

TD 1 : transfert thermique

Exercice 1 :

1/ Calcul du flux de chaleur transféré :

$$Q = mC_p(T_s - T_e)$$

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m}{\Delta t} C_p (T_s - T_e)$$

$$\Phi = \dot{m} C_p (T_s - T_e)$$

$$\dot{m} = 360 \text{ kg/h} = 0,1 \text{ kg/s}$$

$$C_p = 4,18 \text{ kJ/kg.K} = 4,18 \times 10^3 \text{ J/kg.K}$$

$$A.N : \Phi = -4180 \text{ W}$$

2/ L'incertitude sur le flux :

$$\begin{cases} Z = X - Y \\ dZ = \frac{\partial Z}{\partial X} dX + \frac{\partial Z}{\partial Y} dY = dX - dY \\ \Delta Z = \Delta X + \Delta Y \end{cases}$$

$$\Delta(T_s - T_e) = \Delta T_s + \Delta T_e = 2,0 \text{ K}$$

$$d\Phi = \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{m}} d\dot{m} + \frac{\partial \Phi}{\partial T_{se}} dT_{se}$$

$$d\Phi = C_p T_{se} d\dot{m} + \dot{m} C_p dT_{se}$$

$$\Delta\Phi = |C_p T_{se}| \Delta\dot{m} + |\dot{m} C_p| \Delta T_{se}$$

$$A.N : \Delta\Phi = 877,8 \text{ W}$$

$$\Phi = -4180 \pm 877,8 \text{ W}$$

Exercice 2 :

1/ les valeurs moyennes :

$$\bar{D} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5}{5} = 18,48 \text{ mm}$$

$$\text{Pr} = \frac{\text{Pr}_1 + \text{Pr}_2 + \text{Pr}_3 + \text{Pr}_4 + \text{Pr}_5}{5} = 1,14$$

$$\text{Re} = \frac{\text{Re}_1 + \text{Re}_2 + \text{Re}_3 + \text{Re}_4 + \text{Re}_5}{5} = 2131$$



2/ Calcul des erreurs :

$$\Delta a = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{a} - a_i)^2}$$

N. mesure	$(D_{\text{moy}} - D_i)^2$	$(Re_{\text{moy}} - Re_i)^2$	$(Pr_{\text{moy}} - Pr_i)^2$
1	0,0144	121	0,0036
2	0,0064	961	0,0196
3	0,0004	361	0,0016
4	0,0144	16	0,0256
5	0,0324	361	0,0016
Somme	0,068	1820	0,052
Erreur	0,13038405	21,330729	0,11401754

3/ la valeur moyenne de coefficient de transfert de chaleur :

$$\bar{h} = 0,023 \times \frac{\lambda}{D_{\text{moy}}} \times Re_{\text{moy}}^{0,8} \times Pr_{\text{moy}}^{1/3}$$

$$\bar{h} = 239,287 W / m^2 C$$

4/ Calcul de l'erreur réalisée sur la valeur du coefficient de transfert thermique :

$$\bar{h} = 0,023 \times \frac{\lambda}{D} \times Re^{0,8} \times Pr^{1/3}$$

$$\ln(h) = \ln(0,023) + \ln(\lambda) - \ln(D) + 0,8 \ln(Re) + \frac{1}{3} \ln(Pr)$$

$$\frac{dh}{h} = -\frac{dD}{D} + 0,8 \frac{dRe}{Re} + \frac{1}{3} \frac{dPr}{Pr}$$

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta D}{D} + 0,8 \frac{\Delta Re}{Re} + \frac{1}{3} \frac{\Delta Pr}{Pr}$$

$$\Delta h = \frac{h}{D} \Delta D + 0,8 h \frac{\Delta Re}{Re} + \frac{1}{3} h \frac{\Delta Pr}{Pr}$$

$$A.N : \Delta h = 11,57$$

5/ $h = (232,29 \pm 11,57) W / m^2 C$