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 2023 • Code sujet : **23-2DPCMAMX1** • Durée : **3 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Supercondensateurs et décharge électrique** (7 questions) — **Page 3**
2. **Parachutisme, forces et freinage d'un avion** (8 questions) — **Page 6**
3. **Équations différentielles, dérivation, nombres complexes et population** (7 questions) — **Page 9**
4. **Sécurité acoustique, batteries et pile à combustible** (12 questions) — **Page 12**
5. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 16**

Sujet officiel (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Physique-chimie et mathématiques/2023/Bac STI2D - Physique-chimie et mathématiques - Session 2023 - 2-Sujet.pdf

1. Supercondensateurs et décharge électrique

L'exercice compare les supercondensateurs aux batteries Lithium-ion, puis étudie en laboratoire la décharge d'un supercondensateur de 372 F dans une résistance. Les questions portent sur le montage de mesure, l'énergie stockée, la tangente à une fonction exponentielle et la capacité déduite de la constante de temps.

Question 1. À partir des caractéristiques comparées des batteries Lithium-ion et des supercondensateurs, citer un avantage et un inconvénient de l'utilisation des supercondensateurs à la place des batteries.

Le tableau montre que les supercondensateurs se rechargent en environ 1 s, contre plus de 6 min pour les batteries Li-ion. Leur durée de vie est aussi bien supérieure. En revanche, leur énergie massique est seulement de 4 à 5 Wh/kg, contre 100 à 150 Wh/kg pour les batteries.

Comparaison	Supercondensateurs	Batteries Li-ion
Durée de charge	Environ 1 s	Plus de 6 min
Énergie massique	4 à 5 Wh/kg	100 à 150 Wh/kg

La charge rapide est un avantage ; la faible énergie massique, un inconvénient.

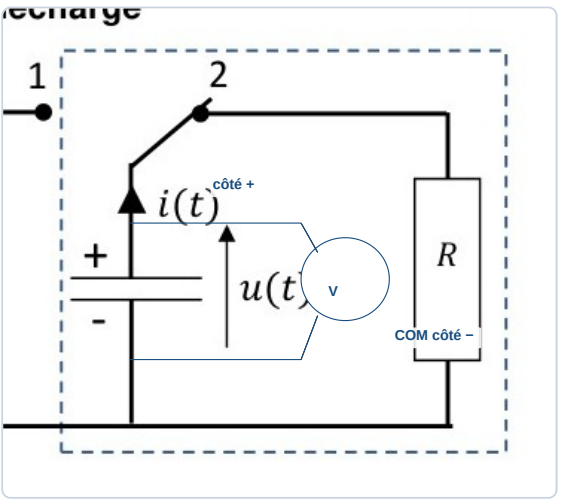
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Avantage : charge très rapide. Inconvénient : faible énergie massique.

Montage de mesure

Question 2. Recopier la partie du schéma encadrée par les pointillés, ajouter l'appareil qui mesure la tension u(t) et préciser la position de sa borne COM.

La tension se mesure avec un voltmètre branché en dérivation aux bornes du supercondensateur, et non en série dans le circuit. Le schéma indique que la borne supérieure du condensateur est positive et que la borne inférieure est négative. Il faut donc relier la borne V du voltmètre au côté positif et sa borne COM au côté négatif. Le visuel complète le schéma du montage à l'emplacement correspondant.

Voltmètre branché aux bornes du condensateur



✓ RÉPONSE À RETENIR

Voltmètre en dérivation : V sur la borne positive et COM sur la borne négative.

Énergie stockée

Question 3. À partir du graphique de décharge, déterminer l'énergie initiale disponible dans le supercondensateur en utilisant la relation fournie entre l'énergie, la capacité et la tension.

À l'instant initial, la lecture du graphique donne une tension d'environ 2,3 V. La capacité vaut 372 F. L'énergie stockée est donc $W_c = \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2} \times 372 \times 2,3^2$, soit 983,94 J. Comme $1\,\mathrm{Wh} = 3600\,\mathrm{J}$, cela correspond à $983,94/3600$ Wh. La tension étant lue sur le graphique, le résultat reste une estimation.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Énergie initiale : environ 984 J, soit 0,273 Wh.

