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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SI, veuillez visiter :
bac-maths-si.fr/annales-sujets-et-corriges

Sciences de l’ingénieur et sciences physiques

Session 2026 • Métropole • Jour 1

Code sujet **26-SCIPCJ1ME1**

3 heures 30 (durée indicative : 2 h 30 pour la partie sciences de l’ingénieur et 1 h pour la partie sciences physiques)

Proposition de corrigé pédagogique • FormaV

Se repérer dans le corrigé

Sous-partie 1 — Capacité de vol du catamaran et stabilité
5 réponses • sujet p. 4–13

Sous-partie 2 — Autonomie du bateau
6 réponses • sujet p. 4–14

Sous-partie 3 — Contrôle de la direction
6 réponses • sujet p. 10–15

Exercice A — Mouvement sur un plan incliné
7 réponses • sujet p. 16–17

Exercice B — Bilan thermique d’un avion en altitude de croisière
7 réponses • sujet p. 18–19

Les numéros, parties et pages renvoient au sujet original. Chaque réponse rappelle la consigne, explique la démarche et donne le résultat.

Sous-partie 1

None points

Capacité de vol du catamaran et stabilité

Sous-partie 1 – Capacité de vol du catamaran et stabilité

Question Question 1.1

Sujet p. 4, 5

> À partir de la figure 3, relever la vitesse minimale de déjaugeage annoncée par le constructeur en m·s⁻¹ et la masse totale, en kg, de l'embarcation avec son pilote. Pour rappel, 1 nd = 1,852 km·h⁻¹.

La figure 3 indique une vitesse de déjaugeage de 8 nd. Pour la convertir en m·s⁻¹, on convertit d'abord les nœuds en km·h⁻¹, puis les km·h⁻¹ en m·s⁻¹. La masse totale est la somme de la masse du bateau et de celle du pilote, données dans la figure 3.

RÉPONSE À RETENIR

La vitesse minimale annoncée vaut $8 \times 1{,}852/3{,}6 \simeq 4{,}12\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$. La masse totale vaut $100 + 90 = 190\ \mathrm{kg}$.

Question Question 1.2

Sujet p. 6, 13

> Tracer sur le document réponse DR1 les directions et les sens des actions mécaniques s'appliquant sur l'ensemble E = {bateau + pilote}, en les nommant. À partir du théorème de la résultante dynamique en projection sur z⃗, montrer que la vitesse de déjaugeage est donnée par Vdéj = √[((mB + mP)·g)/(γ·CZ·(Savant + ½·Sarrière))]. Calculer Vdéj et conclure sur la vitesse de déjaugeage annoncée.

Sur le DR1, représenter le poids $\vec{P}$ appliqué en G, vertical vers le bas, et les forces de portance des foils vers le haut : la résultante des deux foils avant peut être représentée au point A, et la portance du foil arrière au point B. Au point C, représenter la force de l'eau sur l'hélice dans le sens de $\vec{x}$, conformément à l'énoncé. Représenter également la traînée hydrodynamique opposée au déplacement, donc opposée à $\vec{x}$. L'effet de l'air est négligé et, dans la phase étudiée, la coque est complètement hors de l'eau : la poussée d'Archimède n'intervient pas dans ce bilan.

Le mouvement est à vitesse constante : l'accélération selon $\vec{z}$ est donc nulle. Le théorème de la résultante dynamique projeté sur $\vec{z}$ donne l'équilibre entre le poids et la portance totale. Les deux foils avant ont chacun une surface S_{avant}, et le foil arrière une surface $S_{\text{arrière}}$. Ainsi :

$$\frac{1}{2}\gamma C_Z V_{\text{déj}}^2 \left(2S_{\text{avant}} + S_{\text{arrière}}\right) = (m_B + m_P)g.$$

En isolant la vitesse, on obtient

$$V_{\text{déj}} = \sqrt{\frac{(m_B + m_P)g}{\gamma C_Z \left(S_{\text{avant}} + \frac{1}{2}S_{\text{arrière}}\right)}}.$$

L'énoncé ne donne pas de valeur numérique pour la masse volumique de l'eau ; pour l'application numérique, on adopte la valeur usuelle approximative $\gamma = 1{,}0 \times 10^3\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$.

