

Révisions 11

Diffusion thermique

Exercice 1

La cuisson d'un œuf de poule à la coque dure 3 min. Un œuf moyen de poule a une masse comprise entre 53 g et 63 g.

Quelle serait la durée pour faire cuire à la coque un œuf d'autruche, sachant que la masse de celui-ci est comprise entre 1,2 kg et 1,8 kg ?

Exercice 2

Pour passer la nuit, un inuit dort dans un igloo constitué de neige compactée de surface extérieure $S = 4 \text{ m}^2$. La neige compactée est un bon isolant de conductivité thermique $\lambda = 0,25 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. L'épaisseur de l'igloo est notée e .

La température extérieure $T_{ext} = -40^\circ\text{C}$ est constante. Tous les points de l'air intérieur et des parois intérieures sont à la même température T à un instant donné.

1. L'inuit est une source thermique qui dégage $0,5M \text{ J}$ par heure pendant son sommeil. Exprimer la puissance P_{th} dégagée par l'inuit en unités SI.

2. Pendant la nuit, quand le feu à l'intérieur de l'igloo s'est éteint, la température intérieure est $T = 20^\circ\text{C}$, tandis que celle à l'extérieur est $T_{ext} = -40^\circ\text{C}$. Si la conduction thermique à travers les murs de l'igloo est le facteur dominant dans les pertes thermiques, quelle valeur doit avoir l'épaisseur e pour que l'intérieur de l'igloo ne refroidisse pas ?

3. Quel serait le schéma thermique (association de résistances thermiques) si on devait considérer aussi les pertes thermiques dues à la porte d'entrée en peau de phoque et au fait que la paroi externe de l'igloo est recouverte d'une couche de neige fraîche dont la conductivité thermique est différente de celle de la neige compactée ?

Exercice 3

Un cylindre de rayon R_0 et de longueur infinie maintenu à la température $T_0 = -50^\circ\text{C}$ est placé dans de l'eau liquide (considérée comme un milieu infini) à la température $T_1 = 0^\circ\text{C}$. Une couche de glace va se former à la surface du cylindre, on note e l'épaisseur de cette couche de glace. On pourra considérer que la diffusion thermique dans la couche de glace correspond à un régime stationnaire.

Trouver l'équation différentielle vérifiée par e et indiquer comment la résoudre.

Exercice 4

Une barre conductrice latéralement calorifugée de longueur L , de section S constante, de résistivité électrique ρ et de conductivité thermique λ , est parcourue par un courant d'intensité I constante et uniformément répartie. On étudie le régime stationnaire. On pose $T_1 = T(0)$ et $T_2 = T(L)$.

a. Établir, à partir d'un bilan thermique, l'équation différentielle qui régit les variations de $T(x)$. Déterminer la température $T(x)$ au sein de la barre en fonction de $T_1, T_2, L, x, \rho, \lambda, I$ et S .

b. À quelle condition $T(x)$ passe-t-elle par un maximum ?

c. Calculer l'entropie volumique créée sc par unité de temps dans la barre, à l'abscisse x . Conclure.

Exercice 5

Une réaction nucléaire a lieu dans un barreau cylindrique de rayon a , d'axe Ox .

Elle dégage la puissance q par unité de volume. La conductivité thermique λ du barreau est constante. L'air extérieur est à la température T_e uniforme, le coefficient de transfert thermique à la surface barreau - air est noté h . On se place en régime stationnaire.

On considère le barreau suffisamment long pour que la température T ne dépende que de r , distance d'un point du barreau à l'axe Ox . La conduction thermique est radiale.

Établir, à partir d'un bilan thermique, l'équation différentielle qui régit les variations de $T(r)$.

Après avoir défini les conditions aux limites, déterminer la répartition de température $T(r)$ au sein du barreau. Quelle est sa valeur maximale ?