduire la valeur de la force de traction exercée par chacun des moteurs électriques au démarrage, sachant que l'accélération à t = 0 s est estimée à 0,585 m·s⁻².

La masse en charge maximale au décollage est $73\,500\ \text{kg}$. La traction totale au démarrage vaut $F_T = ma = 73\,500 \times 0{,}585 = 42\,997{,}5\ \text{N}$. Elle est assurée par deux moteurs électriques, un par train principal : chacun fournit la moitié de cette force.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Chaque moteur exerce environ $2{,}15 \times 10^4\ \text{N}$.

2. Pack batterie $LiFePO_4$ du robot Romeo

Le sujet étudie le pack d'accumulateurs qui alimente le robot d'assistance Romeo, de son dimensionnement à son autonomie et aux transformations électrochimiques de la décharge. Une série de mesures de tension sert ensuite à calculer une moyenne, une dispersion et une incertitude, puis à juger la conformité d'un pack.

Question 1. Déterminer, en justifiant, le nombre d'accumulateurs à connecter en série et en parallèle pour obtenir un pack de tension nominale 48 V et de capacité nominale 3 300 mA·h.

Grandeur	Calcul	Configuration
Tension	48 / 3,2 = 15	15 accumulateurs en série
Capacité	3 300 / 1 100 = 3	3 branches en parallèle

En série, les tensions s'additionnent ; en parallèle, les capacités s'additionnent. Chaque branche comporte donc 15 accumulateurs en série, et le pack comprend 3 branches identiques. Le nombre total d'accumulateurs est le produit de ces deux nombres.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 15 accumulateurs en série par branche et 3 branches en parallèle, soit 45 accumulateurs au total.

Question 2. À partir de la masse d'un accumulateur et du nombre total de cellules du pack, déterminer la masse du pack batterie.

Le pack contient 45 accumulateurs de masse individuelle 38,8 g. La masse totale des cellules est donc :

$m = 45 \times 38{,}8 = 1\,746\ \text{g} = 1{,}746\ \text{kg}$.

Cette valeur correspond à la masse des accumulateurs seuls, sans ajouter celle du boîtier ni des connexions.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse des accumulateurs : 1,746 kg, soit environ 1,75 kg.

Question 3. Déterminer l'énergie que peut fournir le pack batterie.

L'énergie nominale électrique s'obtient par $E = UQ$. La capacité du pack est $3\,300\ \text{mA}\cdot\text{h} = 3{,}3\ \text{A}\cdot\text{h}$, et sa tension nominale vaut 48 V. Ainsi, $E = 48 \times 3{,}3 = 158{,}4\ \text{W}\cdot\text{h}$. En utilisant $1\ \text{W}\cdot\text{h} = 3\,600\ \text{J}$, on convertit cette énergie en joules.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie nominale : 158,4 W·h, soit 570 240 J (environ $5{,}70 \times 10^5$ J).

Question 4. À partir du tableau comparatif des technologies d'accumulateurs, justifier le choix de la technologie $LiFePO_4$ pour assurer l'autonomie énergétique du robot Romeo.

Le tableau compare les technologies selon l'énergie massique et la durée de vie. $LiFePO_4$ obtient les meilleures valeurs pour ces deux critères : 90 W·h·kg^{-1} et 1 500 cycles. Une énergie massique élevée permet de stocker plus d'énergie pour une masse donnée ; un grand nombre de cycles favorise une durée d'utilisation plus longue. Parmi les technologies proposées, $LiFePO_4$ est donc le choix le plus favorable à l'autonomie énergétique du robot.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $LiFePO_4$: énergie massique maximale, 90 W·h·kg^{-1}, et durée de vie maximale, 1 500 cycles.

Question 5. Pour une intensité moyenne débitée de 2,8 A, déterminer l'autonomie de fonctionnement du robot en minutes et commenter le résultat.

La durée de fonctionnement estimée se calcule par $t = Q/I$, avec la capacité en A·h et l'intensité en A. Pour le pack, $Q = 3{,}3\ \text{A}\cdot\text{h}$ et $I = 2{,}8\ \text{A}$, donc $t = 3{,}3/2{,}8 \approx 1{,}18\ \text{h}$. La conversion en minutes donne environ 70,7 min. Cette estimation suppose une capacité entièrement disponible et un courant moyen constant ; l'autonomie réelle dépend des conditions d'utilisation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Autonomie théorique : environ 71 min, soit 1 h 11 min, sous les hypothèses données.

Question 6. À partir des équations des réactions aux bornes positive et négative, écrire l'équation globale modélisant la décharge de l'accumulateur.