RÉPONSE À RETENIR

Avec $m_B = 100\ \text{kg}$, $m_P = 90\ \text{kg}$, $g = 9{,}81\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$, $C_Z = 0{,}8$, $S_{\text{avant}} = 0{,}08\ \text{m}^2$ et $S_{\text{arrière}} = 0{,}12\ \text{m}^2$:

$$V_{\text{déj}} = \sqrt{\frac{(100+90)\times 9{,}81}{1000\times 0{,}8\times(0{,}08+\frac{1}{2}\times 0{,}12)}} = \sqrt{\frac{1863{,}9}{112}} \simeq 4{,}08\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}.$$

Cette valeur correspond à environ $4{,}08\times 3{,}6/1{,}852 \simeq 7{,}93\ \text{nd}$, très proche des 8 nd annoncés. Le calcul valide donc l'annonce, avec la valeur approchée retenue pour la masse volumique de l'eau.

Question Question 1.3

Sujet p. 7

> Déterminer le meilleur choix de correcteur pour le déjaugeage et la stabilisation du vol. Justifier ce choix.

La profondeur visée est d'environ 300 mm sous la surface, soit une valeur de profondeur d'immersion proche de $-0{,}30\ \text{m}$ sur la figure 7. Il faut donc choisir le correcteur dont la réponse se stabilise à cette valeur. Sur le graphe, le correcteur 1 tend vers la surface de l'eau, le correcteur 2 présente des oscillations et se stabilise plus profondément, tandis que le correcteur 3 se stabilise autour de $-0{,}30\ \text{m}$.

RÉPONSE À RETENIR

Le meilleur choix est le **correcteur 3** : il permet de stabiliser l'immersion du foil autour de la valeur visée de 300 mm sous la surface.

Question Question 1.4

Sujet p. 4, 7, 13

> Compléter sur le DR1, par des signes « + » et « − », le sens de basculement du catamaran et la variation de profondeur d'immersion en fonction de l'orientation des foils.

Une augmentation commune des portances avant et arrière soulève le catamaran : la profondeur d'immersion, représentée négativement sous la surface, augmente alors. Une diminution commune l'abaisse et rend la profondeur d'immersion plus négative. Pour le basculement, le sens positif est celui indiqué sur le DR1 : une augmentation de portance arrière associée à une diminution de portance avant donne un basculement positif ; la combinaison inverse donne un basculement négatif.

RÉPONSE À RETENIR

Les cases à compléter dans le tableau du DR1 sont :

Variation de portance foil arrière	Variation de portance foils avant	Variation de profondeur d'immersion	Sens de basculement
−	−	− (déjà indiqué)	case noire, non à compléter
−	+	case noire, non à compléter	−
+	−	case noire, non à compléter	+
+	+	+	case noire, non à compléter

Question Question 1.5

Sujet p. 7

> Conclure sur les capacités de vol et de stabilisation du catamaran.

Le calcul de la question 1.2 donne une vitesse de déjaugeage d'environ $4{,}08\ \mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$, cohérente avec les 8 nd annoncés. La figure 7 montre que le correcteur 3 stabilise l'immersion à proximité de la profondeur recherchée. Enfin, des variations communes de portance des foils avant et arrière modifient la hauteur de vol, tandis que des variations différenciées produisent un basculement permettant de corriger l'assiette.

RÉPONSE À RETENIR

Les résultats sont cohérents avec les capacités de vol et de stabilisation recherchées : le catamaran peut déjauger à la vitesse annoncée, maintenir une immersion voisine de 300 mm avec le correcteur 3, et corriger son assiette en agissant sur les portances des foils avant et arrière.

Sous-partie 2

None points

Autonomie du bateau

Sous-partie 2 – Autonomie du bateau

Question Question 1.6

Sujet p. 4, 8

> Extraire du diagramme des exigences (figure 3) l'autonomie attendue à la vitesse de 10 nœuds ainsi que l'énergie stockée dans la batterie.

Dans le diagramme des exigences de la figure 3, l'exigence « Assurer l'autonomie » indique une autonomie de 2 h à 10 nd. Le bloc « Batterie » donne une énergie stockée de 5,7 kW·h.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> À 10 nd, l'autonomie attendue est de **2 h**. L'énergie stockée dans la batterie est de **5,7 kW·h**.

Question Question 1.7

Sujet p. 5, 8

> Expliquer le décrochage de la consommation sur la courbe de la figure 8 à la vitesse de 8 nœuds. Relever sur la courbe la consommation du moteur à la vitesse de 10 nœuds.

