

INTERROGATION N°2

TRANSFERT THERMIQUE

Exercice 01 (13pts)

De l'eau glacée à $T_{\text{eau}} = 8^{\circ}\text{C}$ circule à la vitesse de $V=1 \text{ m/s}$ à l'intérieur d'un tube en acier de diamètres **20/27 mm**.

La température de l'air ambiant est $T_{\text{air}}= 25^{\circ}\text{C}$. La longueur du tuyau est **$L=30 \text{ m}$** .

1. Calculer la valeur du coefficient de convection interne h_i .
2. Calculer les résistances thermiques convectives interne et externe (la conduction à travers l'épaisseur du tube est négligeable).
3. Calculer le flux de chaleur total gagné par le tube.
4. Calculer la température interne du tube.

Coefficient de convection externe $h_e = 10 \text{ W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$

Propriétés de l'eau :

$$\rho_{\text{eau}}=1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_{\text{eau}}=1,3 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$$

$$\lambda_{\text{eau}}=0,6 \text{ W/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$C_{p\text{eau}}=4180 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$Pr_{\text{eau}} \approx 9$$

Exercice 02 (7pts)

1. Calculer l'émittance monochromatique d'un filament de tungstène à la température de **1403K** et à la longueur d'onde $\lambda=4,5\mu\text{m}$ (le rayonnement thermique se réalise dans le vide).
2. Calculer la longueur d'onde λ_m pour une émittance maximale.
3. Quel type de rayonnement s'agit-il ?
4. Calculer l'émittance monochromatique dans ce cas.



I. Corrélations en convection forcée sans changement d'état:

1. Ecoulement à l'intérieur d'un tube.

a. Régime turbulent

- Colburn : $N_u = 0,023 \cdot P_r^{1/3} \cdot Re^{0.8}$ (régime permanent)
- Colburn corrigée : $N_u = 0,023 \cdot P_r^{1/3} \cdot Re^{0.8} \cdot [1 + (d/x)^{0.7}]$ (régime transitoire)

b. Régime laminaire :

- Leveque : $N_u = 3,66$ pour $A > 0.1$ $N_u = 1,077 \cdot A^{-1/3}$ pour $A < 0.1$

Avec $A = x / (Re \cdot P_r)$

Re	A	m
$1 < Re < 4$	0.891	0.33
$4 < Re < 40$	0.821	0.385
$40 < Re < 4000$	0.615	0.466
$4 \cdot 10^3 < Re < 4 \cdot 10^4$	0.174	0.618
$4 \cdot 10^4 < Re < 4 \cdot 10^5$	0.024	0.805

2. Ecoulement autour d'un tube.

- Cas d'un gaz : Hilpert $N_u = C \cdot Re^m$
- Cas d'un liquide : $N_u = 1,11 \cdot C \cdot Re^m \cdot P_r^{1/3}$

3. Ecoulement autour d'un faisceau de tubes :

- $N_u = 0,26 \cdot Re^{0.6} \cdot P_r^{0.33}$ (faisceau aligné)
- $N_u = 0,33 \cdot Re^{0.6} \cdot P_r^{0.33}$ (faisceau en quinconce)

4. Ecoulement le long d'une plaque plane parallèle :

a. Régime turbulent

$$(N_{uL})_{\text{moy}} = 0,036 \cdot P_r^{1/3} \cdot Re_L^{0.8}$$

b. Régime laminaire :

$$(N_{uL})_{\text{moy}} = (2/3) \cdot P_r^{1/3} \cdot Re_L^{0.5}$$

II. Corrélations en convection naturelle sans changement d'état :

$$Nu = C \cdot (Ra)^n \quad n = 1/4 \text{ (régime laminaire)} \quad n = 1/3 \text{ (régime turbulent)}$$

Géométrie	L	C	
		R. laminaire	R. turbulent
plaque verticale	hauteur	0.59	0.13
cylindre horizontal	diamètre extérieur	0.53	0.10
plaque horizontale chauffant vers le haut	largeur	0.54	0.14
plaque horizontale chauffant vers le bas	largeur	0.27	0.07

III. Rayonnement :

- 1^{ère} loi de Wien : $\lambda_M = \frac{2898 \cdot 10^{-6}}{T}$
- 2^{ème} loi de Wien : $M_{0\lambda_M T} = 1287 \cdot 10^{-8} \cdot T^5$
- Loi de Planck : $M_{0\lambda T} = \frac{C_1 \lambda^{-5}}{\exp(\frac{C_2}{\lambda T}) - 1}$ $C_1 = 3,741 \cdot 10^{-16}$ $C_2 = 1,4388 \cdot 10^{-2}$