On additionne les deux demi-équations fournies. L'ion Li^+ et l'électron produits à la borne négative sont consommés à la borne positive ; ils se simplifient donc dans l'équation globale. Les atomes sont conservés et la réaction s'écrit :

$\text{FePO}_4(\text{s}) + \text{LiC}_6(\text{s}) \rightarrow \text{LiFePO}_4(\text{s}) + 6\text{C}(\text{s})$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\text{FePO}_4(\text{s}) + \text{LiC}_6(\text{s}) \rightarrow \text{LiFePO}_4(\text{s}) + 6\text{C}(\text{s})$

Question 7. Lors de la décharge, préciser si la réaction à la borne négative est une oxydation ou une réduction et justifier la réponse.

La demi-équation à la borne négative est $\text{LiC}_6(\text{s}) \rightarrow 6\text{C}(\text{s}) + \text{Li}^+ + \text{e}^-$. Elle produit un électron : l'espèce LiC_6 perd donc un électron. Or une oxydation correspond à une perte d'électrons, tandis qu'une réduction correspond à un gain. La transformation à la borne négative est ainsi une oxydation lors de la décharge.

✓ RÉPONSE À RETENIR

À la borne négative, la réaction est une oxydation, car elle libère un électron.

Question 8. À partir de la capacité nominale de 1 100 mA·h et des données fournies, déterminer la quantité de matière d'électrons transférés lors de la décharge complète d'un accumulateur.

La capacité de l'accumulateur vaut $1\,100\ \mathrm{mA\cdot h} = 1{,}1\ \mathrm{A\cdot h}$. Comme $1\ \mathrm{A\cdot h} = 3\,600\ \mathrm{C}$, la charge transférée est $Q = 1{,}1 \times 3\,600 = 3\,960\ \mathrm{C}$. La loi de Faraday donne $Q = n(e^-)F$, donc $n(e^-) = Q/F$, avec $F = 9{,}65 \times 10^4\ \mathrm{C\cdot mol^{-1}}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La décharge complète transfère environ $4{,}10 \times 10^{-2}$ mol d'électrons par accumulateur.

Question 9. En déduire la masse nécessaire de chacune des électrodes $FePO_4$ et LiC_6 présentes dans un accumulateur.

Chaque demi-équation associe une mole d'électrons à une mole de matière active réagie. On utilise donc $n = 0{,}041036\ \mathrm{mol}$. Les masses molaires sont $M(\mathrm{FePO_4}) = 55{,}8 + 31{,}0 + 4 \times 16{,}0 = 150{,}8\ \mathrm{g\cdot mol^{-1}}$ et $M(\mathrm{LiC_6}) = 6{,}9 + 6 \times 12{,}0 = 78{,}9\ \mathrm{g\cdot mol^{-1}}$. On applique à chaque électrode $m = nM$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour un accumulateur : environ 6,19 g de $FePO_4$ et 3,24 g de LiC_6.

Question 10. À partir des dix mesures fournies, déterminer la valeur moyenne U_{0m} de la tension à vide du pack batterie.

La moyenne est la somme des dix mesures divisée par le nombre de mesures. Avec les valeurs du tableau :

$U_{0m} = (48{,}6 + 48{,}4 + 49{,}6 + 49{,}0 + 47{,}8 + 50{,}0 + 48{,}4 + 49{,}7 + 49{,}0 + 48{,}6)/10$.

La somme vaut 489,1 V ; la moyenne se calcule donc directement à partir des dix mesures.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$U_{0m} = 48{,}91\ \mathrm{V}$.

Question 11. Déterminer l'écart-type expérimental σ_{n-1}, également noté S_x, des mesures de la tension à vide.

L'écart-type expérimental d'un échantillon se calcule avec le diviseur $n-1=9$: $\sigma_{n-1}=\sqrt{\sum(U_i-U_{0m})^2/9}$. Pour ces mesures, la somme des carrés des écarts à la moyenne de 48,91 V vaut 4,249 V². L'écart-type décrit la dispersion des résultats autour de leur moyenne.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\sigma_{n-1}=\sqrt{4{,}249/9}\approx 0{,}687\ \text{V}$.

Question 12. En utilisant la relation fournie pour n mesures, déterminer l'incertitude-type statistique de type A sur la moyenne $U_{0}m$.

Pour $n=10$ mesures, l'incertitude-type statistique de la moyenne est $u(U_{0m})=\sigma_{n-1}/\sqrt{n}$. En utilisant l'écart-type non arrondi, soit environ 0,6871 V, on obtient $u(U_{0m})=0{,}6871/\sqrt{10}\approx 0{,}217\ \text{V}$. L'incertitude peut être arrondie à 0,22 V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $u(U_{0m})\approx 0{,}22\ \text{V}$.

Question 13. Pour un pack dont la moyenne mesurée sur dix mesures vaut 48,9 V et dont la tension de référence est 48,0 V, comparer ces valeurs en nombre d'incertitudes-types et conclure sur la conformité du pack.

