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 2021 • Code sujet : **21-2DPCMAME3** • Durée : **3 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Préparation d’un échantillon de glace (7 questions) **Page 3**

2. Profondeur d’un trou de forage (8 questions) **Page 6**

3. Vrai ou faux : fonctions, radioactivité, équations différentielles et nombres complexes (6 questions) **Page 9**

4. Stockage d’une carotte de glace (10 questions) **Page 11**

5. Analyse de l’eau d’un échantillon de glace (8 questions) **Page 15**

6. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 18**

Sujet officiel (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Physique-chimie et mathématiques/2021/Bac STI2D - Physique-chimie et mathématiques - Session 2021 - 1-Sujet.pdf

1. Préparation d'un échantillon de glace

Le programme ICE MEMORY conserve des carottes de glace pour étudier les variations passées du climat et de l'atmosphère. L'exercice porte sur la masse et l'énergie nécessaires pour chauffer, fondre puis réchauffer une tranche de glace, ainsi que sur la puissance fournie par l'appareil.

Question 1. Déterminer la masse de la tranche cylindrique de glace à partir de ses dimensions et de la masse volumique donnée.

Le diamètre de 10 cm correspond à un rayon de 5,0 cm, soit 0,050 m. L'épaisseur de 1,0 cm vaut 0,010 m. Le volume de la tranche cylindrique est donc **$V = \pi r^2 h = \pi \times 0{,}050^2 \times 0{,}010$**. La masse s'obtient en multipliant ce volume, en m³, par la masse volumique de la glace : **$m = 917 \times V$**. On arrondit le résultat à deux chiffres significatifs.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La masse de la tranche de glace est d'environ 0,072 kg, soit 72 g, à deux chiffres significatifs.

Question 2. Montrer qu'il faut environ 37 kJ pour chauffer la glace initialement à -40 °C, la faire fondre, puis porter l'eau liquide obtenue à 25 °C.

Étape	Énergie massique
Chauffer la glace de -40 °C à 0 °C	$2{,}06 \times 40 = 82{,}4$ kJ·kg^{-1}
Faire fondre la glace	333 kJ·kg^{-1}
Chauffer l'eau de 0 °C à 25 °C	$4{,}18 \times 25 = 104{,}5$ kJ·kg^{-1}

La somme vaut 519,9 kJ·kg^{-1}. Pour la masse de glace, **$E = 0{,}072 \times 519{,}9 \approx 37{,}4$ kJ**. Les écarts de température ont la même valeur numérique en °C et en K.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'énergie totale nécessaire est d'environ 37,4 kJ, soit environ 37 kJ pour la tranche de glace considérée.

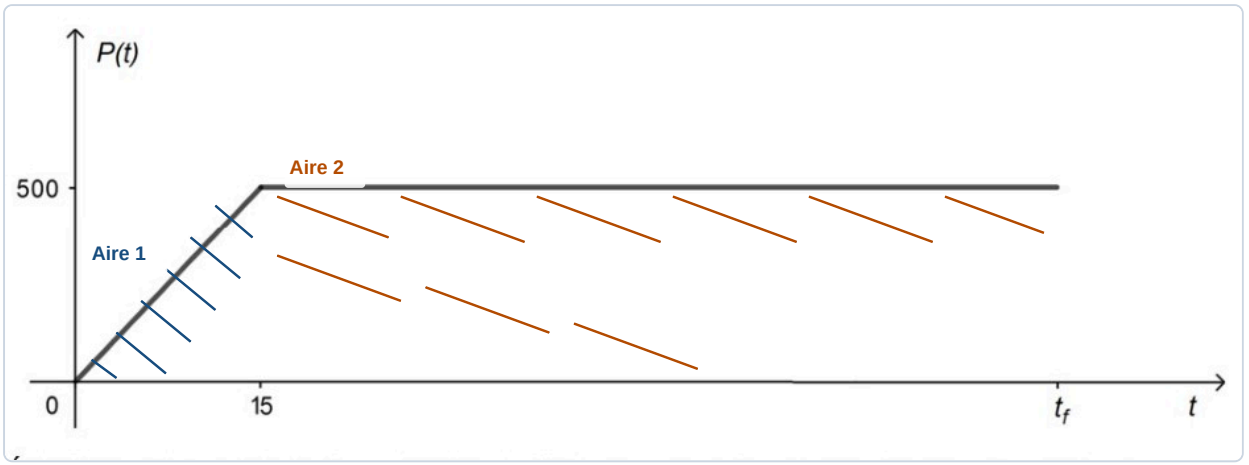
Puissance et intégrales

Question 3.1. Sur le document réponse DR1, hachurer selon les légendes les domaines dont les aires représentent les intégrales de P(t) entre 0 et 15 s puis entre 15 s et tf, et préciser la valeur de chacune de ces aires.