Énergie massique

Question 4. Sachant que la masse du supercondensateur est de 60 g, montrer que son énergie massique est typique d'un supercondensateur.

On convertit d'abord la masse en unités SI : $60\,\mathrm{g} = 0,060\,\mathrm{kg}$. L'énergie massique s'obtient en divisant l'énergie en Wh par la masse en kg. Le tableau compare ensuite cette valeur à la plage caractéristique des supercondensateurs.

Grandeur	Valeur
Énergie initiale	983,94 J = 0,2733 Wh
Masse	0,060 kg
Énergie massique	0,2733 / 0,060 = 4,56 Wh/kg
Plage indiquée	4 à 5 Wh/kg

La valeur calculée appartient à la plage indiquée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Énergie massique : environ 4,56 Wh/kg, valeur typique d'un supercondensateur.

Tangente à la courbe

Question 5. Pour la fonction f(x) = 2,3e$^{-0,0112x}$, montrer qu'une équation de la tangente à sa courbe au point d'abscisse 0 est y = -0,02576x + 2,3.

Pour $f(x) = 2,3e^{-0,0112x}$, la dérivée est $f'(x) = 2,3 \times (-0,0112)e^{-0,0112x}$. Au point d'abscisse 0, on a $f(0) = 2,3$ et $f'(0) = -0,02576$. La formule de la tangente donne alors $y = f'(0)(x - 0) + f(0)$. En remplaçant par ces valeurs, on retrouve l'équation demandée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $y = -0,02576x + 2,3$.

Intersection avec l'axe des abscisses

Question 6. Déterminer l'abscisse τ du point d'intersection de la tangente avec l'axe des abscisses et donner une valeur approchée au dixième.

Au point d'intersection avec l'axe des abscisses, l'ordonnée vaut zéro. On résout donc l'équation de la tangente en posant $y = 0$:

1. $-0,02576x + 2,3 = 0$.
2. $x = 2,3 / 0,02576 \approx 89,2857$.
3. L'abscisse représente un temps en secondes ; on arrondit au dixième.

Cette abscisse est la valeur de τ demandée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\tau \approx 89,3\,\text{s}$.

Capacité du supercondensateur

Question 7. Sachant que τ = RC et que R = 0,235 Ω, déterminer la capacité C du supercondensateur, puis comparer la valeur obtenue à partir du modèle avec les données du constructeur.

La relation $\tau = RC$ donne $C = \tau / R$. En utilisant l'abscisse non arrondie de l'intersection, $\tau = 2,3 / 0,02576$, et la résistance $R = 0,235\,\Omega$, on obtient $C = (2,3 / 0,02576) / 0,235$. L'unité est le farad, car $\text{s}/\Omega = \text{F}$. La capacité estimée est proche des 372 F annoncés par le constructeur ; l'écart est d'environ 2 %.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $C \approx 380\,\text{F}$, proche des 372 F du constructeur.

2. Parachutisme, forces et freinage d’un avion

L’exercice étudie le vol d’un Airbus A400M au moment d’un saut de parachutistes, à partir de ses caractéristiques et d’un graphique de masse volumique de l’air selon l’altitude. Il exploite aussi une chronophotographie du parachutiste et les données de freinage de l’avion à l’atterrissage.

Vol de l’avion

Question 1. Indiquer la propriété que doit vérifier la résultante, ou somme, des forces qui s’exercent sur l’avion lorsque son mouvement est rectiligne et uniforme.

Le mouvement rectiligne et uniforme signifie que le vecteur vitesse de l’avion est constant. Dans un référentiel galiléen, le principe d’inertie indique alors que la somme vectorielle des forces qui s’exercent sur lui est nulle. Autrement dit, les forces se compensent deux à deux dans leur résultante, même si elles ne sont pas toutes de même direction.

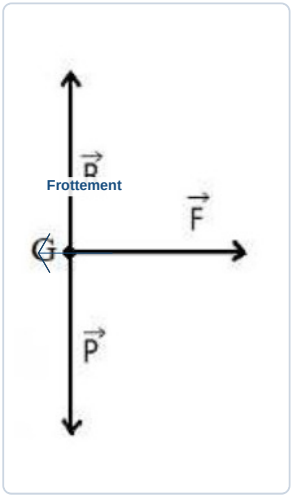
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La résultante des forces exercées sur l’avion est nulle.