À 8 nd, la courbe présente une chute brusque de consommation. Cette vitesse correspond à la vitesse de déjaugeage indiquée dans le diagramme des exigences. Lorsque le catamaran déjauge, la coque sort de l'eau : sa traînée diminue fortement, ce qui explique la baisse de puissance consommée.

À 10 nd, la lecture de la figure 8 donne une consommation d'environ 2 kW.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le décrochage à 8 nd traduit le déjaugeage : la coque sort de l'eau et sa traînée diminue. À 10 nd, la consommation du moteur est d'environ **2 kW**.

Question Question 1.8

Sujet p. 4, 8

> En tenant compte de la profondeur de décharge et en négligeant la consommation pendant la phase de déjaugeage, calculer l'autonomie en heures de l'embarcation à la vitesse de 10 nœuds. Conclure par rapport à l'exigence du constructeur. La profondeur de décharge est limitée à 80 % de la capacité nominale de charge.

La batterie ne doit être déchargée qu'à 80 % de sa capacité nominale. L'énergie utilisable est donc :

$$E_{\text{utilisable}} = 0{,}80 \times 5{,}7 = 4{,}56 \ \text{kW} \cdot \text{h}.$$

À 10 nd, la puissance consommée est d'environ 2 kW. En négligeant la consommation pendant le déjaugeage, l'autonomie vaut :

$$t = \frac{E_{\text{utilisable}}}{P} = \frac{4{,}56 \ \text{kW} \cdot \text{h}}{2 \ \text{kW}} = 2{,}28 \ \text{h}.$$

Cette durée calculée est à comparer à l'exigence de 2 h à 10 nd.

RÉPONSE À RETENIR

L'autonomie calculée est d'environ **2,28 h**, soit environ 2 h 17 min. Elle dépasse l'exigence constructeur de 2 h à 10 nd : l'exigence est satisfaite dans les conditions de calcul retenues.

Question Question 1.9

Sujet p. 9

À l'aide du schéma électrique (figure 11), montrer que UCAN = 0,083·UBAT, puis justifier à l'aide de la caractéristique de la batterie (figure 10) que le choix de R1 et R2 permet à UCAN de ne pas dépasser la tension d'alimentation du CAN.

La figure 11 montre un pont diviseur avec $R_1 = 22\ \text{k}\Omega$ et $R_2 = 2\ \text{k}\Omega$. La tension U_{CAN} est prise aux bornes de R_2. L'entrée du CAN étant représentée par un courant nul, on applique la relation du pont diviseur :

$$U_{\text{CAN}} = U_{\text{BAT}} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = U_{\text{BAT}} \frac{2}{22 + 2} = 0{,}0833\, U_{\text{BAT}} \simeq 0{,}083\, U_{\text{BAT}}.$$

D'après la figure 10, la tension batterie maximale est d'environ 56 V. On obtient donc :

$$U_{\text{CAN,max}} \simeq 0{,}0833 \times 56 \simeq 4{,}67\ \text{V}.$$

Cette tension est inférieure à la référence de 5 V du CAN ; le conditionneur permet donc de ne pas dépasser cette valeur.

RÉPONSE À RETENIR

Le pont diviseur donne $U_{\text{CAN}} \simeq 0{,}083\, U_{\text{BAT}}$. Pour la tension maximale d'environ 56 V, $U_{\text{CAN,max}} \simeq 4{,}67\ \text{V} < 5\ \text{V}$: le choix de R_1 et R_2 convient.

Question Question 1.10

Sujet p. 8, 9, 14

Déterminer la valeur du quantum q en Volt (V) du convertisseur analogique numérique (CAN). Compléter le tableau du document réponse DR2 à l'aide de la caractéristique de la batterie (figure 10).

Le CAN code la tension sur 10 bits, soit des codes de 0 à $2^{10} - 1 = 1023$. En prenant le quantum comme l'écart entre les deux extrêmes réparti sur 1023 intervalles :

$$q = \frac{5}{1023} \simeq 0{,}00489\ \text{V}.$$

La figure 10 donne des valeurs graphiques approximatives : environ 50 V à 50 % de charge et 49 V à 30 %. Avec le rapport de conditionnement $U_{\text{CAN}} \simeq 0{,}083\, U_{\text{BAT}}$, cela donne respectivement environ 4,15 V et 4,07 V. Le code est estimé par $N_{\text{CAN}} \simeq U_{\text{CAN}}/q$, arrondi au code entier le plus proche. La ligne fournie dans le document réponse est cohérente : $4{,}66/(5/1023) \simeq 953$.

