

Niveau : L3

Option : Construction mécanique

SERIE N° : 04

Module : Transfert de chaleur

Exercice n°01 :

En reprenant la démarche suivie en convection forcée, effectuer l'analyse dimensionnelle pour retrouver l'expression du nombre de Grashof en convection naturelle.

Exercice n° 02 :

Détermination de la vitesse du son dans un gaz (Analyse dimensionnelle)

Les paramètres déterminants pour la vitesse du son, a , sont:

ρ : masse spécifique, p : pression, η : viscosité

L'équation cherchée est de la forme: $f(a, \rho, p, \eta) = 0$

a) Combien y a-t-il de grandeurs?

b) Combien y a-t-il de dimensions?

c) Combien y a-t-il de paramètres sans dimension?

d) Déterminer la loi de la vitesse du son dans un gaz?

Exercice n° 03 :

Dans un cylindre de 4 cm de diamètre circule de l'air à la vitesse moyenne de 26,5 m/s.

Calculer le coefficient de transfert de chaleur h sachant que:

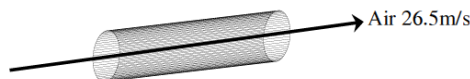
$$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 0,24 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$\eta = 1,9 \cdot 10^{-5} \text{ Pa s}$$

$$k = 6,2 \cdot 10^{-6} \text{ kcal/m s }^\circ\text{C}$$

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4}$$



Exercice n°04

Une plaque mince d'une longueur de 3m et d'une largeur de 1,5m est sous l'effet d'un écoulement d'air à la vitesse de 2,0m/s et de température de 20°C, dans la direction longitudinale. La température des surfaces de la plaque est de 84°C. Il est demandé de calculer:

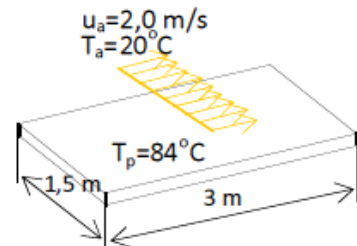
1. Le coefficient d'échange de la chaleur par convection suivant la longueur (pour $Pr=0,71$);

2. Le flux de chaleur transmis par la plaque à l'air.

Les caractéristiques de l'air à 20°C sont:

$$\rho=1,175 \text{ kg/m}^3, \mu=1,8 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m.s}, k=0,026 \text{ W/m.K}$$

$$\text{et } C_p = 1006 \text{ J/kg.K.}$$



Exercice n°05:

De l'huile à température $T_h=80^\circ\text{C}$ circule le long d'une surface plane à la vitesse $u=1\text{ m s}^{-1}$. La température des surface est : $T_s=120^\circ\text{C}$

Les propriétés de l'huile, à la température 100°C sont :

- Conductivité thermique : $\lambda_h=0,126\text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$,
- Viscosité cinématique : $\nu_h=20,30\times 10^{-6}\text{ m}^2\text{ s}^{-1}$,
- Nombre de Prandtl : $\text{Pr}_h=315$.

a) En supposant que la valeur critique du nombre de Reynolds pour cet écoulement est 5×10^5 , déterminer sur quelle distance l'écoulement de la couche limite est laminaire.

b) Quelle est la valeur du coefficient d'échange pour cette distance critique ?

Exercice n°6

Le mur d'un bâtiment a 6 m de haut et 10 m de long. Sous l'échauffement dû au soleil, sa température extérieure atteint $T_m=40^\circ\text{C}$. La température ambiante extérieure est $T_{\text{air}}=20^\circ\text{C}$.

On donne les propriétés physiques suivantes de l'air, à la température de 30°C :

- Masse volumique : $\rho_{\text{air}}=1,149\text{ kg m}^{-3}$
- Conductivité thermique : $\lambda_{\text{air}}=0,0258\text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$
- Viscosité dynamique : $\mu_{\text{air}}=18,4\times 10^{-6}\text{ Pa s}$
- Capacité thermique massique : $C_{p_{\text{air}}}=1006\text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$

Calculer le flux de chaleur échangé par convection entre le mur et l'air.