Bilan des forces

Question 2. Reproduire la figure représentant les forces exercées sur l’avion au point G et la compléter en ajoutant la force manquante.

Le schéma représente déjà le poids $\vec{P}$, la réaction de l’air $\vec{R}$ et la propulsion $\vec{F}$, appliqués au point G. Le mouvement étant uniforme, la force manquante compense horizontalement la propulsion. Elle correspond à la force de frottement de l’air et pointe dans le sens opposé au mouvement de l’avion.

Force de frottement ajoutée au schéma



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> En G, ajouter la force de frottement de l’air, horizontale et dirigée vers l’arrière.

Force de frottement fluide

Question 3. À l'aide de l'expression de la force de frottement fluide, du graphique de masse volumique de l'air et des caractéristiques de l'A400M, déterminer la valeur de cette force au moment du saut.

Le graphique donne à 12 km une masse volumique de l'air d'environ $0,32\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$. En unités SI, on applique $F_x = \frac{1}{2}\rho v^2 S C_x$, avec $v = 242\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, $S = 221\ \mathrm{m^2}$ et $C_x = 0,015$. La lecture graphique étant approximative, le résultat est arrondi à deux chiffres significatifs.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $F_x \approx 3,1 \times 10^4\ \mathrm{N}$, soit environ 31 kN.

Comparaison des forces

Question 4. Comparer la valeur de la force de frottement fluide à la norme de la force de propulsion et commenter.

La force de frottement estimée est d'environ $31\ \mathrm{kN}$, comme la force de propulsion donnée dans l'énoncé. Ces forces horizontales sont de sens opposés, car la traînée s'oppose au mouvement. Elles se compensent donc presque, ce qui est cohérent avec le vol rectiligne et uniforme. L'approximation provient notamment de la lecture de la masse volumique sur le graphique.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La traînée et la propulsion, toutes deux proches de 31 kN, se compensent presque.

Chronophotographie

Question 5. À partir de la chronophotographie et de son échelle, déterminer la valeur expérimentale de la variation de vitesse Δv_7 entre les positions M_6 et M_8.

Sur la chronophotographie, les vecteurs vitesse $\vec{v}_6$ et $\vec{v}_8$ pointent vers le bas. En comparant leur différence de longueur à l'échelle indiquée, qui représente $1\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, on estime la variation entre les deux vitesses. Cette variation est orientée vers le bas, puisque la vitesse augmente dans le sens de la chute.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta\vec{v}_7 \approx 0,5\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, vers le bas.

Accélération

Question 6. À partir de la variation de vitesse déterminée entre M_6 et M_8, en déduire la valeur de l'accélération du parachutiste.

Les vitesses $\vec{v}_6$ et $\vec{v}_8$ sont séparées par deux intervalles de temps. Ainsi, $\Delta t = 2 \times 0,020 = 0,040\ \text{s}$. L'accélération moyenne sur cet intervalle est le quotient de la variation de vitesse obtenue à la question précédente par cette durée. Elle a le même sens que cette variation, vers le bas.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $a \approx 12,5\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$, vers le bas.

Nature de la chute

Question 7. Comparer l'accélération obtenue à l'intensité de la pesanteur et conclure quant à la nature de la chute du parachutiste.

L'accélération expérimentale est d'environ $12,5\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$, à comparer à $g = 10\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$. Les valeurs sont proches à l'échelle de cette mesure, dont les vitesses sont estimées sur un schéma. Avant l'ouverture du parachute, la chute peut donc être considérée comme approximativement libre sur l'intervalle étudié.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La chute est approximativement libre : l'accélération mesurée est proche de g.

Piste d'atterrissage

Question 8. Un avion de masse totale 5,0 × 10⁴ kg touche le sol à 223 km·h⁻¹ et subit une force de freinage de 1,5 × 10⁵ N. Déterminer la distance parcourue avant l'arrêt à l'aide de la variation de son énergie cinétique et du travail des forces extérieures.