Charge de la batterie	Tension batterie U_{BAT}	Tension entrée CAN U_{CAN}	Valeur sortie CAN N_{CAN}
100 %	56 V	4,66 V	953
50 %	environ 50 V	environ 4,15 V	849
30 %	environ 49 V	environ 4,07 V	832

Les valeurs lues sur la courbe sont approximatives ; les codes seuils le sont également.

RÉPONSE À RETENIR

Le quantum vaut $q = 5/1023 \simeq \mathbf{0{,}00489}\ \mathrm{V}$. Les lignes à compléter sont : 50 % : environ 50 V, 4,15 V, **849** ; 30 % : environ 49 V, 4,07 V, **832**.

Question Question 1.11

Sujet p. 9, 14

> Compléter le programme Python sur le document réponse DR2 permettant d'alerter l'utilisateur pour les deux seuils de charge. Conclure sur la capacité du système à alerter l'utilisateur.

Les codes seuils issus du tableau sont approximativement $N_{30} = 832$ et $N_{50} = 849$. Quand la batterie se décharge, sa tension et donc le code numérique diminuent. Il faut tester d'abord le seuil de 30 % : un code inférieur ou égal à ce seuil est aussi inférieur au seuil de 50 %, et doit déclencher le message le plus précis.

Le programme complété est :

```
def testBatterie():
    """
    Informe l'utilisateur que la charge batterie passe
    sous les seuils de 50 % puis 30 %.
    Valeurs globales :
        N30 : valeur en sortie du CAN pour 30 % de charge
        N50 : valeur en sortie du CAN pour 50 % de charge
    """
    Ncan = can.read()  # acquisition de tension batterie
    if Ncan <= N30:
        afficherMessage("Charge inférieure à 30 %")
    elif Ncan <= N50:
        afficherMessage("Charge inférieure à 50 %")
    else:
        afficherMessage("Batterie suffisamment chargée")
```

La comparaison inclusive suit les signes indiqués dans le document réponse et déclenche l'alerte dès que le code atteint ou franchit le seuil correspondant.

RÉPONSE À RETENIR

Le programme affiche l'alerte « Charge inférieure à 30 % » pour $N_{\mathrm{CAN}} \leq N_{30}$, celle de 50 % pour \ (N_{30}

Sous-partie 3

None points

Contrôle de la direction

Sous-partie 3 – Contrôle de la direction

Question Question 1.12

Sujet p. 10, 11

> À l'aide de la figure 13, montrer que le nombre d'impulsions retourné par le codeur incrémental est de 250 lorsque le volant tourne de −45° à +45°. Justifier alors le choix d'un compteur 8 bits.

De −45° à +45°, le volant tourne de 90°. Le système poulies-courroie est un multiplicateur de rapport r = 10 : l'angle parcouru par le codeur est donc 10 fois celui du volant.

Le codeur tourne ainsi de 10 × 90° = 900°, soit 900° / 360° = 2,5 tours. À raison de 100 impulsions par tour, il délivre 2,5 × 100 = 250 impulsions.

Un compteur non signé sur 8 bits peut prendre 2^8 = 256 valeurs, de 0 à 255 : il peut donc compter 250 impulsions. Si le compteur doit aussi représenter des valeurs négatives autour d'une position centrale, la plage −125 à +125 tient dans celle d'un entier signé sur 8 bits, −128 à +127.

RÉPONSE À RETENIR

Le codeur délivre 250 impulsions sur toute la course du volant. Un compteur 8 bits suffit puisque 250 ≤ 255 ; un comptage signé centré autour de zéro est également possible dans la plage −128 à +127.

Question Question 1.13

Sujet p. 10, 11

> Extraire du diagramme des exigences (figure 12) la précision souhaitée de la mesure de l'angle du volant puis vérifier l'aptitude du système à atteindre cette précision.

Le diagramme des exigences de la figure 12 (exigence 2.1.1) fixe la précision souhaitée à 1°.

Le codeur fournit 100 impulsions par tour, soit un pas angulaire de 360° / 100 = 3,6° côté codeur. Le rapport multiplicateur r = 10 donne, côté volant, un pas de 3,6° / 10 = 0,36° par impulsion.

Cette résolution est plus fine que la précision exigée : 0,36° est inférieur à 1°. Le système peut donc atteindre la précision demandée.

RÉPONSE À RETENIR

Précision exigée : 1°. Résolution côté volant : 0,36° par impulsion. Comme 0,36° < 1°, le système satisfait l'exigence.

