Bac 2026 Métropole (Jour 1) **Correction © https://www.labolycee.org**
Spécialité Sciences de l'ingénieur(e) **Sciences physiques**

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

Q1. Indiquer dans quel sens s'effectue le transfert thermique par conduction entre l'intérieur et l'extérieur du fuselage. Justifier.

Le transfert thermique par conduction s'effectue de la source chaude vers la source froide soit ici de l'intérieur (20°C) vers l'extérieur (–53°C).

Q2. Montrer que l'expression du flux thermique de conduction Φ_{cond} est :

$$\phi_{cond} = (T_{int} - T_{ext}) \cdot \frac{2\pi \cdot \lambda \cdot r \cdot L}{e}$$

On a $(T_{int} - T_{ext}) = R_{th} \cdot \phi_{cond}$ (analogie $U = R \cdot I$)

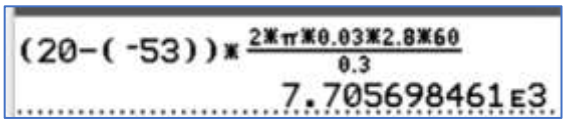
$\phi_{cond} = \dfrac{(T_{int} - T_{ext})}{R_{th}}$ or $R_{th} = \dfrac{e}{2\pi \cdot \lambda \cdot r \cdot L}$

Donc on obtient bien $\phi_{cond} = (T_{int} - T_{ext}) \cdot \dfrac{2\pi \cdot \lambda \cdot r \cdot L}{e}$

Q3. Vérifier que la valeur de Φ_{cond} est d'environ 7,7 kW.

$$\phi_{cond} = (20 - (-53))\text{K} \times \frac{2\pi \times 0{,}030\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot K^{-1} \times 2{,}8\ \text{m} \times 60\ \text{m}}{0{,}30\text{m}} = 7{,}7 \times 10^3\ \text{W} = 7{,}7\ \text{kW}$$

On retrouve la valeur annoncée.



Q4. Déterminer l'expression de la capacité thermique C_{air} de l'air de l'habitacle en fonction de c_{air}, ρ_{air} et V. Calculer sa valeur et la comparer avec la donnée C.

Par définition, $C_{air} = m_{air} \times c_{air} = \rho_{air} \times V_{air} \times c_{air}$

Donc $C_{air} = 1{,}3\text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \times 1{,}4 \times 10^3 \text{m}^3 \times 1{,}0 \times 10^3 \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 1{,}8 \times 10^6\ \text{J.K}^{-1}$

Cette valeur est légèrement inférieure à C car on n'a pas tenu compte des parois de l'habitacle mais uniquement de l'air.

De plus, on suppose que tous les passagers, assis et calmes, fournissent ensemble à l'air de l'habitacle une puissance thermique P_{pass} = 14 kW.

Q5. 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 $P_{CVC} = \Phi_{cond} - P_{pass}$, avec P_{CVC} la puissance apportée à l'air de l'habitacle par le dispositif de CVC.

D'après le 1er principe de la thermodynamique : $\Delta U = W + Q$

On considère que W = 0 (le système {air de l'habitacle} n'échange pas de travail) Ainsi $\Delta U = Q$.

Or, si la température est constante, Q = 0 donc ΔU = 0.

Or $\Delta U = P_{pass} \times \Delta t - \phi_{cond} \times \Delta t + P_{CVC} \times \Delta t = 0$.

> 0	< 0	>0
reçu par l'air	cédé	reçu par l'air
les passagers	l'air	CVC en
chauffent l'air	se refroidit	mode chauffage

En divisant par Δt on obtient $P_{pass} - \phi_{cond} + P_{CVC} = 0$ et finalement $P_{CVC} = \Phi_{cond} - P_{pass}$

Q6. Calculer la valeur de P_{CVC}. 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).

$P_{CVC} = 7,7 \text{ kW} - 14 \text{ kW} = -6,3 \text{ kW}$

Cela signifie que le dispositif de CVC doit évacuer un surplus de chaleur : il fonctionne en climatiseur (on pouvait s'en douter vu que 7,7 kW sont dissipés vers l'extérieur mais 14 kW sont produits par les passagers – une situation qui rappelle les salles de classes …)

Q7. Le dispositif de CVC tombe en panne. En supposant que le flux thermique de conduction reste à peu près constant, calculer la température $T_{déf}$ qu'atteindrait l'air situé à l'intérieur de l'habitacle, une heure après la défaillance du dispositif de CVC. Commenter.
Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.