L'écart entre la moyenne contrôlée et la référence vaut $|48{,}9-48{,}0|=0{,}9\ \text{V}$. Pour dix mesures, on rapporte cet écart à l'incertitude-type statistique de la moyenne calculée précédemment, environ 0,217 V : $0{,}9/0{,}217\approx 4{,}1$. L'écart dépasse deux incertitudes-types ; la valeur mesurée n'est pas compatible avec la référence et le pack est jugé non conforme.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Écart d'environ 4,1 incertitudes-types : le pack n'est pas conforme à la référence.

3. Questions de mathématiques au choix

L'exercice propose six questions indépendantes portant sur les fonctions, les nombres complexes, les logarithmes, les équations différentielles et la trigonométrie. Le candidat doit en traiter quatre, chacune valant un point, et indiquer clairement les numéros choisis.

Question 1

Question 1.1. Étudier le signe de g'(t) = 6e^(-t)(1 - t) sur [0 ; +∞[.

Sur l'intervalle considéré, l'exponentielle est strictement positive : $6e^{-t} > 0$. Le signe de $g'(t) = 6e^{-t}(1-t)$ est donc celui de $1 - t$, qui s'annule en $t = 1$.

t	$[0, 1[$	1	$]1, +\infty[$
$g'(t)$	+	0	−

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $g'(t) > 0$ sur $[0, 1[$, $g'(1) = 0$, et $g'(t) < 0$ sur $]1, +\infty[$.

Question 1.2. En déduire les variations de g sur [0 ; +∞[.

Le signe de la dérivée détermine le sens de variation : une fonction dérivable est croissante là où sa dérivée est positive et décroissante là où elle est négative. Ainsi, g augmente de 0 à 1, puis diminue après 1. Elle atteint donc un maximum en $t = 1$, sans que sa valeur soit nécessaire pour répondre.

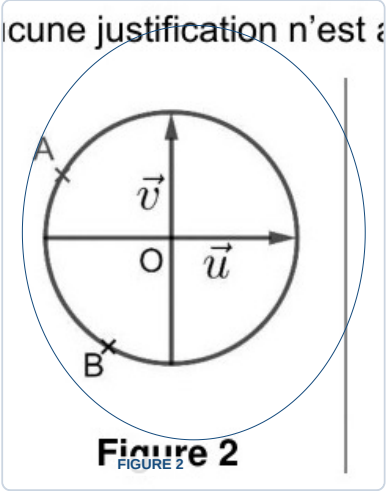
> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> g croît sur $[0, 1]$, puis décroît sur $[1, +\infty[$.

Question 2

Question 2.1. Parmi les quatre figures proposées, choisir celle qui représente correctement les points A et B d'affixes respectives z_A = e^(i5π/6) et z_B = e^(-i2π/3). Aucune justification n'est attendue.

Les deux affixes ont un module égal à 1. L'argument de z_A est $5\pi/6$, donc le point A est dans le deuxième quadrant. Celui de z_B est $-2\pi/3$, équivalent à $4\pi/3$, donc B est dans le troisième quadrant. Sur la page du sujet, ces positions correspondent à la figure 2.

Figure correcte : figure 2



✓ RÉPONSE À RETENIR

Figure 2.

Question 2.2. Montrer qu'un argument de z_A/z_B est -π/2.

Les arguments d'un quotient se calculent par différence. Un argument de z_A/z_B est donc $5\pi/6 - (-2\pi/3) = 9\pi/6 = 3\pi/2$. Comme deux arguments d'un même nombre complexe peuvent différer d'un multiple de 2π, on peut retrancher 2π : $3\pi/2 - 2\pi = -\pi/2$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Un argument de $\dfrac{z_A}{z_B}$ est $-\dfrac{\pi}{2}$.

Question 3

Question 3. Résoudre dans]1 ; +∞[l'équation ln(x - 1) + ln(x + 1) + ln(x) = ln(x² - 1) - ln(0,5).

Dans $]1, +\infty[$, les trois logarithmes sont définis et $x^2 - 1 > 0$. En utilisant $\ln a + \ln b = \ln(ab)$ et $-\ln(0,5) = \ln 2$, l'équation devient $\ln\big(x(x^2-1)\big) = \ln\big(2(x^2-1)\big)$. L'injectivité du logarithme donne $x(x^2-1) = 2(x^2-1)$. Comme $x^2 - 1 \neq 0$, on obtient $x = 2$, admissible dans l'intervalle.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Solution : $x = 2$.

Question 4

Question 4.1. Déterminer l'ensemble des solutions de l'équation différentielle y' = -y + 2.

1. On écrit l'équation sous la forme $y' + y = 2$.
2. Une solution particulière constante est $y = 2$.
3. L'équation homogène associée, $y' + y = 0$, a pour solutions Ce^{-x}, avec $C \in \mathbb{R}$.