L'énergie fournie sur chaque intervalle est l'aire sous la courbe P(t). Le premier domaine est un triangle, de base 15 s et de hauteur 500 W. Le second est un rectangle, de hauteur 500 W et de largeur $t_f - 15$ s. Les aires, en joules puisque 1 W·s = 1 J, sont indiquées dans le tableau et les domaines correspondants sont hachurés sur le DR1.

Intervalle	Aire
0 à 15 s	½ × 15 × 500 = 3 750 J
15 s à t_f	$500(t_f - 15)$ J

DR1 : domaines des deux intégrales



✓ RÉPONSE À RETENIR

De 0 à 15 s : 3 750 J. De 15 s à t_f : $500(t_f - 15)$ J.

Question 3.2. Donner l'expression de l'intégrale de P(t) de 0 à tf en fonction de tf.

On additionne l'énergie de la montée linéaire de puissance et celle fournie à puissance constante. Le premier terme vaut 3 750 J, obtenu à la question 3.1. Le second vaut $500(t_f - 15)$ J. Ainsi, pour t_f exprimé en secondes, l'intégrale totale s'écrit :

$$\int_0^{t_f} P(t)dt = 3\,750 + 500(t_f - 15) = 500t_f - 3\,750 \text{ J}.$$

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'énergie totale fournie entre 0 et t_f vaut $500t_f - 3\,750$ joules, avec t_f exprimé en secondes.

Question 3.3. Pour t dans [0 ; 15], donner l'expression de P(t), une primitive de P sur cet intervalle, puis retrouver la valeur de l'intégrale de P(t) entre 0 et 15 s.

1. Sur [0 ; 15], P(t) est affine et passe par (0 ; 0) et (15 ; 500). Sa pente vaut 500/15, donc **P(t) = (100/3)t**, en watts.
2. Une primitive sur cet intervalle est **F(t) = (50/3)t²**.
3. Par conséquent, $\int_0^{15} P(t)dt = F(15) - F(0) = (50/3) \times 15^2 = 3\,750$ J. Cette valeur est également l'aire du triangle sous le segment de droite.

✓ RÉPONSE À RETENIR

P(t) = (100/3)t W ; une primitive est F(t) = (50/3)t² ; l'intégrale de 0 à 15 s vaut 3 750 J.

Question 4. En supposant que toute l'énergie fournie par le chauffage sert à faire fondre la glace et à porter l'eau obtenue à 25 °C, déterminer l'instant tf en utilisant les résultats des questions 2 et 3.2.

L'énergie requise, calculée à la question 2, est d'environ 37,4 kJ, soit 37 400 J. L'énergie fournie jusqu'à t_f est $500t_f - 3\,750$ J. En égalant les deux énergies, on obtient **$500t_f - 3\,750 = 37\,400$**, donc **$t_f = (37\,400 + 3\,750)/500$**. La précision du résultat reste limitée par l'approximation de l'énergie nécessaire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le modèle prévoit un temps de chauffe t_f d'environ 82 s, soit 1 min 22 s.

Question 5. Le temps de chauffe réel est de 1 min 45 s. Commenter cette durée au regard du modèle utilisé.

Le temps réel de 1 min 45 s correspond à **105 s**, soit environ 23 s de plus que la prévision du modèle. Cet écart est cohérent avec les hypothèses simplificatrices de la question 4 :

- une partie de l'énergie chauffe l'appareil et son environnement ;
- des pertes thermiques se produisent pendant le chauffage ;
- l'énergie fournie n'est donc pas intégralement transférée à la glace et à l'eau.

Le modèle idéal sous-estime ainsi la durée réelle.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le chauffage réel dure 105 s, environ 23 s de plus que la prévision idéale, notamment à cause des pertes thermiques.

2. Profondeur d’un trou de forage

L’exercice examine si le modèle de la chute libre permet d’estimer la profondeur d’un forage à partir du temps de chute d’un caillou. Des expériences au lycée servent à déterminer g et à confronter le modèle aux mesures, avant d’estimer le délai de perception d’un choc sonore sur un glacier.

Première expérience

Question 1. À l’aide du principe fondamental de la dynamique, exploiter l’enregistrement de l’accéléromètre du smartphone pour déterminer l’intensité de la pesanteur g dans le cadre du modèle de la chute libre.