Si le système de CVC tombe en panne, globalement le système {air de l'habitacle} reçoit une puissance thermique de 6,3 kW (il reçoit 14kW des passagers et cède 7,7 kW vers l'extérieur).
En une heure cela correspond à une énergie $E_{1h} = P_{CVC} \times \Delta t$

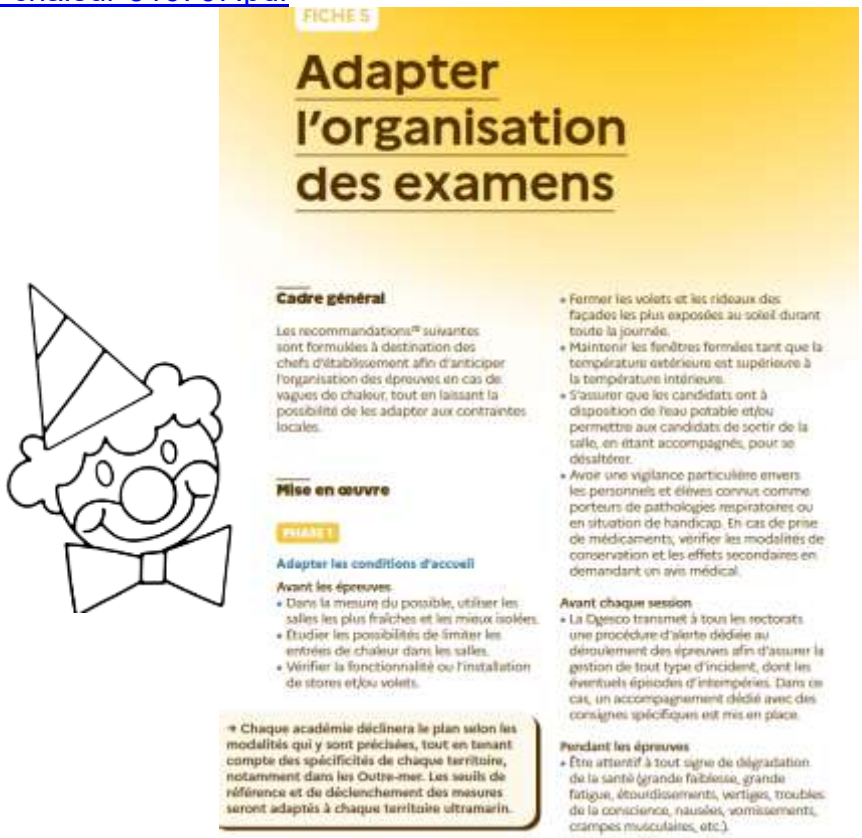
$$E_{1h} = 6,3 \times 10^3 \times 3600 = 2,268 \times 10^7 \text{ J}$$

Cette énergie est reçue par l'air de l'habitacle : $E_{1h} = C_{air} \times \Delta T = C_{air} \times (T_{def} - T_{int})$

Donc $T_{def} - T_{int} = \dfrac{E_{1h}}{C_{air}} \Leftrightarrow T_{def} = T_{int} + \dfrac{E_{1h}}{C_{air}} 1.8$

Ainsi $T_{def} = 20°\text{C} + \dfrac{2,268 \times 10^7}{1,8 \times 10^6} = 32,6°\text{C}$

Cette température serait difficilement supportable par les passagers, mais c'est cependant la température moyenne d'une salle de classe en France aux mois de Mai-Juin.
Mais heureusement maintenant nous avons un plan ministériel de gestion des vagues de chaleur
https://www.education.gouv.fr/sites/default/files/document/plan-ministeriel-de-gestion-des-vagues-de-chaleur-516767.pdf



FICHE 5

Adapter l'organisation des examens

Cadre général

Les recommandations[1] suivantes sont formulées à destination des chefs d'établissement afin d'anticiper l'organisation des épreuves en cas de vagues de chaleur, tout en laissant la possibilité de les adapter aux contraintes locales.

Mise en œuvre

PHASE 1

Adapter les conditions d'accueil

Avant les épreuves

- Dans la mesure du possible, utiliser les salles les plus fraîches et les mieux isolées.
- Étudier les possibilités de limiter les entrées de chaleur dans les salles.
- Vérifier la fonctionnalité ou l'installation de stores et/ou volets.
- Fermer les volets et les rideaux des façades les plus exposées au soleil durant toute la journée.
- Maintenir les fenêtres fermées tant que la température extérieure est supérieure à la température intérieure.
- S'assurer que les candidats ont à disposition de l'eau potable et/ou permettre aux candidats de sortir de la salle, en étant accompagnés, pour se désaltérer.
- Avoir une vigilance particulière envers les personnels et élèves connus comme porteurs de pathologies respiratoires ou en situation de handicap. En cas de prise de médicaments, vérifier les modalités de conservation et les effets secondaires en demandant un avis médical.

Avant chaque session

- La Dgesco transmet à tous les rectorats une procédure d'alerte dédiée au déroulement des épreuves afin d'assurer la gestion de tout type d'incident, dont les éventuels épisodes d'intempéries. Dans ce cas, un accompagnement dédié avec des consignes spécifiques est mis en place.

Pendant les épreuves

- Être attentif à tout signe de dégradation de la santé (grande faiblesse, grande fatigue, étourdissements, vertiges, troubles de la conscience, nausées, vomissements, crampes musculaires, etc.).

→ Chaque académie déclinera le plan selon les modalités qui y sont précisées, tout en tenant compte des spécificités de chaque territoire, notamment dans les Outre-mer. Les seuils de référence et de déclenchement des mesures seront adaptés à chaque territoire ultramarin.