La somme de la solution particulière et des solutions homogènes donne toutes les solutions de l'équation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $y(x) = 2 + Ce^{-x}$, avec $C \in \mathbb{R}$.

Question 4.2. Déduire la solution f de l'équation différentielle y' = -y + 2 qui s'annule en 0.

La solution générale trouvée précédemment est $f(x) = 2 + Ce^{-x}$. La condition d'annulation en 0 impose $f(0) = 0$, donc $2 + C = 0$. Ainsi, $C = -2$, ce qui détermine une unique solution satisfaisant la condition initiale.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $f(x) = 2 - 2e^{-x}$.

Question 5

Question 5.1. Pour f(x) = x² - 2eˣ, montrer que, pour tout réel x, f(x) = eˣ(x²e^(-x) - 2).

On factorise l'expression par e^x, qui ne s'annule jamais. En effet, $e^x \times x^2 e^{-x} = x^2$ et $e^x \times (-2) = -2e^x$. Ainsi, pour tout réel x, la forme proposée restitue bien les deux termes de $f(x) = x^2 - 2e^x$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $f(x) = e^x(x^2e^{-x} - 2)$ pour tout $x \in \mathbb{R}$.

Question 5.2. En déduire la limite de f(x) lorsque x tend vers +∞.

Dans la forme factorisée, $x^2e^{-x} = x^2/e^x$ tend vers 0 lorsque $x \to +\infty$, car l'exponentielle croît plus vite que tout polynôme. Le facteur entre parenthèses tend donc vers -2, tandis que e^x tend vers $+\infty$. Leur produit tend vers $-\infty$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\lim\limits_{x \to +\infty} f(x) = -\infty$.

Question 6

Question 6.1. À l'aide des formules trigonométriques rappelées, montrer que u(t) = √3 cos(t) - sin(t) peut s'écrire u(t) = 2cos(t + π/6) pour tout réel t.

La formule d'addition donne $\cos(t+\pi/6) = \cos t\cos(\pi/6) - \sin t\sin(\pi/6)$. Or $\cos(\pi/6) = \sqrt{3}/2$ et $\sin(\pi/6) = 1/2$. En multipliant par 2, on retrouve exactement l'expression donnée de $u(t)$, ce qui établit l'égalité pour tout réel t.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $u(t) = 2\cos\left(t + \dfrac{\pi}{6}\right)$, pour tout $t \in \mathbb{R}$.

Question 6.2. Résoudre dans [0 ; π[l'équation u(t) = 1, en pouvant s'aider du demi-cercle trigonométrique fourni.

Avec la forme précédente, l'équation équivaut à $\cos(t+\pi/6) = 1/2$. Pour $t \in [0, \pi[$, l'angle $t+\pi/6$ appartient à $[\pi/6, 7\pi/6[$. Les angles dont le cosinus vaut $1/2$ sont notamment $\pi/3$ et $5\pi/3$ modulo 2π, mais seul $\pi/3$ appartient à cet intervalle. On en déduit $t = \pi/6$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $t = \dfrac{\pi}{6}$.

4. Au choix : effaroucheur d’oiseaux ou dégivrage

Le candidat choisit l’un des deux sujets de physique-chimie proposés : l’étude acoustique d’un effaroucheur d’oiseaux ou le dégivrage thermique d’une aile d’avion. Le premier traite des ondes sonores et du niveau sonore, tandis que le second mobilise les bilans thermiques, les mesures électriques et la puissance nécessaire.

Exercice 4-A : Effaroucheur d’oiseaux

Question 1. À partir de la tension d’alimentation de 12 V et de l’intensité consommée en fonctionnement de 4,5 A, déterminer la puissance électrique absorbée par le haut-parleur.

La puissance électrique absorbée est donnée par $P = UI$. Avec $U = 12\,\mathrm{V}$ et $I = 4{,}5\,\mathrm{A}$, $P = 12 \times 4{,}5 = 54\,\mathrm{W}$. Cette puissance électrique est distincte des $30\,\mathrm{W}$ de puissance acoustique de sortie.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> $P = 54\,\mathrm{W}$.

Question 2. À partir des bandes de fréquences audibles indiquées pour différentes espèces d’oiseaux et de la bande passante du haut-parleur, indiquer si les fréquences émises sont adaptées pour faire fuir les oiseaux.

La bande émise, de $300\,\mathrm{Hz}$ à $5\,\mathrm{kHz}$, recoupe les bandes d’audition représentées pour plusieurs espèces, dont la mouette, l’étourneau, le moineau et la pie. Ces oiseaux peuvent donc entendre des sons émis par le haut-parleur. La plage est adaptée pour les effaroucher, même si chaque espèce n’entend pas nécessairement toute la bande.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Oui, la bande recoupe les plages auditives de plusieurs espèces d’oiseaux.