Le graphique donne une accélération caractéristique d’environ $10\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$. Dans le modèle de la chute libre, le smartphone est soumis uniquement à son poids. Le principe fondamental de la dynamique s’écrit alors $m\vec{a} = m\vec{g}$, donc les normes vérifient $a = g$. On identifie ainsi l’intensité de pesanteur à la valeur lue sur l’enregistrement. Cette mesure, à la précision permise par l’échelle du graphique, fournit une estimation de g.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$g \approx 10\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$

Deuxième expérience

Question 2. Expliquer pourquoi la modélisation linéaire du carré de la durée de chute en fonction de la hauteur est en accord avec le modèle de la chute libre.

Le modèle de chute libre sans vitesse initiale donne $t_{ch} = \sqrt{2h/g}$. En élevant cette relation au carré, on obtient $t_{ch}^2 = (2/g)h$. Ainsi, t_{ch}^2 est proportionnel à h, avec un coefficient de proportionnalité constant. Sa représentation en fonction de la hauteur est donc une droite passant par l’origine. La modélisation linéaire choisie est bien de la forme prévue par le modèle physique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La modélisation est cohérente avec $t_{ch}^2 = (2/g)h$.

Question 3. Calculer l’intensité de pesanteur g pour cette expérience à partir du paramètre k de la modélisation linéaire.

Le modèle prévoit $t_{ch}^2 = (2/g)h$, tandis que l’ajustement expérimental donne $t_{ch}^2 = kh$. En identifiant les coefficients de h, on a $k = 2/g$, donc $g = 2/k$. On remplace k par sa valeur, $0{,}206\ \mathrm{s^2\cdot m^{-1}}$. Le résultat est exprimé en unités SI et arrondi à trois chiffres significatifs.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$g \approx 9{,}71\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$

Question 4. Calculer l'incertitude type u(g) sur la valeur de g en utilisant la relation donnée entre u(g)/g et u(k)/k.

La relation d'incertitude fournie est $u(g)/g = 2u(k)/k$. On isole l'incertitude recherchée : $u(g) = g \times 2u(k)/k$. En utilisant $g = 2/0{,}206$, $u(k) = 0{,}003\ \mathrm{s^2 \cdot m^{-1}}$ et $k = 0{,}206\ \mathrm{s^2 \cdot m^{-1}}$, on obtient une incertitude de l'ordre de $0{,}28\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $u(g) \approx 0{,}28\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$

Question 5. Exprimer l'intensité de pesanteur sous la forme g ± u(g), puis comparer cette valeur à celle déterminée lors de la première expérience.

La valeur centrale calculée est $g = 2/0{,}206 \approx 9{,}71\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$, et l'incertitude vaut environ $0{,}28\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$. On arrondit les deux valeurs au même rang pour présenter le résultat. L'intervalle associé est approximativement $[9{,}43 ; 9{,}99]\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$. Il contient la valeur d'environ $10\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$ estimée lors de la première expérience : les résultats sont compatibles.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $g = (9{,}71 \pm 0{,}28)\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$, compatible avec la première mesure.

Retour sur le glacier

Question 6. Pour un forage de 128 m de profondeur sur le glacier, calculer la durée de chute du caillou dans le cadre du modèle de la chute libre, avec g = 9,80 m·s⁻².

Pour un objet lâché sans vitesse initiale, la durée de chute sur une hauteur h est $t_{ch} = \sqrt{2h/g}$. On applique cette relation avec la profondeur $h = 128\ \mathrm{m}$ et l'intensité de pesanteur indiquée pour le glacier, $g = 9{,}80\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$. Les unités sont cohérentes avec une durée en secondes. On obtient une durée de chute d'environ cinq secondes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $t_{ch} \approx 5{,}11\ \mathrm{s}$

Question 7. Calculer la durée totale entre le lâcher du caillou et la perception du signal sonore, en tenant compte de la durée de chute et de la vitesse de propagation du son à l'altitude du glacier, estimée à partir du graphique.

1. À l'altitude de $4300\ \mathrm{m}$, le graphique indique une vitesse du son d'environ $323\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.
2. Le signal sonore parcourt la profondeur de $128\ \mathrm{m}$ en $128/323 \approx 0{,}40\ \mathrm{s}$.

3. La durée totale est la somme de ce temps de propagation et de la durée de chute : $t_{totale} = \sqrt{2 \times 128/9{,}80} + 128/323$. On additionne donc les deux étapes successives du trajet.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $t_{totale} \approx 5{,}51\ \text{s}$

Question 8. Expliquer les origines possibles de l'écart entre la durée totale calculée et celle qui serait effectivement observée lors de l'expérience.