La vitesse initiale est $v = 223/3,6 \approx 61,9\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. Le théorème de l'énergie cinétique donne $-\frac{1}{2}mv^2 = -Fd$, car l'avion s'arrête et le travail de la force de freinage est négatif. Le poids et la réaction du sol ne travaillent pas sur la piste horizontale. On en déduit $d = mv^2/(2F)$, avec les données de l'énoncé.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La distance de freinage est d'environ $6,4 \times 10^2\ \text{m}$, soit 640 m.

3. Équations différentielles, dérivation, nombres complexes et population

Cet exercice de mathématiques comporte quatre questions indépendantes sur une équation différentielle, le signe d'une dérivée, le produit de nombres complexes et un modèle exponentiel de population. Il mobilise la résolution d'équations, l'étude de fonctions et l'interprétation d'un modèle.

Question 1

Question 1.1. Déterminer l'ensemble des solutions de l'équation différentielle y′ = -2y + 40.

On écrit l'équation sous la forme **y′ + 2y = 40**. Une solution particulière constante est 20, car 2 × 20 = 40. L'équation homogène associée, y′ + 2y = 0, a pour solutions $C\,e^{-2x}$, où C est une constante réelle. La somme de cette solution homogène et de la solution particulière donne l'ensemble des solutions de l'équation proposée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pour tout réel x : $y(x) = 20 + C\,e^{-2x}$, avec $C \in \mathbb{R}$.

Question 1.2. En déduire la solution f de l'équation différentielle qui vérifie f(0) = 200.

On utilise la solution générale $y(x) = 20 + C\,e^{-2x}$. La condition f(0) = 200 impose $200 = 20 + C\,e^{0}$. Comme $e^{0} = 1$, on trouve C = 200 − 20 = 180. En remplaçant C par cette valeur, on obtient la solution cherchée. Elle vérifie bien la condition initiale puisque f(0) = 20 + 180 = 200.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $f(x) = 20 + 180\,e^{-2x}$.

Question 2

Question 2. Pour $f(x) = (x - 1)e^{x}$, justifier le signe de f′(x) indiqué dans le tableau, avec une annulation en 0.

La dérivée d'un produit donne $f'(x) = e^{x} + (x - 1)e^{x} = x\,e^{x}$. Or e^{x} est strictement positif pour tout réel x. Ainsi, f′(x) a le même signe que x : elle est négative avant 0, s'annule en 0 et est positive après 0. Cela justifie le tableau fourni.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $f'(x) = x\,e^{x}$: négative si x < 0, nulle en 0, positive si x > 0.

Question 3

Question 3.1. Pour $z_1 = 2e^{i\pi/3}$ et $z_2 = \sqrt{2}e^{i\pi/4}$, exprimer le produit $z_1 \times z_2$ sous forme exponentielle.

Pour multiplier deux nombres complexes écrits sous forme exponentielle, on multiplie leurs modules et on additionne leurs arguments. Le module du produit vaut $2 \times \sqrt{2} = 2\sqrt{2}$. Son argument vaut $\pi/3 + \pi/4 = 7\pi/12$, déjà compris dans l'intervalle usuel $]-\pi\ ;\ \pi]$. On combine donc ce module et cet argument dans l'écriture exponentielle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $z_1 \times z_2 = 2\sqrt{2}\ e^{i7\pi/12}$.

Question 3.2. En déduire une forme trigonométrique du produit $z_1 \times z_2$.

La forme trigonométrique d'un nombre complexe de module r et d'argument θ est $r(\cos\theta + i\sin\theta)$. Ici, le produit a pour module $2\sqrt{2}$ et pour argument $7\pi/12$, obtenus à la question précédente. On peut aussi écrire $\cos(7\pi/12) = (\sqrt{2} - \sqrt{6})/4$ et $\sin(7\pi/12) = (\sqrt{6} + \sqrt{2})/4$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $z_1 \times z_2 = 2\sqrt{2}\ [\cos(7\pi/12) + i\sin(7\pi/12)]$.

Question 4

Question 4.1. Pour le modèle $f(t) = 10e^{0,02t}$, estimer le nombre d'habitants au 1er janvier 2020 et au 1er janvier 2021.

Le temps t est exprimé en années depuis le 1er janvier 2020, et f(t) donne la population en millions d'habitants. À cette date, $t = 0$, donc $f(0) = 10e^0 = 10$. Au 1er janvier 2021, $t = 1$, donc $f(1) = 10e^{0,02} \approx 10,2$. Les résultats sont ainsi directement exprimés en millions d'habitants.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Au 1er janvier 2020 : 10 millions. Au 1er janvier 2021 : environ 10,2 millions d'habitants.