Question Question 1.14

Sujet p. 11, 12, 15

> Sachant que le comptage/décomptage se fait sur le front montant de A, indiquer sur la copie, à l'aide des chronogrammes de la figure 15, la valeur de B lors d'un comptage (sens anti-horaire) et lors d'un décomptage (sens horaire). Compléter alors le programme Python sur le DR3.

À la lecture des chronogrammes de la figure 15 au front montant de A, B vaut 0 dans le sens anti-horaire et 1 dans le sens horaire. Le sujet associe le sens anti-horaire au comptage et le sens horaire au décomptage : il faut donc incrémenter N lorsque B vaut 0 et le décrémenter lorsque B vaut 1.

Le programme complété est :

```
def comptage_decomptage(N):
    # Fonction qui renvoie N après comptage ou décomptage
    B = pinB.value()  # lecture de la valeur du capteur B
    if B == 0:
        N = N + 1
    else:
        N = N - 1
    return N
```

RÉPONSE À RETENIR

Au front montant de A : comptage anti-horaire si B = 0 ; décomptage horaire si B = 1. Le programme ci-dessus applique ces règles.

Question Question 1.15

Sujet p. 12, 15

> Compléter le tableau du DR3 en indiquant les niveaux logiques de la donnée lors de la transmission. En déduire la valeur transmise en binaire puis en hexadécimal ainsi que la valeur du bit de parité.

En FSK, les oscillations de fréquence élevée représentent 1 et celles de fréquence plus faible représentent 0. En lisant les huit intervalles de données du DR3 de gauche à droite, c'est-à-dire dans l'ordre de transmission du LSB au MSB, on obtient :

Intervalle transmis	LSB	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	MSB
Niveau logique	1	0	1	1	0	1	0	1

La séquence dans l'ordre de transmission est 10110101. Pour écrire la donnée dans l'ordre conventionnel, du MSB au LSB, on inverse cet ordre : 10101101_2. En groupant les bits par quatre, $1010\ 1101_2 = AD_{16}$.

La donnée contient cinq bits à 1, donc un nombre impair. Pour obtenir un nombre total pair de bits à 1, le bit de parité doit valoir 1.

RÉPONSE À RETENIR

Ordre de transmission (LSB au MSB) : 1, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 1. Valeur conventionnelle : $10101101_2 = AD_{16}$. Bit de parité paire : 1.

Question Question 1.16

Sujet p. 12

> Calculer la durée totale de transmission d'une salve de ces quatre informations, et montrer que la fréquence est de 22,5 transmissions par seconde.

Chaque information comporte 9 bits. À 8 kbit·s^{-1}, la durée de transmission d'une information est :

9 / 8000 s = 1,125 ms.

Les quatre informations représentent donc 4 × 1,125 = 4,5 ms de transmission de bits. Entre le début de la première et la fin de la quatrième information d'une salve isolée, il y a trois pauses de 10 ms : la durée de cette salve est donc 4,5 + 3 × 10 = 34,5 ms.

Pour une transmission qui se répète en continu, la période entre deux salves identiques comprend également la pause de 10 ms entre la quatrième information et la première de la salve suivante. La période est alors T = 4 × (1,125 + 10) = 44,5 ms. La fréquence de répétition vaut f = 1 / 0,0445 ≈ 22,47 s^{-1}, soit environ 22,5 transmissions par seconde.

RÉPONSE À RETENIR

Durée d’une salve isolée, du début de sa première information à la fin de sa quatrième : 34,5 ms. En transmission continue, la période de répétition, qui comprend aussi la pause séparant deux salves, est de 44,5 ms. La fréquence est donc d’environ 22,5 transmissions·s^{-1}.

Question Question 1.17

Sujet p. 10, 12

Extraire du diagramme des exigences (figure 12) la fréquence de transmission désirée puis conclure sur la capacité du système à transmettre les informations à la partie propulsion du bateau.

Le diagramme des exigences de la figure 12 (exigence 2.2.1) demande que les informations soient envoyées au moins 20 fois par seconde. La fréquence calculée à la question 1.16 est d’environ 22,5 transmissions par seconde. Comme 22,5 est supérieur à 20, le système atteint la fréquence minimale exigée.

RÉPONSE À RETENIR

Fréquence exigée : au moins 20 transmissions·s^{-1}. Fréquence calculée : environ 22,5 transmissions·s^{-1}. Le système satisfait donc l’exigence de transmission vers la partie propulsion.