Le calcul repose sur un modèle idéal : chute libre sans frottements et propagation directe du son à la vitesse estimée sur le graphique. En situation réelle, plusieurs effets peuvent allonger le délai observé :

- les frottements de l'air ralentissent le caillou ;
- les rebonds contre les parois prolongent sa chute ;
- les réflexions du son ou les conditions locales modifient son trajet et sa propagation ;
- la réaction de l'observateur et le temps de mesure ajoutent un délai.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Frottements, rebonds, propagation sonore réelle et délais de perception peuvent augmenter la durée mesurée.

3. Vrai ou faux : fonctions, radioactivité, équations différentielles et nombres complexes

Cet exercice propose six questions indépendantes portant sur les fonctions, le logarithme, la décroissance radioactive, une équation différentielle et les nombres complexes. Le candidat doit en traiter quatre, indiquer clairement leur numéro et justifier chaque réponse vraie ou fausse.

Question 1. Pour f définie sur R par f(x) = x²eˣ, préciser si l'affirmation « la fonction f est croissante sur R » est vraie ou fausse et justifier.

Par la règle du produit, $f'(x) = 2xe^x + x^2e^x = xe^x(x+2)$. Comme e^x est toujours positif, le signe de la dérivée est celui de $x(x+2)$, qui est négatif sur $]-2;0[$. La fonction décroît donc sur cet intervalle. Une fonction qui décroît sur un intervalle ne peut pas être croissante sur tout $\mathbb{R}$: l'affirmation est fausse.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fausse : f décroît sur $]-2;0[$, donc n'est pas croissante sur tout $\mathbb{R}$.

Question 2. Pour h définie sur]0 ; +∞[par h(x) = ln(2x + 1), un point M(x ; y) de sa courbe a une ordonnée supérieure à 15 cm dans un repère d'unité graphique 1 cm. Préciser si l'affirmation selon laquelle son abscisse se situe à plus de 16 km de O est vraie ou fausse et justifier.

1. Sur la courbe, $y = \ln(2x+1)$. Puisque $y > 15$, on obtient $x > (e^{15}-1)/2$, soit environ $1\,634\,508$ unités graphiques.
2. L'unité graphique vaut 1 cm et $x > 0$. La distance sur l'axe des abscisses entre O et l'abscisse de M dépasse donc $1\,634\,508$ cm, soit environ $16,35$ km. L'affirmation est vraie.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vraie : l'abscisse de M correspond à une distance de plus de 16,3 km de O.

Question 3. Le nombre de noyaux de thorium 231 suit N(t) = N(0)e^{−0,027t}, avec t en heures. Préciser si l'affirmation selon laquelle sa demi-vie est d'environ 11 heures est vraie ou fausse et justifier.

La demi-vie $t_{1/2}$ vérifie $N(t_{1/2}) = N(0)/2$. En remplaçant dans la loi donnée, $e^{-0{,}027t_{1/2}} = 1/2$, donc $t_{1/2} = \ln(2)/0{,}027$. Le calcul donne environ $25,7$ h. Cette durée est nettement supérieure aux 11 h annoncées : l'affirmation est fausse.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fausse : la demi-vie est d'environ 25,7 h, et non 11 h.

Question 4. Pour f(t) = cos(t) + 2 sin(t) et l'équation différentielle y'' + y = 0, préciser si f est une solution sur R vérifiant y(0) = 1 et y'(0) = 2, et justifier.

1. On a $f'(t) = -\sin(t) + 2\cos(t)$, puis $f''(t) = -\cos(t) - 2\sin(t) = -f(t)$. Ainsi, $f'' + f = 0$ pour tout réel t.
2. De plus, $f(0) = 1$ et $f'(0) = 2$, puisque $\cos(0) = 1$ et $\sin(0) = 0$. La fonction vérifie donc l'équation différentielle et les deux conditions initiales : l'affirmation est vraie.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vraie : f vérifie l'équation différentielle et les deux conditions initiales demandées.

Question 5. Pour le nombre complexe z = (2 - i)/(1 - 3i), préciser si z^4 est un nombre réel négatif et justifier.

Pour simplifier le quotient, on multiplie le numérateur et le dénominateur par le conjugué $1 + 3i$: $z = \frac{(2-i)(1+3i)}{(1-3i)(1+3i)} = \frac{5+5i}{10} = \frac{1+i}{2}$. On en déduit $z^2 = i/2$, puis $z^4 = -1/4$. Cette puissance est un réel strictement négatif. L'affirmation est donc vraie.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vraie : $z^4 = -\frac{1}{4}$, qui est un réel strictement négatif.

Question 6. Dans le plan complexe, les points A, B et C ont pour affixes respectives -1 + i, 4 + 2i et -4i. Préciser si le triangle ABC est rectangle et isocèle et justifier.

