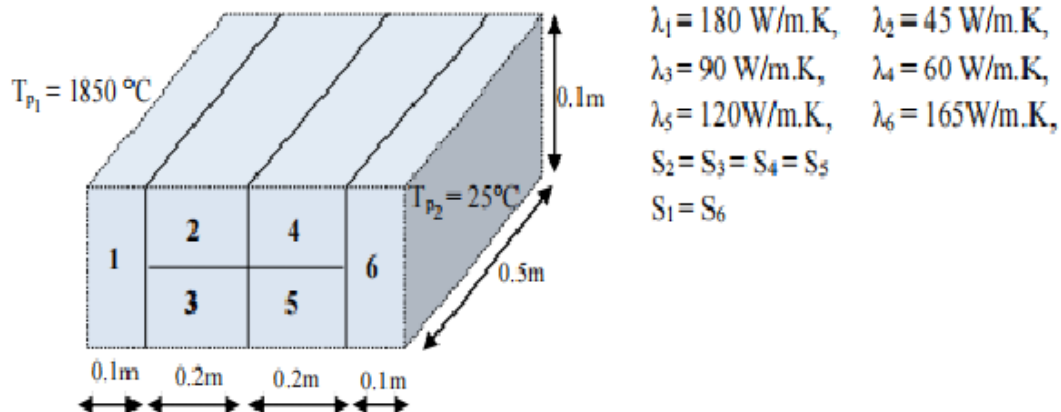


Epreuve de moyenne durée
Module : Transfert de chaleur

Exercice N°1 (10 pts)

Calculer le flux de chaleur à travers le mur composite illustré ci-dessous :



Exercice N°2 (5 pts)

Un tube cylindrique horizontal de diamètre $D = 4 \text{ cm}$ et de longueur $L = 1.2 \text{ m}$ est maintenu à une température de paroi constant $T_p = 90^\circ\text{C}$. Il est placé dans un écoulement transversal d'air à $T_\infty = 25^\circ\text{C}$ avec une vitesse $V_\infty = 8 \text{ m/s}$

Les propriétés thermophysiques de l'air à la température moyenne $T_m = \frac{T_p + T_\infty}{2} = 57.5^\circ\text{C} \approx 330\text{K}$

- Conductivité thermique $\lambda = 0,0285 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- Nombre de Prandtl $Pr = 0.71$
- Viscosité cinématique $\nu = 1,89 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
- Accélération de la pesanteur $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Corrélation transversal sur cylindre ($4000 < Re < 40000$)

$$Nu = 0.193 \cdot Re^{0.618} \cdot Pr^{1/3}$$

1. Calculer le nombre adimensionnels Re et Identifier le régime
2. Déterminer le nombre de Nusselt (Nu) en convection forcée
3. En déduire le coefficient d'échange convectif h_c
4. Calculer le flux thermique total Φ transféré par convection forcée entre tube et l'air

Exercice N°3 (5 pts)

Un tube cylindrique en cuivre de diamètre $d_1/d_2 = 80/100\text{mm}$ et de longueur $L = 1\text{m}$ et de conductivité thermique $\lambda_1 = 380 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ est isolé par deux couches successives d'épaisseurs différentes : $e_2 = 40\text{mm}$; conductivité thermique $\lambda_2 = 0.04 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ pour la première couche et $e_3 = 60\text{mm}$; conductivité thermique $\lambda_3 = 0.08 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ pour la seconde couche. La température de la surface intérieure du tube est $T_1 = 300^\circ\text{C}$ et la température de la surface extérieure de l'isolation est $T_4 = 40^\circ\text{C}$.

