

Chapitre 16 — Transferts thermiques et bilans d'énergie

Exercices supplémentaires, page 373

Exercice 1 : Simple double ou triple vitrage ?

Des fenêtres de 3 m^2 doivent être remplacées afin de limiter les pertes thermiques avec l'extérieur.

La température de la pièce à isoler est $T_{\text{pièce}} = 20 \text{ °C}$, la température extérieure est $T_{\text{ext}} = 5 \text{ °C}$.

Différentes configurations sont proposées.

A : une fenêtre constituée d'un simple vitrage de 4 mm d'épaisseur.

B : double vitrage composé de deux simples vitrages séparés par 12 mm d'air.

C : triple vitrage, où chaque espace entre deux vitres est de 12 mm.

Données

- Résistance thermique d'une surface de 3 m^2 d'air de 12 mm d'épaisseur $R_{\text{th,air}} = 1,6 \times 10^{-1} \text{ K.W}^{-1}$
- Résistance thermique d'une surface de 3 m^2 de simple vitrage de 4 mm d'épaisseur $R_{\text{th,vitre}} = 1,1 \times 10^{-3} \text{ K.W}^{-1}$

a. Déterminer la résistance thermique, puis le flux thermique de chaque configuration.

b. Proposer une explication au fait que la majorité des ventes se font en doubles vitrages.

Exercice 2 : Équilibre thermique du corps humain

« Pour un sujet normal, d'activité modérée, la production de chaleur s'évalue à environ $2\,100 \text{ kcal/j}$. Sans perte de chaleur compensatrice, sous forme de rayonnement, conduction et convection, cette production d'énergie thermique entraînerait une augmentation de la température corporelle estimée à plus de 1 °C par heure. »

D'après biologiedelapeau.fr

On considère un individu débarrassé de ses vêtements. Une surface $S = 1,2 \text{ m}^2$ de sa peau est en contact avec l'extérieur et rayonne comme un corps noir de température $T_{\text{corps}} = 37 \text{ °C}$. Afin de compenser de manière optimale la production de chaleur, il doit rayonner un flux thermique $\varphi_{\text{r,opt}} = 85 \text{ W}$.

Données

- $1 \text{ kcal} = 4,18 \text{ kJ}$.
- Loi de Stefan-Boltzmann pour un corps noir : $\varphi = \sigma S T^4$, avec φ le flux thermique rayonné par le corps de surface S et $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$.

Chapitre 16 — Transferts thermiques et bilans d'énergie

a. Préciser quelle est la grandeur physique désignée par « production de chaleur » dans le texte. Convertir la valeur du texte dans son unité SI.

b. Indiquer si cette valeur correspond à la valeur de $\varphi_{r,opt}$ donnée. Proposer une explication.

c. À l'aide de la loi de Stefan-Boltzman, montrer que le flux thermique perdu par rayonnement par le corps s'exprime : $\varphi_r = \sigma \times S \times (T_{corps}^4 - T_{amb}^4)$.

d. Calculer le flux thermique φ_r perdu par rayonnement par l'individu pour des températures ambiantes de 15 °C, 25 °C et 37 °C. En déduire la température ambiante la mieux adaptée à cet individu.

Exercice 3 : Échauffement des roues d'un roller ***

On souhaite déterminer l'échauffement des roues d'un roller lors d'une compétition de half-pipe.

Un compétiteur se laisse tomber d'une hauteur h_0 avec une vitesse initiale nulle et finit, après plusieurs allers-retours par s'arrêter en bas du half pipe.

On considérera que :

- le travail des forces de frottement se dissipe à moitié dans le half pipe et à moitié dans le système {compétiteur ; rollers} ;
- dans le système {compétiteur ; rollers}, seules les huit roues des rollers voient leur énergie interne modifiée au cours de l'expérience.

Données

- Masse du système {compétiteur ; roller} : $m_s = 65$ kg.
- Masse d'une roue : $m_R = 0,10$ kg.
- Capacité thermique massique des huit roues : $c_{roues} = 1,0$ kJ.kg⁻¹.K⁻¹.
- Intensité de la pesanteur $g = 9,81$ m.s⁻².
- Hauteur du half-pipe $h_0 = 2,50$ m.

a. Écrire la relation entre la variation d'énergie mécanique du système {compétiteur ; roller} et le travail des forces de frottements.

b. En déduire, à l'aide d'un bilan d'énergie, la relation entre la variation d'énergie interne du système et le travail des forces de frottement.

c. Rappeler la relation entre la variation d'énergie interne et la variation de température ΔT du système.

d. Calculer la variation de température des roues au cours de l'expérience. Commenter le résultat.