Question 3. Indiquer si les fréquences émises par le haut-parleur, comprises entre 300 Hz et 5 kHz, sont audibles par l’oreille humaine et justifier la réponse.

L’oreille humaine entend généralement les fréquences comprises entre environ $20\,\mathrm{Hz}$ et $20\,\mathrm{kHz}$. La bande du haut-parleur, de $300\,\mathrm{Hz}$ à $5\,\mathrm{kHz}$, se situe entièrement dans cet intervalle.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Oui, les fréquences émises sont audibles par l’oreille humaine.

Question 4. Avec une vitesse du son de 340 m·s⁻¹, déterminer la longueur d’onde du signal de fréquence 300 Hz.

La longueur d’onde vérifie $\lambda = v/f$. Pour $v = 340\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$ et $f = 300\,\mathrm{Hz}$, $\lambda = 340/300 \simeq 1{,}13\,\mathrm{m}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\lambda \simeq 1{,}1\,\mathrm{m}$.

Question 5. À partir du chronogramme et de la base de temps de 100 µs/div, déterminer la fréquence du signal émis et vérifier qu'il s'agit d'ultrasons.

Sur le chronogramme, une période correspond à environ $0{,}25$ division. Avec la base de temps de $100\,\mu\mathrm{s/div}$, $T \simeq 0{,}25 \times 100\,\mu\mathrm{s} = 25\,\mu\mathrm{s}$. Ainsi, $f = 1/T \simeq 4{,}0 \times 10^{4}\,\mathrm{Hz}$, ce qui dépasse $20\,\mathrm{kHz}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$f \simeq 40\,\mathrm{kHz}$: le signal est ultrasonore.

Question 6. À partir du retard visible entre les signaux reçus par les deux récepteurs séparés de 18,1 cm, déterminer la vitesse expérimentale de propagation du son et l'exprimer en tenant compte de l'incertitude-type fournie.

Le retard entre les débuts des salves est d'environ 6 divisions, soit $\tau = 6 \times 100\,\mu\mathrm{s} = 6{,}0 \times 10^{-4}\,\mathrm{s}$. La distance est $D = 18{,}1\,\mathrm{cm} = 0{,}181\,\mathrm{m}$, donc $v = D/\tau \simeq 302\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$. L'incertitude-type donnée est $0{,}3 \times 10^{2} = 30\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$v = (3{,}0 \pm 0{,}3) \times 10^{2}\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

Question 7. En utilisant la géométrie du cône représenté et l'angle de 60°, déterminer la surface du disque sur lequel se répartit le son à une distance d = 1 m de la source.

L'angle de 60° est mesuré entre l'axe de propagation et le bord du cône. À $d = 1\,\mathrm{m}$, le rayon du disque est $r = d\tan(60^\circ) = \sqrt{3}\,\mathrm{m}$. Sa surface est donc $S = \pi r^2 = 3\pi \simeq 9{,}42\,\mathrm{m^2}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$S \simeq 9{,}4\,\mathrm{m^2}$.

Question 8. À partir de la puissance acoustique de sortie et de la surface calculée à la question précédente, vérifier que l'intensité acoustique à 1 m de la source est proche de 3 W·m⁻².

L'intensité acoustique est la puissance répartie sur la surface du disque : $I = P_{\mathrm{ac}}/S$. Avec $P_{\mathrm{ac}} = 30\,\mathrm{W}$ et $S = 3\pi \simeq 9{,}42\,\mathrm{m^2}$, on obtient $I = 30/(3\pi) \simeq 3{,}2\,\mathrm{W\cdot m^{-2}}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$I \simeq 3{,}2\ \mathrm{W\cdotp m^{-2}}$, proche de $3\ \mathrm{W\cdotp m^{-2}}$.

Question 9. Calculer le niveau sonore à partir de l'intensité acoustique et de la relation fournie, puis conclure sur la véracité de l'information du fabricant annonçant un niveau supérieur à 120 dB à 1 m.

On applique $L = 10\log_{10}(I/I_0)$, avec $I \simeq 3{,}18\ \mathrm{W\cdotp m^{-2}}$ et $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \mathrm{W\cdotp m^{-2}}$. Le niveau calculé est d'environ $125\ \mathrm{dB}$, supérieur à $120\ \mathrm{dB}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$L \simeq 125\ \mathrm{dB}$: l'annonce du fabricant est cohérente.

Exercice 4-B : Dégivrage

Question 1. Déterminer la masse de glace déposée sur l'aile à partir de sa surface de 5,0 m², de l'épaisseur de 0,5 mm et de la masse volumique de la glace.