Exercice A

None points

Mouvement sur un plan incliné

Exercice A – Mouvement sur un plan incliné

Question Q1

Sujet p. 16

> Reproduire le schéma sur la copie et y représenter, sans souci d'échelle et des proportions, le poids P⃗ et la réaction normale R⃗ du plan incliné. Soigner néanmoins la direction et l'orientation des deux vecteurs.

Le poids s'applique au centre de masse M. Sa direction est verticale et son sens est vers le bas, indépendamment de l'inclinaison du plan. La réaction normale du plan est perpendiculaire au plan incliné et dirigée du plan vers le mobile. Les frottements étant négligés, aucune force de frottement n'est à représenter.

RÉPONSE À RETENIR

Au point M, tracer $\vec{P}$ verticalement vers le bas et $\vec{R}$ perpendiculairement au plan, vers l'extérieur du plan (dans le sens de $\vec{j}$ sur le schéma).

Question Q2

Sujet p. 16

> Écrire la deuxième loi de Newton.

Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, on applique la deuxième loi de Newton au mobile. Les forces extérieures prises en compte sont le poids $\vec{P}$ et la réaction normale $\vec{R}$ du plan.

RÉPONSE À RETENIR

La deuxième loi de Newton s'écrit $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}$, soit ici $\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$.

Question Q3

Sujet p. 16

> En exploitant cette modélisation, justifier que la résultante des forces est dirigée selon Ox.

D'après la deuxième loi de Newton, la résultante des forces est $\vec{R}_{\text{ext}} = m\vec{a}$. La modélisation donne $a_x = 4{,}92\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ et $a_y = 0$. Ainsi, la résultante a une composante non nulle selon Ox et une composante nulle selon Oy : elle est donc dirigée selon Ox, dans le sens positif puisque $a_x > 0$. Sa norme vaut $ma_x = 0{,}275 \times 4{,}92 \simeq 1{,}35\ \text{N}$.

RÉPONSE À RETENIR

La résultante des forces est dirigée selon Ox, dans le sens positif de cet axe. Sa norme est d'environ $1{,}35\ \text{N}$.

Question Q4

Sujet p. 16, 17

> Calculer la valeur de la position x à l'instant t = 0,3 s à l'aide de la modélisation.

La loi horaire fournie est $x(t) = \frac{1}{2}a_x t^2$. En substituant $a_x = 4{,}92\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ et $t = 0{,}3\ \text{s}$, on obtient $x(0{,}3) = \frac{1}{2} \times 4{,}92 \times (0{,}3)^2$. L'unité obtenue est le mètre.

RÉPONSE À RETENIR

$x(0{,}3) = 0{,}2214\ \text{m}$, soit environ $0{,}22\ \text{m}$.

Question Q5

Sujet p. 17

> Déterminer graphiquement la position du mobile à l'instant t = 0,3 s. Commenter l'écart obtenu avec le résultat de la question Q4.

Sur la figure 3a, à l'abscisse $t = 0{,}3\ \text{s}$, le point expérimental se lit à environ $x = 0{,}185\ \text{m}$. En comparaison avec le résultat de Q4, l'écart en valeur absolue est d'environ $|0{,}2214 - 0{,}185| = 0{,}0364\ \text{m}$. Cette lecture graphique reste approximative.

RÉPONSE À RETENIR

La position graphique à $0{,}3\ \text{s}$ est d'environ $0{,}185\ \text{m}$, soit environ $0{,}036\ \text{m}$ de moins que la valeur modélisée $0{,}2214\ \text{m}$. Les mesures expérimentales ne suivent donc pas exactement la modélisation ; la lecture graphique et les mesures comportent une incertitude.

Question Q6

Sujet p. 17

> À l'aide de la figure 3b, déterminer graphiquement la valeur de l'accélération.

L'accélération est la pente de la représentation de la vitesse en fonction du temps : $a \simeq \frac{\Delta v}{\Delta t}$. En lisant deux points éloignés de la figure 3b, par exemple $(0{,}10\ \text{s}; 0{,}50\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1})$ et $(0{,}40\ \text{s}; 1{,}90\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1})$, on obtient $a \simeq \frac{1{,}90-0{,}50}{0{,}40-0{,}10} = 4{,}67\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

RÉPONSE À RETENIR

La valeur graphique de l'accélération est d'environ $4{,}7\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$, à la précision de lecture du graphique.