1. Calculer les pertes thermiques
2. Calculer la température à l'interface entre les deux couches d'isolation

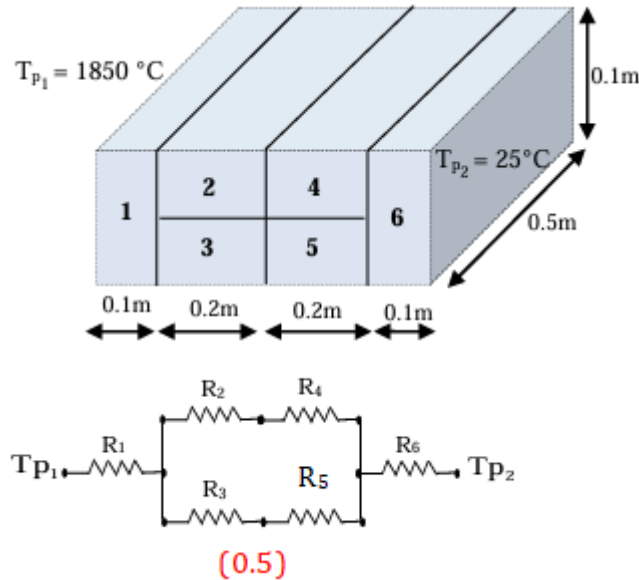
Bonne chance

Corrigé type

Exercice N°1 (9 pts)

Le flux thermique traversant le mur est donné par :

$$\Phi = \frac{T_{P1} - T_{P2}}{\sum R_{th}} = \frac{T_{P1} - T_{P2}}{R_1 + R_{eq} + R_6} \quad (0.5)$$



Calculons alors les différentes résistances :

$$R_1 = \frac{e_1}{\lambda_1 S} = \frac{0.1}{180(0.5 \times 0.1)} = 0.0111 \text{ K/W} \quad (1)$$

$$R_2 = \frac{e_2}{\lambda_2 \left(\frac{S}{2}\right)} = \frac{0.2}{45 \left(\frac{0.5 \times 0.1}{2}\right)} = 0.177 \text{ K/W} \quad (1)$$

$$R_3 = \frac{e_3}{\lambda_3 \left(\frac{S}{2}\right)} = \frac{0.2}{90 \left(\frac{0.5 \times 0.1}{2}\right)} = 0.088 \text{ K/W} \quad (1)$$

$$R_4 = \frac{e_4}{\lambda_4 \left(\frac{S}{2}\right)} = \frac{0.2}{60 \left(\frac{0.5 \times 0.1}{2}\right)} = 0.13 \text{ K/W} \quad (1)$$

$$R_5 = \frac{e_5}{\lambda_5 \left(\frac{S}{2}\right)} = \frac{0.2}{120 \left(\frac{0.5 \times 0.1}{2}\right)} = 0.066 \text{ K/W} \quad (1)$$

$$R_6 = \frac{e_6}{\lambda_6 S} = \frac{0.1}{165(0.5 \times 0.1)} = 0.012 \text{ K/W} \quad (1)$$

La résistance équivalente peut se calculer par :

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_A \times R_B}{R_A + R_B}$$

Avec $R_A = R_2 + R_4$ et $R_B = R_3 + R_5$

$$\text{D'où } R_{eq} = \frac{(R_2 + R_4) \times (R_3 + R_5)}{R_2 + R_4 + R_3 + R_5} = 0.1025 \text{ K/W} \quad (1.5)$$

En définitif, la flux thermique qui traverse le mur est :

$$\Phi = \frac{T_{P1} - T_{P2}}{R_1 + R_{eq} + R_6} = \frac{1850 - 25}{0.0111 + 0.1036 + 0.012} = 14530.25 \text{ W} \quad (0.5)$$

Exercice N°2(06pts)

1. Calcul de nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{V_{\infty} D}{\nu} = \frac{8 \times 0.04}{1.89 \times 10^{-5}} \approx 16931 \quad (1)$$

Régime : $4000 < Re < 40000 \Rightarrow$ écoulement turbulent (1)

2. Calcul du nombre de Nusselt (Nu) :

$$Nu = 0.193 \times Re^{0.618} \times Pr^{1/3} \approx 70.2 \quad (1)$$

3. Coefficient d'échange convectif

$$Nu = \frac{h_c \times D}{\lambda} \Rightarrow h_c = \frac{Nu \times \lambda}{D}$$

$$h_c = \frac{70.2 \times 0.0285}{0.04} \approx 49.9 \text{ W/m}^2 \cdot K \quad (1.5)$$