Le volume de glace vaut $V = Se$, avec $S = 5{,}0\ \mathrm{m^2}$ et $e = 0{,}5\ \mathrm{mm} = 5{,}0 \times 10^{-4}\ \mathrm{m}$. La masse volumique est $0{,}92\ \mathrm{kg\cdotp L^{-1}} = 920\ \mathrm{kg\cdotp m^{-3}}$. Donc $m = \rho S e = 920 \times 5{,}0 \times 0{,}0005 = 2{,}3\ \mathrm{kg}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$m = 2{,}3\ \mathrm{kg}$.

Question 2. Exprimer puis calculer l'énergie E_1 nécessaire pour réchauffer la glace de -10 °C à 0 °C.

Pour réchauffer la glace sans la faire fondre, $E_1 = m c_{es} \Delta T$. Avec $m = 2{,}3\ \mathrm{kg}$, $c_{es} = 2090\ \mathrm{J\cdotp kg^{-1}\cdotp K^{-1}}$ et $\Delta T = 10\ \mathrm{K}$, on obtient $E_1 = 2{,}3 \times 2090 \times 10 = 48\,070\ \mathrm{J}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$E_1 \simeq 4{,}8 \times 10^4\ \mathrm{J}$.

Question 3. Exprimer puis calculer l'énergie E_2 nécessaire pour transformer la glace en eau liquide à 0 °C.

À température constante, l'énergie de fusion vaut $E_2 = mL$. Avec $m = 2{,}3\ \mathrm{kg}$ et $L = 333\ \mathrm{kJ\cdotp kg^{-1}} = 333\,000\ \mathrm{J\cdotp kg^{-1}}$, $E_2 = 2{,}3 \times 333\,000 = 765\,900\ \mathrm{J}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$E_2 \simeq 7{,}66 \times 10^5\ \text{J}$.

Question 4. Déduire l'énergie totale nécessaire au dégivrage de l'aile.

Le dégivrage nécessite le réchauffement de la glace puis sa fusion. Ainsi, $E_{\text{tot}} = E_1 + E_2 = 48\,070 + 765\,900 = 813\,970\ \text{J}$.

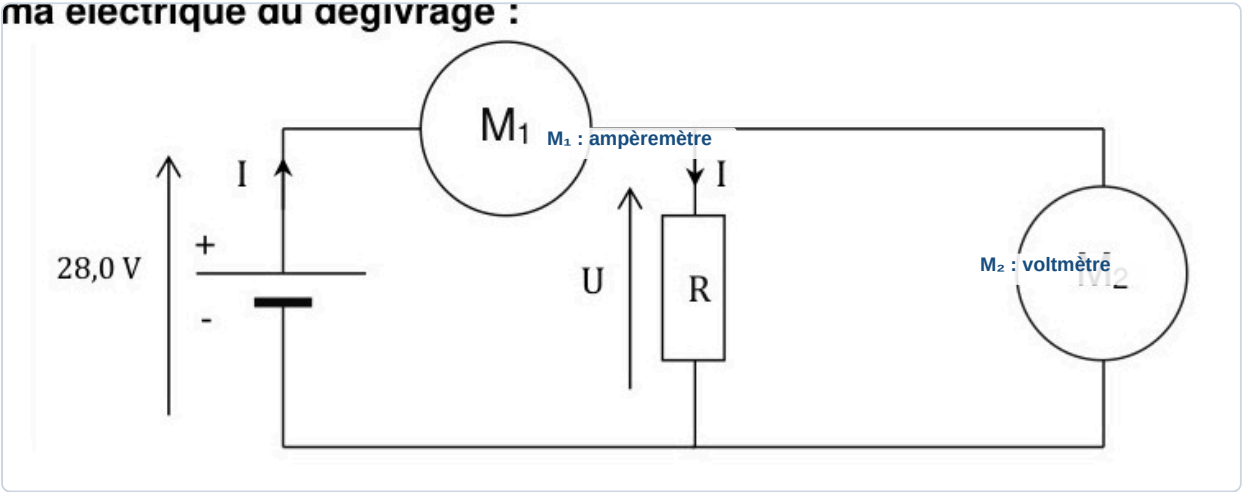
✓ RÉPONSE À RETENIR

$E_{\text{tot}} \simeq 8{,}1 \times 10^5\ \text{J} = 0{,}81\ \text{MJ}$.

Question 5. Sur le schéma du circuit, nommer et identifier les appareils M₁ et M₂ permettant de mesurer la tension aux bornes de la résistance R et l'intensité du courant dans le circuit.

Sur le schéma, M_1 est placé en série dans le circuit : c'est un ampèremètre. M_2 est branché en dérivation aux bornes de la résistance R : c'est un voltmètre.