Les affixes donnent $A(-1;1)$, $B(4;2)$ et $C(0;-4)$. Les carrés des longueurs sont :

Côté	Calcul	Carré de la longueur
AB	$(4+1)^2 + (2-1)^2$	26
AC	$(0+1)^2 + (-4-1)^2$	26
BC	$(0-4)^2 + (-4-2)^2$	52

Ainsi, $AB = AC$ et $AB^2 + AC^2 = BC^2$. Le triangle est isocèle et rectangle en A. L'affirmation est vraie.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vraie : ABC est rectangle et isocèle en A.

4. Stockage d’une carotte de glace

L’exercice étudie la performance thermique d’une boîte isotherme garnie de panneaux isolants sous vide ISOVIP, utilisée pour conserver des carottes de glace pendant leur transport. Il porte sur les résistances et flux thermiques, la synthèse du polyester et les précautions de sécurité liées au styrène.

Résistance thermique du caisson

Question 1. Calculer la résistance thermique des panneaux ISOVIP à partir de leur épaisseur et de leur conductivité thermique, en utilisant la formule R = e/λ.

Pour une couche homogène, la résistance thermique surfacique vaut $R = e/\lambda$. On convertit d’abord l’épaisseur : $36\,\mathrm{mm} = 0{,}036\,\mathrm{m}$. Avec la conductivité du panneau $\lambda = 0{,}0052\,\mathrm{W\cdotp m^{-1}\cdotp K^{-1}}$, le calcul donne $R = 0{,}036/0{,}0052$. Les unités se simplifient en $\mathrm{m^2\cdotp K\cdotp W^{-1}}$. Cette valeur théorique concerne un matériau supposé uniforme.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> $R \approx 6{,}9\,\mathrm{m^2\cdotp K\cdotp W^{-1}}$.

Question 2. Expliquer la différence entre la résistance thermique calculée et les valeurs réelles annoncées pour les deux types de panneaux.

Le calcul $R = e/\lambda$ assimile le panneau à un matériau uniforme et décrit essentiellement son cœur. Or, les bords en polyester métallisé conduisent davantage la chaleur que le cœur : ces effets de bord réduisent la résistance réelle. Leur influence relative est plus importante sur les petits panneaux que sur les grands. Cela explique les valeurs annoncées différentes pour les deux formats.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Les effets de bord abaissent la résistance réelle : $6{,}2$ pour les petits panneaux et $6{,}7\,\mathrm{m^2\cdotp K\cdotp W^{-1}}$ pour les grands.

Question 3. Expliquer qualitativement pourquoi la résistance thermique ajoutée par la plaque d’aluminium est négligeable pour calculer la résistance globale des parois de la boîte isotherme.

La résistance thermique surfacique d’une couche vaut $R = e/\lambda$. Pour l’aluminium, l’épaisseur de $1{,}0\,\mathrm{mm}$ vaut $0{,}001\,\mathrm{m}$, et sa conductivité est très élevée, $220\,\mathrm{W\cdotp m^{-1}\cdotp K^{-1}}$. Sa résistance est donc extrêmement faible, comparée aux quelque $6\,\mathrm{m^2\cdotp K\cdotp W^{-1}}$ des panneaux ISOVIP. Son ajout ne change pratiquement pas la résistance globale.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> La résistance de l’aluminium est négligeable devant celle des panneaux ISOVIP.

Flux thermique

Question 4. Donner le sens du transfert thermique entre l'intérieur de la boîte, où la carotte est à -40 °C, et le conteneur frigorifique.

Un transfert thermique spontané se fait du milieu le plus chaud vers le milieu le plus froid. La température du conteneur frigorifique est $-18\,^{\circ}\mathrm{C}$, tandis que celle de la carotte est $-40\,^{\circ}\mathrm{C}$. Malgré leurs températures négatives, le conteneur est donc le milieu le plus chaud. La chaleur traverse les parois vers l'intérieur de la boîte et réchauffe la glace.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le transfert thermique va du conteneur vers la carotte de glace.

Question 5. Déduire du sens du transfert thermique si l'expression « pertes thermiques » est appropriée pour la boîte.

La boîte contient une carotte à $-40\,^{\circ}\mathrm{C}$, alors que le conteneur est à $-18\,^{\circ}\mathrm{C}$. Le transfert thermique va donc du conteneur vers l'intérieur de la boîte. L'énergie thermique entre dans la boîte et réchauffe la glace, au lieu de s'en échapper. Dans cette situation, parler de « pertes thermiques » pour la boîte n'est pas approprié.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Non : la boîte reçoit de l'énergie thermique, qui réchauffe la carotte.