Question 4.2. D'après le modèle $f(t) = 10e^{0,02t}$, déterminer l'année durant laquelle l'effectif de la population dépassera 20 millions d'habitants.

On résout $10e^{0,02t} > 20$. Après division par 10 puis application du logarithme, cela donne $t > \ln(2)/0,02 \approx 34,7$. Le dépassement survient donc après 34 années écoulées depuis le 1er janvier 2020 et avant 35 années écoulées. Cela correspond à l'année 2054, et non à 2024.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

L’effectif dépassera 20 millions au cours de l’année 2054.

4. Sécurité acoustique, batteries et pile à combustible

L'exercice prend pour contexte le métier d'avitailleur avion afin d'étudier le niveau sonore près d'un appareil et des mesures statistiques d'exposition quotidienne au bruit. Il aborde ensuite l'énergie du pack batterie d'une Renault Zoé, le pouvoir calorifique du dihydrogène et le fonctionnement d'une pile à combustible.

Sécurité acoustique

Question 1. Un avion produit à 20 m une intensité acoustique de 5,01 × 10⁻⁴ W·m⁻². Déterminer si l'avitailleur qui se trouve à cette distance est immédiatement en danger.

Le niveau sonore est donné par $L = 10\log(I/I_0)$, avec $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \mathrm{W\cdot m^{-2}}$. Ainsi, $L = 10\log((5{,}01 \times 10^{-4})/(1{,}0 \times 10^{-12})) \approx 87{,}0\ \mathrm{dB}$. L'échelle du sujet situe le seuil de danger à 85 dB. Le niveau à 20 m dépasse ce seuil : l'avitailleur est donc immédiatement exposé à un niveau sonore dangereux.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $L \approx 87{,}0\ \mathrm{dB} > 85\ \mathrm{dB}$: l'avitailleur est en danger.

Question 2. Proposer une solution que la direction de l'aéroport peut mettre en place pour protéger l'avitailleur du bruit.

La direction peut agir directement sur la protection individuelle de l'avitailleur. Une protection adaptée atténue le bruit reçu par l'oreille et réduit l'exposition durant les opérations sur le tarmac.

- Fournir un casque antibruit ou des bouchons d'oreilles adaptés.
- Veiller à leur port lors des opérations bruyantes près des avions.

Cette mesure répond au dépassement du seuil de danger indiqué dans le sujet.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fournir des protections auditives adaptées, comme un casque antibruit.

Mesures acoustiques

Question 3. À partir des dix mesures fournies du niveau d'exposition quotidienne au bruit L_{8h}, déterminer la valeur moyenne $\overline{L}_{8h}$.

La moyenne arithmétique des dix mesures est leur somme divisée par $n = 10$. Le calcul donne $\overline{L}_{8h} = (79{,}1 + 80{,}2 + 79{,}5 + 79{,}7 + 80{,}1 + 81{,}0 + 78{,}9 + 78{,}2 + 79{,}1 + 79{,}6)/10 = 79{,}54\ \mathrm{dB}$. Les valeurs étant relevées au dixième de décibel, on peut présenter le résultat arrondi à un chiffre après la virgule.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\overline{L}_{8h} = 79{,}54\ \mathrm{dB}$, soit $79{,}5\ \mathrm{dB}$ au dixième.

Question 4. Déterminer l'écart-type expérimental σ_{n-1}, également noté S_x, associé aux mesures de L_{8h}.

Étape	Calcul	Valeur
Somme des carrés des écarts à la moyenne	$\sum (L_i - 79{,}54)^2$	$5{,}504\ \text{dB}^2$
Écart-type expérimental	$\sqrt{5{,}504/(10-1)}$	$0{,}782\ \text{dB}$

On utilise $n - 1 = 9$ au dénominateur pour l'écart-type expérimental des dix mesures. La valeur peut ensuite être arrondie à deux chiffres significatifs.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\sigma_{n-1} = S_x \approx 0{,}78\ \text{dB}$.

