

Contrôle
Transfert thermique-L1 Mesures Physiques

Exercice 1: (8pts)

Soit un four constitué de trois couches différentes :

- Couche 1 : Briques réfractaires en silice $e_1=5\text{cm}$, $\lambda_1=0.8\text{W/m.K}$
- Couche 2 : Briques réfractaires en argile $e_2=5\text{cm}$, $\lambda_2=0.16\text{W/m.K}$
- Couche 3 : Briques rouge $e_3=5\text{cm}$, $\lambda_3=0.4\text{W/m.K}$

La température de la surface intérieure est : $T_1 : 800^\circ\text{C}$

La température de la surface extérieure est : $T_2 : 20^\circ\text{C}$

- 1- Calculer la résistance thermique du four ?
- 2- En déduire son coefficient global de transfert thermique ?
- 3- Calculer le flux thermique pour 1 m^2 ?
- 4- Calculer les températures aux interfaces ?

Exercice 2: (5pts)

Considérons un disque placé dans le vide, sa surface est normale au rayonnement solaire. La température ambiante est de 35°C . On suppose les deux faces du disque noircies, l'une d'elle exposée au soleil reçoit $3,5\text{ cal/mn.cm}^2$ de chaleur rayonnée à partir du soleil. La Constante de Stefan Boltzmann est : $5.67 \cdot 10^{-8}\text{ W.m}^{-2}\text{ K}^{-4}$

- 1- Quelle est la température du disque?
- 2- La face non exposée au rayonnement est parfaitement argentée (ε négligeable). Quelle est la nouvelle température?

Exercice 3: (7pts)

Un échangeur à tubes concentriques et écoulement contre-courant est conçu pour élever la température d'un écoulement d'eau à 1.2 kg/s de 20°C à 80°C par un écoulement d'eau provenant d'une source géothermale à 160°C à un débit massique de 2 kg/s . Le tube intérieur est une paroi très mince de 1.5 cm de diamètre. Si le coefficient h est de $640\text{ W/m}^2\text{C}$, déterminer la longueur de l'échangeur de chaleur. Les chaleurs spécifique de l'eau et de la source géothermale sont respectivement $C_{pe}=4.18\text{ KJ/Kg }^\circ\text{C}$ et $C_{pg}= 4.31\text{ KJ/Kg }^\circ\text{C}$.

Bon courage

Corrigé type : Transfert thermique
L1 Mesures physiques

Exercice 1:

1- La résistance thermique du four :

$$R_{th} = R_1 + R_2 + R_3 = e_1 / \lambda_1 + e_2 / \lambda_2 + e_3 / \lambda_3 = 5.10^{-2} (1/0.8 + 1/0.16 + 1/0.4) = 0.5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

2- Le coefficient global de transfert thermique :

$$R_{th} = e / \lambda, \quad \lambda = e / R_{th} = 3.5.10^{-2} / 0.5 = 0.3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

3- Le flux thermique pour 1 m² :

$$\varphi = \frac{S(T_2 - T_1)}{R_{th}} = \frac{1(800 - 20)}{0.5} = 1560 \text{ W}$$

4- Les températures aux interfaces :

$$\varphi = \frac{(T_2 - T_3)}{\frac{e_1}{\lambda_1 S}}, T_3 = T_2 - \varphi \cdot \left(\frac{e_1}{\lambda_1 S} \right) = 1073.15 - 1560 \left(5 \cdot \frac{10^{-2}}{0.8 \cdot 1} \right) = 975.65 \text{ K} = 702.5^\circ \text{C}$$

$$\varphi = \frac{(T_3 - T_4)}{\frac{e_2}{\lambda_2 S}}, T_4 = T_3 - \varphi \cdot \left(\frac{e_2}{\lambda_2 S} \right) = 975.65 - 1560 \left(5 \cdot \frac{10^{-2}}{0.16 \cdot 1} \right) = 488.15 \text{ K} = 215^\circ \text{C}$$

Exercice 2:

1- La température du disque : $Q = 3,5 \text{ cal/mn.cm}^2 = 3,5.4,18/60.10^{-4} = 2438,333 \text{ W/m}^2$

Le disque rayonne par ses deux faces, nous avons à l'équilibre thermique :

$$Q = 2 \cdot \sigma \cdot T^4 \text{ d'où } T = \sqrt[4]{\frac{Q}{2 \cdot \sigma}} = \sqrt[4]{\frac{2438,333}{2 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8}}} = 383,045 \text{ K}$$

2- La nouvelle température, Si la face opposée avait au contraire, un facteur d'émission très petit, le disque ne rayonnerait que par l'autre face donc:

$$Q = \sigma \cdot T^4 \text{ d'où } T = \sqrt[4]{\frac{Q}{\sigma}} = \sqrt[4]{\frac{2438,333}{5,67 \cdot 10^{-8}}} = 455,461 \text{ K}$$

Exercice 3:

Pour l'eau : $Q = \dot{m}_1 c_{p1} (T_{1s} - T_{1e}) = 1,2.4,18(80 - 20) = 301 \text{ kW}$

Pour la source géothermale : $Q = \dot{m}_2 c_{p2} (T_{2e} - T_{2s})$

$$T_{2s} = T_{2e} - \frac{Q}{\dot{m}_2 c_{p2}} = 160 - \frac{301}{2 \cdot 4,31} = 125^\circ \text{C}$$

$$\Delta T_e = T_{1e} - T_{2s} = 160 - 80 = 80^\circ \text{C}$$

$$\Delta T_s = T_{1s} - T_{2e} = 125 - 20 = 105^\circ \text{C}$$

$$\Delta T_m = \frac{\Delta T_e - \Delta T_s}{\ln\left(\frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}\right)} = \frac{80 - 105}{\ln\left(\frac{80}{105}\right)} = 92^\circ \text{C}$$

$$Q = h \cdot S \cdot \Delta T_m \text{ d'où } S = \frac{Q}{h \cdot \Delta T_m} = \frac{301}{640,92} = 5,11 \text{ m}^2$$

$$S = \pi \cdot D \cdot L \text{ d'où } L = S / \pi \cdot D = 5,11 / 3,14 \cdot 1,5 = 108 \text{ m}$$