Question 6. À partir des dimensions de la boîte et d'une résistance thermique moyenne de 6,5 m²·K·W⁻¹, déterminer le flux thermique total à travers la surface des parois.

Les dimensions du caisson sont $1{,}0\,\mathrm{m} \times 0{,}60\,\mathrm{m} \times 0{,}60\,\mathrm{m}$. La surface totale vaut $S = 2(1{,}0 \times 0{,}60 + 1{,}0 \times 0{,}60 + 0{,}60 \times 0{,}60) = 3{,}12\,\mathrm{m}^2$. L'écart de température est $\Delta\theta = -18 - (-40) = 22\,^{\circ}\mathrm{C}$. Le flux total est $\Phi = S\Delta\theta / R_{th}$, avec $R_{th} = 6{,}5\,\mathrm{m}^2\cdotp\mathrm{K}\cdotp\mathrm{W}^{-1}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Phi \approx 10{,}6\,\mathrm{W}$, entrant dans la boîte.

Question 7. En utilisant le flux thermique et l'énergie d'environ 124 kJ nécessaire pour augmenter de 1 °C la température des 60 kg de glace, déterminer le temps correspondant à cette augmentation et commenter.

L'énergie nécessaire est $124\,\mathrm{kJ} = 124\,000\,\mathrm{J}$. En supposant que le flux thermique reste constant, on applique $E = \Phi t$, donc $t = E/\Phi = 124\,000 / 10{,}56$. La durée obtenue correspond à un peu plus de trois heures. C'est une estimation simplifiée, car elle suppose que seul le transfert à travers les parois intervient et que le flux ne varie pas.

✓ RÉPONSE À RETENIR

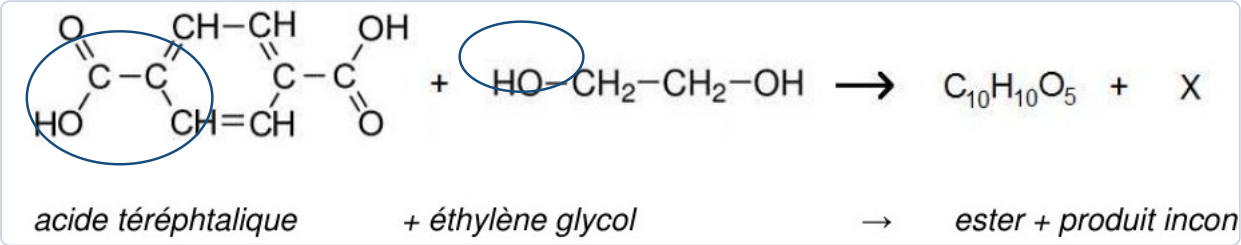
Environ $3{,}26\,\text{h}$, soit $3\,\text{h}\,16\,\text{min}$.

Synthèse de l'ester

Question 8. Sur le document réponse DR2, entourer deux groupes caractéristiques différents présents dans les réactifs et nommer les fonctions chimiques correspondantes.

Dans l'acide téréphtalique, un groupe $-\text{COOH}$ caractérise la fonction acide carboxylique. Dans l'éthylène glycol, un groupe $-\text{OH}$ caractérise la fonction alcool. Il faut entourer un groupe de chaque type dans les réactifs du document réponse DR2. Le visuel annote directement ces deux groupes sur la réaction, sans modifier les formules imprimées.

DR2 : groupes caractéristiques entourés



✓ RÉPONSE À RETENIR

$-\text{COOH}$: fonction acide carboxylique ; $-\text{OH}$: fonction alcool.

Question 9. Donner la formule brute de l'acide téréphtalique et en déduire celle du produit inconnu X dans l'équation de la réaction.

L'acide téréphtalique comporte un noyau benzénique et deux groupes carboxyle : sa formule brute est $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$. L'éthylène glycol a pour formule $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$. Les réactifs contiennent donc au total $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_6$. Le document DR2 indique pour l'ester $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_5$. La conservation des atomes laisse H_2O pour le produit inconnu X.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Acide téréphtalique : $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$; produit X : H_2O.

Sécurité

Question 10. À partir des pictogrammes de la fiche toxicologique, expliquer les précautions à prendre lors de l'utilisation du styrène.

Les pictogrammes signalent un produit inflammable, nocif ou irritant, et présentant un danger grave pour la santé. Il faut donc l'éloigner des flammes, étincelles et sources de chaleur. On le manipule sous une hotte ou dans un local bien ventilé, avec des gants et des lunettes de protection. Éviter d'inhaler les vapeurs et tout contact avec la

peau, puis refermer le récipient après usage.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Éloigner le styrène des sources d’ignition, ventiler, porter des protections et éviter l’inhalation ou le contact cutané.