Incertitude de mesure

Question 5. À l'aide de la relation fournie et de l'écart-type expérimental, déterminer l'incertitude-type statistique de type A sur la valeur moyenne $\overline{L}_{8h}$.

1. La relation fournie est $u(\overline{L}_{8h}) = \sigma_{n-1}/\sqrt{n}$.
2. On prend $\sigma_{n-1} \approx 0{,}782\ \text{dB}$ et $n = 10$.
3. Le calcul donne $u(\overline{L}_{8h}) = 0{,}782/\sqrt{10} \approx 0{,}247\ \text{dB}$.

Cette incertitude-type statistique porte sur la valeur moyenne de la série.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $u(\overline{L}_{8h}) \approx 0{,}25\ \text{dB}$.

Interprétation du risque

Question 6. Comparer la valeur moyenne mesurée au seuil de 80 dB, déterminer l'écart entre ces deux valeurs en nombre d'incertitudes-types et conclure quant au risque couru par les avitailleurs au cours d'une journée de travail.

La moyenne est sous le seuil de $80\ \text{dB}$ de $80 - 79{,}54 = 0{,}46\ \text{dB}$. Rapporté à l'incertitude-type, cet écart vaut $0{,}46/0{,}247 \approx 1{,}9$. La moyenne reste donc proche du seuil au regard de l'incertitude. Ces mesures ne permettent pas de conclure nettement que l'exposition est inférieure au seuil de danger pour huit heures de travail. Le risque ne peut pas être écarté.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La moyenne est à environ 1,9 incertitude-type sous 80 dB : le risque ne peut pas être écarté.

Batterie de la Renault Zoé

Question 7. À l'aide d'un calcul, vérifier que l'énergie disponible dans la batterie d'une Renault Zoé vaut effectivement 52 kWh, puis commenter le résultat à partir des données fournies sur la densité massique et la masse du pack.

Donnée	Valeur
Masse du pack	326 kg
Densité massique approximative	150 Wh/kg
Énergie estimée	$326 \times 150 = 48\,900$ Wh, soit 48,9 kWh

Le résultat est proche des 52 kWh annoncés, mais ne les reproduit pas exactement. L'écart est cohérent avec la densité massique donnée comme une valeur approximative : la capacité du pack est donc bien de l'ordre de 52 kWh.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $48{,}9\ \mathrm{kWh}$, valeur proche des $52\ \mathrm{kWh}$ annoncés.

Avion à hydrogène

Question 8. En considérant que le réservoir du Piper M contenait 7,0 kg de dihydrogène, déterminer l'énergie fournie par le carburant s'il est totalement consommé.

1. Le pouvoir calorifique du dihydrogène vaut $142\ \mathrm{MJ\cdotp kg^{-1}}$ et la masse consommée est $7{,}0\ \mathrm{kg}$.
2. Avec $PC = E/m$, on obtient $E = PC \times m = 142 \times 7{,}0 = 994\ \mathrm{MJ}$.
3. La conversion en unités SI donne $994\ \mathrm{MJ} = 9{,}94 \times 10^{8}\ \mathrm{J}$.

Il s'agit de l'énergie fournie par la consommation complète du dihydrogène.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $E = 994\ \mathrm{MJ} = 9{,}94 \times 10^{8}\ \mathrm{J}$.

Pile à combustible

Question 9. À partir des réactions électrochimiques fournies, indiquer en justifiant si le dihydrogène est un oxydant ou un réducteur et si le dioxygène est un oxydant ou un réducteur.

À l'anode, la demi-équation $\mathrm{H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-}$ montre que le dihydrogène cède des électrons. Une espèce qui cède des électrons est un réducteur : le dihydrogène est donc le réducteur de la pile. À la cathode, le dioxygène capte des électrons dans $\mathrm{O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)}$. Le dioxygène est donc l'oxydant.

✓ RÉPONSE À RETENIR

H_2 est le réducteur et O_2 est l'oxydant.

Question 10. Indiquer quelle équation de réaction électrochimique correspond à une oxydation et laquelle correspond à une réduction, en justifiant.

On distingue oxydation et réduction en observant le transfert des électrons dans les demi-équations fournies.

- À l'anode, $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ libère des électrons : c'est une oxydation.
- À la cathode, $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ consomme des électrons : c'est une réduction.