Appareils de mesure identifiés



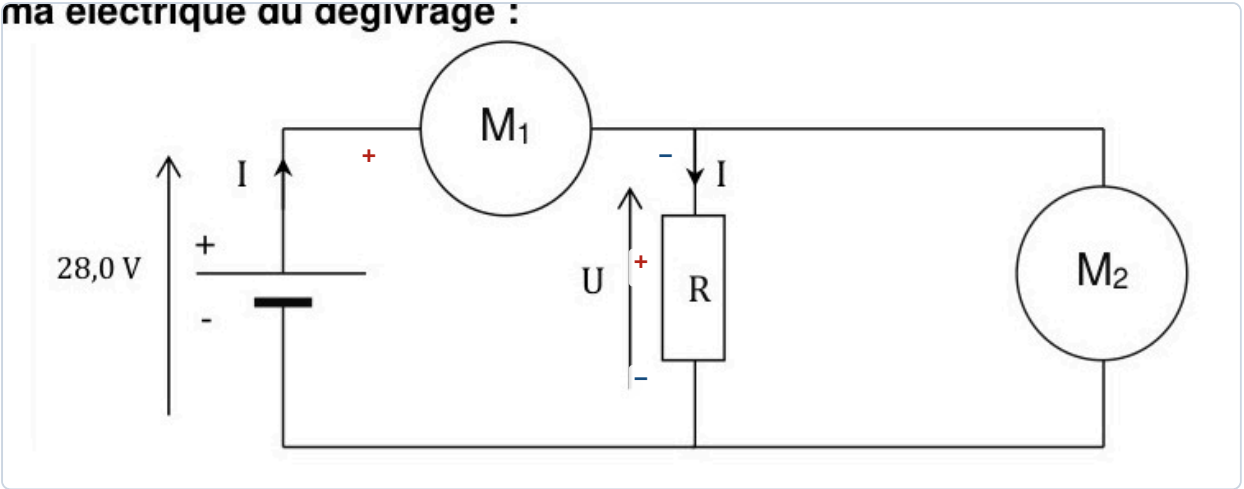
✓ RÉPONSE À RETENIR

M_1 : ampèremètre en série. M_2 : voltmètre en dérivation sur R.

Question 6. Préciser les polarités à respecter pour chacun des appareils de mesure M₁ et M₂ sur le circuit représenté.

Le courant conventionnel sort de la borne positive de la batterie et traverse M_1 de gauche à droite : sa borne positive est donc à gauche. Le haut de la résistance est au potentiel positif par rapport au bas. Pour M_2, la borne positive se place en haut et la borne négative en bas.

Polarités des appareils



✓ RÉPONSE À RETENIR

M_1 : $+$ à gauche. M_2 : $+$ en haut et $-$ en bas.

Question 7. À partir de la notice du multimètre et de la valeur affichée de 28,02 V, déterminer l'incertitude-type de la tension mesurée.

La valeur affichée est mesurée sur la gamme $60\,\mathrm{V}$, de résolution $10\,\mathrm{mV} = 0{,}01\,\mathrm{V}$. La notice indique $u(U) = 0{,}5\,\% \times U + 4$ digits. Donc $u(U) = 0{,}005 \times 28{,}02 + 4 \times 0{,}01 = 0{,}1801\,\mathrm{V}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$u(U) \simeq 0{,}18\,\mathrm{V}$.

Question 8. Écrire le résultat de la mesure de la tension sous la forme d'une valeur accompagnée de son incertitude-type.

La valeur affichée est $28{,}02\,\mathrm{V}$ et l'incertitude-type calculée s'arrondit à $0{,}18\,\mathrm{V}$. Le résultat s'écrit donc avec ces deux grandeurs exprimées en volts.

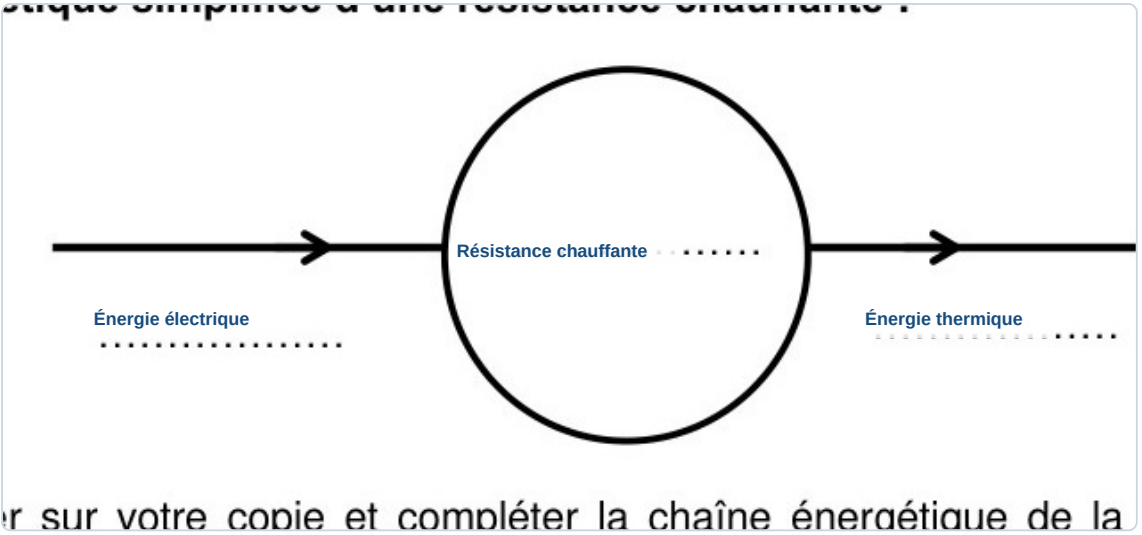
✓ RÉPONSE À RETENIR

$U = (28{,}02 \pm 0{,}18)\,\mathrm{V}$.