5. Analyse de l’eau d’un échantillon de glace

L’exercice examine comment les acides présents dans les échantillons de glace renseignent sur l’environnement, puis étudie l’énergie fossile au moyen d’un groupe électrogène. Les tâches portent sur les couples acide-base, le pH, les conversions énergétiques et le rendement global.

Acide nitrique

Question 1. Donner la définition d’une espèce chimique acide.

Selon la définition de Brønsted, une espèce chimique acide peut céder un proton H^+ à une autre espèce. Cette définition s’applique ici à l’acide nitrique HNO_3, qui transfère un proton à l’eau lors de sa réaction avec elle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Un acide est une espèce capable de céder un proton H^+.

Question 2. Établir l’équation de la réaction entre l’acide nitrique HNO_3 et l’eau H_2O.

HNO_3 cède un proton à H_2O, qui devient l’ion oxonium H_3O^+. L’ion nitrate NO_3^- est la base conjuguée de l’acide nitrique. L’équation ci-dessous conserve les atomes et la charge électrique totale.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $HNO_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow NO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$

Question 3. Pour un échantillon de pH égal à 6,2, calculer la concentration en ions H_3O^+.

Le pH est défini par $pH = -\log_{10}[H_3O^+]$. On en déduit $[H_3O^+] = 10^{-pH}$. Pour pH = 6,2, le calcul donne $10^{-6,2} = 6,3096 \times 10^{-7}\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$. Avec deux chiffres significatifs, la concentration vaut 6,3 × 10^{-7} mol·L^{-1}.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $[H_3O^+]$ = 6,3 × 10^{-7} mol·L^{-1}.

Acide carbonique

Question 4. Par analogie avec la réaction de l'acide nitrique, expliquer comment une augmentation du taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère peut être détectée par la mesure du pH des échantillons de carottes de glace, en ne considérant que cette variation.

Le dioxyde de carbone dissous forme de l'acide carbonique H_2CO_3. Par analogie avec l'acide nitrique, il réagit avec l'eau et produit des ions H_3O^+. Si le taux de CO_2 augmente, la quantité d'acide carbonique et la concentration en ions oxonium augmentent. Le pH diminue : sa mesure dans l'eau des carottes permet donc de détecter cette hausse.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Une hausse du CO_2 augmente la quantité d'acide carbonique et fait diminuer le pH de l'eau de la neige.

Énergie fossile et environnement

Question 5. Citer un produit d'une combustion qui a un impact important sur l'environnement.

La combustion d'un combustible fossile produit notamment du dioxyde de carbone, CO_2. Ce gaz renforce l'effet de serre et contribue au changement climatique. Il s'agit donc d'un produit de combustion ayant un impact important sur l'environnement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le dioxyde de carbone (CO_2).

Question 6. Expliquer ce qu'est une énergie non renouvelable.

Une énergie non renouvelable provient d'une ressource dont les réserves sont limitées et qui se reconstitue trop lentement pour être disponible à nouveau à l'échelle humaine. Le charbon, le pétrole et le gaz naturel sont des exemples de ressources énergétiques non renouvelables.

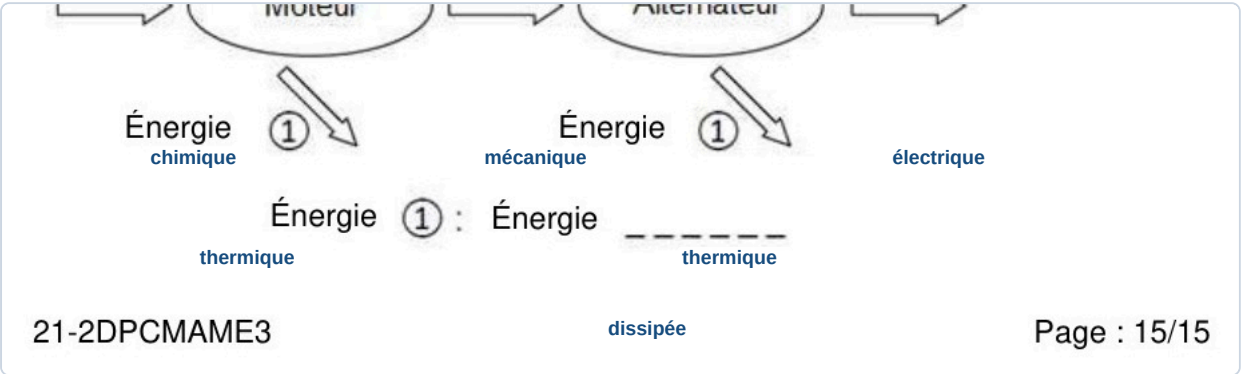
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Une énergie non renouvelable provient d'une ressource limitée qui ne se reconstitue pas à l'échelle humaine.