Une oxydation correspond à une perte d'électrons et une réduction à un gain d'électrons.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Anode : oxydation. Cathode : réduction.

Question 11. Écrire l'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile à combustible.

Pour obtenir l'équation-bilan, on multiplie la demi-équation de l'anode par 2 afin d'avoir quatre électrons, comme dans celle de la cathode. En additionnant les deux équations, les électrons et les ions H^+ présents des deux côtés se simplifient. Il reste l'équation globale équilibrée : le dihydrogène et le dioxygène sont consommés, et l'eau est formée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$

Question 12. Déterminer la masse d'eau rejetée par l'avion si les 7,0 kg de dihydrogène initialement contenus dans le réservoir sont entièrement consommés, puis commenter le résultat.

Grandeur	Valeur
Masse molaire du dihydrogène	$2{,}00\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
Masse molaire de l'eau	$18{,}0\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
Masse d'eau produite	$7{,}0 \times 18{,}0/2{,}00 = 63$ kg

L'équation $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ donne une mole d'eau par mole de dihydrogène. La masse d'eau dépasse celle du dihydrogène consommé parce que l'oxygène est prélevé dans l'air.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$m(H_2O) = 63\ \text{kg}$.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2023)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité Physique-Chimie et Mathématiques du baccalauréat technologique STI2D, session 2023, code 23-2DPCMAMX1, durée 3 heures, sans coefficient imprimé. Répartie en 14 points de physique-chimie et 6 points de mathématiques, elle porte sur les supercondensateurs, le parachutisme, les fonctions, l'acoustique, les batteries et la pile à hydrogène.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Énergie d'un condensateur : $Wc = 1/2 \times C \times u^2$, avec Wc en joules, C en farads et u en volts.
- En mouvement rectiligne uniforme, la résultante des forces est nulle ; la traînée vaut $Fx = 1/2 \times \rho \times v^2 \times S \times Cx$.
- Niveau sonore : $L = 10 \log_{10}(I/I_0)$; pour n mesures, l'incertitude-type de la moyenne vaut $\sigma_{n-1}/\sqrt{n}$.
- Dans une pile à combustible, l'oxydation libère des électrons et la réduction les consomme ; la réaction globale est $H_2 + 1/2\ O_2 \rightarrow H_2O$.

Points de vigilance & attentes du jury

- Lire les échelles des graphiques et des schémas avant de relever les valeurs ; convertir les unités, notamment les grammes en kilogrammes et les $km \cdot h^{-1}$ en $m \cdot s^{-1}$.
- Pour une tangente, calculer f'(a) et f(a), puis utiliser y = f'(a)(x - a) + f(a).
- Pour comparer la moyenne au seuil acoustique, exprimer l'écart en nombre d'incertitudes-types et interpréter le résultat.
- Dans les bilans de réaction, vérifier la conservation des atomes et des charges, puis relier les coefficients aux quantités de matière.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer l'énergie initiale du supercondensateur à partir du graphique ?

Relever la tension initiale u à l'instant t = 0, utiliser la capacité C = 372 F et appliquer $Wc = 1/2 \times C \times u^2$. Le résultat est en joules ; pour le convertir en Wh, le diviser par 3 600.

Q : Comment trouver l'accélération à partir de la chronophotographie du parachutiste ?

Lire les vecteurs vitesse v_6 et v_8 sur la chronophotographie en utilisant l'échelle, puis déterminer leur variation vectorielle. Les positions étant séparées de 0,020 s, diviser cette variation par 0,040 s pour obtenir l'accélération.

Q : Comment organiser les trois heures entre les exercices ?

Le sujet dure trois heures et les exercices totalisent 20 points. Repérez d'abord les questions accessibles, répartissez le temps selon leur poids et gardez quelques minutes pour vérifier les calculs, les unités et les conclusions.

Q : Que faut-il présenter pour justifier un calcul dans cette épreuve ?

Écrire la relation utilisée, remplacer les grandeurs par leurs valeurs avec les unités, détailler le calcul et donner un résultat accompagné de son unité. Pour une conclusion, comparer explicitement la valeur obtenue au seuil ou au modèle demandé.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Physique-chimie et mathématiques/2023/Bac STI2D - Physique-chimie et mathématiques - Session 2023 - 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.