

Contrôle du Transfert de chaleur

Questions de cours : (6.5pts)

1/ Quelle sont les lois utilisées pour calculer le flux de chaleur pour :

- La conduction, la convection et le rayonnement.

2/ Quelle est la force motrice à la convection naturelle.

3/ Quels sont les définitions des nombres adimensionnels pour une plaque plane:

Le nombre de Prandtl, de Reynolds et de Nusselt.

Exercice 1 : (3.5 pts)

Calculer le flux traversant une vitre de 1 m^2 de surface et de $3,5 \text{ mm}$ d'épaisseur. La température de la face interne de la vitre est égale à 10°C , celle de la face externe est égale à 5°C . En déduire la résistance thermique de la vitre.

La Conductivité thermique du verre est: $\lambda_v = 0,7 \text{ W.m}^{-1}.\text{C}^{-1}$

- Pour les mêmes températures de la paroi, calculer le flux traversant un m^2 de mur de briques de 26 cm d'épaisseur. En déduire la résistance thermique. La Conductivité thermique des briques : $\lambda_b = 0,52 \text{ W.m}^{-1}.\text{C}^{-1}$.

Exercice 2 : (4 pts)

Une surface de 2cm^2 rayonne comme un corps noir à la température de 1500°C .

Calculer :

1. La puissance totale rayonnée dans l'espace;
2. Sa luminance énergétique;
3. La longueur d'onde pour laquelle le rayonnement est maximal.

(La constante de Stefan-Boltzmann: $\sigma = 5,67.10^{-8} \text{ W/m}^2.\text{K}^4$)

Exercice 3 : (6pts)

Un flux de chaleur égal à 3 kW , traverse un cylindre de 4cm de diamètre et de 3m de longueur et de température de 21°C . L'air circule le long de ce cylindre est maintenu à une température de 18°C .

1. Déterminer le coefficient de l'échange de chaleur par convection (h).
2. Déduire le nombre de Nusselt de l'écoulement sachant que: $\lambda = 0,026 \text{ W/m}.\text{C}$.
3. Calculer le nombre de Reynolds de l'écoulement. En admettant que:

$Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4}$, si le nombre de Prandtl est égal à $0,73$.

Corrigée type

Questions de cours : (6.5 pts)

1/ Les lois utilisées pour calculer la densité du flux de chaleur :

- La conduction : la loi de Fourier $\vec{\phi} = -\lambda s \text{ grad } T$ 1

- La convection : la loi de Newton $\phi = hs(T_p - T_f)$ 1

- Le coefficient de l'échange de chaleur par convection (h):

$$\phi = h \cdot S \cdot (T_f - T_p) \Leftrightarrow h = \frac{\phi}{S \cdot (T_f - T_p)}; S = \pi \cdot D \cdot L \quad 0.5$$

$$h = \frac{\phi}{\pi \cdot D \cdot L \cdot (T_f - T_p)} = \frac{3000 \text{ W}}{\pi \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 3 \text{ m} \cdot (180 - 21) \text{ C}} = 50,04 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{C}} \quad 0.5$$

- Le nombre de Nusselt (Nu):

$$Nu = \frac{h \cdot d}{\lambda} = \frac{50,04 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{C}} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{0,026 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{C}}} = 77,53 \quad 0.5$$

Le nombre de Reynolds (Re)

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \Leftrightarrow Re = \sqrt[0,8]{\frac{Nu}{0,023 \cdot Pr^{0,4}}} \quad 0.5$$

$$Re = \sqrt[0,8]{\frac{Nu}{0,023 \cdot Pr^{0,4}}} = \sqrt[0,8]{\frac{77,53}{0,023 \cdot (0,73)^{0,4}}} = 30651,74 \quad 0.5$$