Groupe électrogène

Question 7. Compléter sur le document réponse DR3 la chaîne énergétique du groupe électrogène.

L'essence fournit l'énergie chimique au moteur. Celui-ci la convertit en énergie mécanique, qui entraîne l'alternateur. L'alternateur fournit l'énergie électrique utile. Le moteur et l'alternateur dissipent également une partie de l'énergie sous forme thermique. La chaîne et les pertes correspondantes sont indiquées sur le document réponse annoté.

DR3 : chaîne énergétique complétée



✓ RÉPONSE À RETENIR

Énergie chimique → moteur → énergie mécanique → alternateur → énergie électrique. Pertes sous forme d'énergie thermique dissipée.

Question 8. À partir des caractéristiques de l'essence, de la consommation du moteur et de la puissance électrique fournie, calculer le rendement global de la chaîne énergétique du groupe électrogène et commenter.

En une heure, la masse d'essence consommée est $1,0 \times 0,75 = 0,75\ \text{kg}$. La puissance chimique reçue vaut $P_{\text{chim}} = 0,75 \times 42,7 \times 10^3 / 3,6 = 8,90\ \text{kW}$. Le rendement global est le rapport entre la puissance électrique fournie et cette puissance reçue : $\eta = 1,8 / 8,90 \approx 0,20$. Environ 80 % de l'énergie chimique n'est donc pas convertie en énergie électrique utile.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement global : environ 20 %. Environ 80 % de l'énergie chimique n'est pas convertie en énergie électrique utile.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2021)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité Physique-Chimie et Mathématiques du baccalauréat technologique STI2D, session 2021, code 21-2DPCMAME3, d'une durée de 3 heures, sans coefficient imprimé. Le sujet s'appuie sur les carottes de glace et leur conservation : chauffage, chute libre, isolation thermique ou analyse chimique et groupe électrogène. Il évalue aussi des compétences mathématiques en fonctions, équations différentielles et nombres complexes.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La masse d'un cylindre se calcule par $m = \rho V$, avec V égal à l'aire de la base multipliée par la hauteur.
- Pour une puissance variable, l'énergie transférée est $E = \int P(t)dt$, soit l'aire sous la courbe de puissance.
- En chute libre sans vitesse initiale, $t^2 = 2h/g$; la pente k de t^2 en fonction de h vaut donc $2/g$.
- La résistance thermique d'une paroi homogène s'exprime par $R = e/\lambda$; le flux surfacique vaut $\varphi = \Delta\theta/Rth$.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les dimensions en unités SI avant de calculer volume, masse, énergie ou surface.
- Pour les intégrales de puissance, distinguer l'aire triangulaire du démarrage de l'aire rectangulaire à puissance constante.
- Conserver les unités et appliquer la relation d'incertitude fournie pour exprimer $g \pm u(g)$.
- Traiter quatre questions sur six à l'exercice 3 et choisir une seule version, A ou B, de l'exercice 4.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer l'énergie fournie lorsque la puissance varie au cours du temps ?

L'énergie fournie est l'intégrale de la puissance sur la durée considérée. Graphiquement, elle correspond à l'aire sous la courbe P(t). Ici, on additionne l'aire du triangle de démarrage et celle du rectangle à puissance constante.

Q : Comment obtenir g à partir de la droite représentant le carré du temps de chute ?

Le modèle de chute libre donne $t^2 = 2h/g$. En comparant avec la droite $t^2 = kh$, on identifie $k = 2/g$, donc $g = 2/k$. L'incertitude s'évalue ensuite avec la relation fournie dans l'énoncé.

Q : Dois-je répondre à toutes les questions de l'exercice 3 et aux deux versions de l'exercice 4 ?

Non. À l'exercice 3, choisissez quatre questions parmi les six et indiquez leurs numéros. À l'exercice 4, choisissez une seule version, A ou B, et signalez clairement votre choix sur la copie.

Q : Qu'est-ce qui est attendu pour justifier une affirmation de l'exercice 3 ?

Pour chacune des quatre questions choisies, indiquez si l'affirmation est vraie ou fausse, puis donnez une justification adaptée. Un choix sans justification ne répond pas complètement à la consigne, même s'il est correct.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Physique-chimie et mathématiques/2021/Bac STI2D - Physique-chimie et mathématiques - Session 2021 - 1-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.