Question Q7

Sujet p. 16, 17

> Indiquer si la valeur obtenue est exactement la même que celle prédite par la modélisation. Si non, proposer une explication.

La modélisation prévoit une accélération de $4{,}92\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$, tandis que la lecture graphique de Q6 donne environ $4{,}7\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$. Ces valeurs sont proches, mais ne sont pas exactement égales. La lecture du graphique est approximative et les mesures expérimentales comportent des incertitudes. Les hypothèses simplificatrices de la modélisation, notamment la négligence des frottements, peuvent aussi contribuer à l'écart.

RÉPONSE À RETENIR

Non : la valeur graphique, environ $4{,}7\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$, n'est pas exactement égale à la valeur modélisée de $4{,}92\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$. L'écart peut s'expliquer par les incertitudes de mesure et de lecture, ainsi que par les simplifications du modèle.

Exercice B

None points

Bilan thermique d’un avion en altitude de croisière

Exercice B – Bilan thermique d’un avion en altitude de croisière

Question Q1

Sujet p. 18, 19

> Indiquer dans quel sens s’effectue le transfert thermique par conduction entre l’intérieur et l’extérieur du fuselage. Justifier.

La conduction transfère spontanément l’énergie thermique de la zone la plus chaude vers la zone la plus froide. Or la surface intérieure est à $T_{\text{int}} = 20\ ^\circ\text{C}$ et la surface extérieure à $T_{\text{ext}} = -53\ ^\circ\text{C}$, donc $T_{\text{int}} > T_{\text{ext}}$.

RÉPONSE À RETENIR

Le transfert thermique par conduction s’effectue de l’intérieur vers l’extérieur du fuselage.

Question Q2

Sujet p. 19

> Montrer que l’expression du flux thermique de conduction Φcond est : Φcond = (Tint − Text)·(2π·λ·r·L/e).

La résistance thermique fournie est $R_{\text{th}} = \dfrac{e}{2\pi\lambda r L}$. Le flux thermique de conduction est égal à la différence de température divisée par la résistance thermique. En prenant le sens intérieur vers extérieur comme sens positif :

$$\Phi_{\text{cond}} = \frac{T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}}{R_{\text{th}}} = (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})\frac{2\pi\lambda r L}{e}.$$

RÉPONSE À RETENIR

$$\boxed{\Phi_{\text{cond}} = (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})\frac{2\pi\lambda r L}{e}}$$

Question Q3

Sujet p. 19

> Vérifier que la valeur de Φcond est d’environ 7,7 kW.

La différence de température vaut $T_{\text{int}} - T_{\text{ext}} = 20 - (-53) = 73\ \text{K}$. Avec $\lambda = 0{,}030\ \text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, $r = 2{,}8\ \text{m}$, $L = 60\ \text{m}$ et $e = 0{,}30\ \text{m}$, on calcule :

$$\Phi_{\text{cond}} = 73 \times \frac{2\pi \times 0{,}030 \times 2{,}8 \times 60}{0{,}30}\ \text{W} \approx 7{,}71 \times 10^{3}\ \text{W}.$$

RÉPONSE À RETENIR

$\Phi_{\text{cond}} \approx 7{,}7\ \text{kW}$, ce qui vérifie la valeur annoncée.

Question Q4

Sujet p. 19

> Déterminer l’expression de la capacité thermique Cair de l’air de l’habitacle en fonction de cair, ρair et V. Calculer sa valeur et la comparer avec la donnée C.

La masse d’air dans l’habitacle est $m_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} V$. La capacité thermique d’une masse m est $C = c\,m$. Ainsi :

$$C_{\text{air}} = c_{\text{air}} \rho_{\text{air}} V.$$

Numériquement, $C_{\text{air}} = (1{,}0 \times 10^3)(1{,}3)(1{,}4 \times 10^3) = 1{,}82 \times 10^6 \ \text{J} \cdot \text{K}^{-1}$. On compare cette valeur à la capacité thermique globale de l'habitacle donnée, $C = 1{,}9 \times 10^6 \ \text{J} \cdot \text{K}^{-1}$. L'écart relatif par rapport à C est d'environ $4\ \%$.

RÉPONSE À RETENIR

$$\boxed{C_{\text{air}} = c_{\text{air}} \rho_{\text{air}} V = 1{,}82 \times 10^6 \ \text{J} \cdot \text{K}^{-1}}$$

Cette valeur est proche de la capacité thermique globale donnée $C = 1{,}9 \times 10^6 \ \text{J} \cdot \text{K}^{-1}$, et lui est légèrement inférieure.