Question 9. Recopier et compléter la chaîne énergétique simplifiée de la résistance chauffante.

La résistance chauffante reçoit de l'énergie électrique et la convertit, par effet Joule, en énergie thermique. La chaîne comprend donc l'énergie électrique en entrée, la résistance chauffante comme convertisseur et l'énergie thermique en sortie.

Chaîne énergétique complétée



✓ RÉPONSE À RETENIR

Énergie électrique → résistance chauffante → énergie thermique.

Question 10. Déterminer la puissance de la batterie nécessaire pour alimenter la totalité des résistances.

Les cinq éléments chauffants fonctionnent simultanément et consomment chacun $250\,\mathrm{W}$. La puissance totale fournie par la batterie est $P = 5P_E = 5 \times 250 = 1250\,\mathrm{W}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$P_{\text{batterie}} = 1{,}25\,\mathrm{kW}$.

Question 11. En supposant l'absence de perte thermique dans les éléments chauffants résistifs, déterminer la durée t_1 nécessaire au dégivrage complet de l'aile et commenter le résultat.

Sans pertes thermiques, $E = Pt_1$, donc $t_1 = E_{\text{tot}}/P = 813\,970/1250 \simeq 651\,\mathrm{s}$, soit environ $10{,}9\,\mathrm{min}$. C'est une durée idéale ; les pertes réelles allongeraient le dégivrage.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$t_1 \simeq 651\,\mathrm{s} \simeq 10{,}9\,\mathrm{min}$, durée idéale.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2022)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité Physique-Chimie et Mathématiques du baccalauréat technologique STI2D, session 2022, code 22-2DPCMALR1, durée de 3 heures, coefficient non imprimé. Elle étudie le taxiage électrique d'un A320, la batterie du robot Romeo, des questions mathématiques au choix et, au choix, un effaroucheur d'oiseaux ou le dégivrage d'une aile. Les compétences évaluées couvrent modélisation, calculs et interprétation.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour f(t) = A(1 - e^(-kt)), la vitesse tend vers A lorsque t tend vers +∞.
- La capacité d'un pack en série reste celle d'une branche ; les capacités des branches parallèles s'additionnent.
- La charge électrique vérifie Q = n(e⁻)F ; convertir d'abord les ampères-heures en coulombs.
- Pour chauffer puis faire fondre la glace, additionner mcΔT et mL ; la puissance relie ensuite l'énergie à la durée.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer la force de traction totale de celle exercée par chacun des deux moteurs.
- Vérifier les unités lors des conversions de capacité, d'énergie, de distance et de durée.
- Pour les incertitudes, tenir compte de la résolution et de la règle de lecture indiquées dans la notice.
- À l'exercice 3, seules quatre des six questions sont évaluées ; à l'exercice 4, choisir A ou B.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment dimensionner le pack batterie en série et en parallèle ?

Le nombre d'accumulateurs en série se déduit en divisant la tension visée par la tension nominale d'une cellule. Le nombre de branches parallèles se déduit de la capacité demandée divisée par la capacité d'une branche.

Q : Comment calculer la charge électrique transférée par un accumulateur ?

Convertissez d'abord la capacité en ampères-heures en coulombs en la multipliant par 3 600. Puis utilisez Q = n(e⁻)F pour obtenir la quantité de matière d'électrons, avec F en coulombs par mole.

Q : Dois-je répondre à toutes les questions des exercices au choix ?

À l'exercice 3, vous devez traiter quatre questions parmi six et seules ces quatre réponses sont évaluées. À l'exercice 4, vous choisissez une seule proposition, A ou B, et vous l'indiquez clairement sur votre copie.

Q : Qu'attend-on pour une mesure accompagnée d'une incertitude ?

Il faut appliquer la notice ou la relation statistique donnée, exprimer l'incertitude dans la même unité que la mesure et arrondir de façon cohérente. Présentez ensuite la mesure avec son incertitude et concluez selon la comparaison demandée.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Physique-chimie et mathématiques/2022/Bac STI2D - Physique-chimie et mathématiques - Session 2022 - 2-Sujet.pdf
Ressources Bac STI2D : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.