Question Q5

Sujet p. 19

> En régime permanent et donc à température constante, montrer que le premier principe de la thermodynamique appliqué au système {air de l'habitacle} conduit à la relation PCVC = Φcond − Ppass, avec PCVC la puissance apportée à l'air de l'habitacle par le dispositif de CVC. Les passagers, assis et calmes, fournissent ensemble à l'air de l'habitacle une puissance thermique Ppass = 14 kW.

On applique le premier principe au système $\{\text{air de l'habitacle}\}$. En régime permanent, la température et donc l'énergie interne du système restent constantes : la variation d'énergie interne est nulle. L'air reçoit la puissance P_{CVC} du dispositif et la puissance P_{pass} des passagers, tandis qu'il perd par conduction la puissance Φ_{cond}. Le bilan de puissance s'écrit donc :

$$0 = P_{\text{CVC}} + P_{\text{pass}} - \Phi_{\text{cond}}.$$

En isolant P_{CVC}, on obtient la relation demandée.

RÉPONSE À RETENIR

$$\boxed{P_{\text{CVC}} = \Phi_{\text{cond}} - P_{\text{pass}}}$$

Question Q6

Sujet p. 19

> Calculer la valeur de PCVC. En déduire si le dispositif de CVC permettant de maintenir constante la température intérieure doit fournir une puissance thermique à l'air situé dans l'habitacle (chauffage) ou en recevoir (climatisation).

En utilisant $\Phi_{\text{cond}} \approx 7{,}71 \ \text{kW}$ et $P_{\text{pass}} = 14 \ \text{kW}$, la relation de Q5 donne :

$$P_{\text{CVC}} = 7{,}71 - 14 \approx -6{,}29 \ \text{kW}.$$

La puissance est négative selon la convention où une puissance CVC positive est apportée à l'air. Le dispositif doit donc retirer de la chaleur à l'air de l'habitacle.

RÉPONSE À RETENIR

$P_{\text{CVC}} \approx -6{,}3 \ \text{kW}$. La CVC doit assurer une climatisation : elle doit recevoir de l'air de l'habitacle une puissance thermique d'environ $6{,}3 \ \text{kW}$.

Question Q7

> Le dispositif de CVC tombe en panne. En supposant que le flux thermique de conduction reste à peu près constant, calculer la température Tdéf qu'atteindrait l'air situé à l'intérieur de l'habitacle une heure après la défaillance du dispositif de CVC. Commenter.

Après la panne, $P_{\mathrm{CVC}} = 0$. En conservant le flux de conduction à peu près constant, le bilan de puissance de l'habitacle est $P_{\mathrm{pass}} - \Phi_{\mathrm{cond}}$. Il est positif, donc l'air se réchauffe. On utilise la capacité thermique globale donnée $C = 1{,}9 \times 10^{6}\ \mathrm{J \cdot K^{-1}}$ et $\Delta t = 1\ \mathrm{h} = 3600\ \mathrm{s}$. Le bilan énergétique est :

$$C(T_{\mathrm{déf}} - T_{\mathrm{int}}) = (P_{\mathrm{pass}} - \Phi_{\mathrm{cond}})\Delta t.$$

Avec $P_{\mathrm{pass}} = 14\ \mathrm{kW}$ et $\Phi_{\mathrm{cond}} \approx 7{,}71\ \mathrm{kW}$:

$$T_{\mathrm{déf}} = 20 + \frac{(14 - 7{,}71) \times 10^{3} \times 3600}{1{,}9 \times 10^{6}}\ ^{\circ}\mathrm{C} \approx 31{,}9\ ^{\circ}\mathrm{C}.$$

RÉPONSE À RETENIR

$$\boxed{T_{\mathrm{déf}} \approx 32\ ^{\circ}\mathrm{C}}$$

La température augmente d'environ $12\ ^{\circ}\mathrm{C}$ en une heure : les passagers apportent davantage de puissance thermique que la conduction n'en évacue. Cette estimation repose sur l'hypothèse demandée d'un flux de conduction à peu près constant.

Sujet : https://www.sujetdebac.fr/annales-pdf/2026/spe-sciences-ingenieur-2026-metropole-1-sujet-officiel.pdf
© FormaV EI • Proposition de correction, distincte d'un corrigé officiel.

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.