4. Flux thermique total Φ

$$\Phi = h_c \times S \times \Delta T = h_c \times \pi \cdot D \cdot L \times (T_p - T_{\infty}) = 49.9 \times \pi \times 0.04 \times 1.2 \times (90 - 25) \\ \approx 489 \text{ W} \quad (1.5)$$

Exercice N°3(05 pts)

1. Calcul des pertes thermiques

- Détermination des rayons :

$$r_1 = \frac{d_1}{2} = \frac{80 \times 10^{-3}}{2} = 0.04 \text{ m}$$

$$r_2 = \frac{d_2}{2} = \frac{110 \times 10^{-3}}{2} = 0.05 \text{ m}$$

$$r_3 = r_2 + e_2 = 0.05 + 0.04 = 0.09 \text{ m} \quad (0.25)$$

$$r_4 = r_3 + e_3 = 0.09 + 0.06 = 0.15 \text{ m} \quad (0.25)$$

- Le flux est :

$$\Phi = \frac{T_1 - T_4}{R_{th}} \quad (0.5)$$

Où par la résistance thermique totale est :

$$R_{rh} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (0.25)$$

$$R_{rh} = \frac{1}{2\pi L} \left(\frac{\ln(r_2/r_1)}{\lambda_1} + \frac{\ln(r_3/r_2)}{\lambda_2} + \frac{\ln(r_4/r_3)}{\lambda_3} \right) \quad (1)$$

$$R_{rh} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{\ln(0.05/0.04)}{380} + \frac{\ln(0.09/0.05)}{0.04} + \frac{\ln(0.15/0.09)}{0.08} \right)$$
$$R_{rh} = 9.35 \times 10^{-5} + 2.341 + 1.016 = 3.357 \text{ m}/^{\circ}\text{C.W} \quad (0.75)$$

Flux thermique est :

$$\phi = \frac{300 - 40}{3.357} = 77.45 \text{ W/m} \quad (0.5)$$

2. Température à l'interface entre les deux couches (T_3) :

$$\phi = \frac{T_3 - T_4}{R_3} \quad (0.5) \Rightarrow T_3 = T_4 + \phi \times R_3 = 40 + 77.45 \times 1.016 = 118.69^{\circ}\text{C} \quad (1)$$



Année Académique:

2025/2026

Domaine:

Sciences de la Matière

Filière:

Physique

Spécialité:

physique fondamentale

Niveau:

Licence 3ème Année

Matière

Transfert de chaleur

Section/Groupe

section 01

Période:

Semestre 6

Enseignant:

SEGHAIRI Nassima

PV des notes des examens par matière (Enseignant)

#	Matricule	Nom	Prénom	Note Examen	Note corrigée	Signature
1	232334202813	ALLOUANI	Abderafik			
2	221434002958	KABOUCHE	Sarra			
3	222234066102	KHARKHACHE	Akram	15.75		
4	222234066112	KHARKHACHE	Mohammed chihab	16.5		
5	232334040904	MAHBOUB	Houda	14.75		
6	212134005820	MEKKAS	Asma			
7	202034008927	MESSAOUDI	Lylia	7.5		
8	212134006374	REGGADI	Aissa	11.0		



Année Académique:

2025/2026

Filière:

Physique

Spécialité:

physique fondamentale

Niveau:

Licence 3ème Année

Matière

Transfert de chaleur

Section/Groupe

section 01 / groupe 1

Domaine:

Sciences de la Matière

Période:

Semestre 6

Enseignant:

SEGHAIRI Nassima

PV des notes CC par matière (Enseignant)

#	Matricule	Nom	Prénom	Note CC	Note corrigée	Signature
1	232334202813	ALLOUANI	Abderafik			
2	221434002958	KABOUCHE	Sarra			
3	222234066102	KHARKHACHE	Akram	10.75		
4	222234066112	KHARKHACHE	Mohammed chihab	12.0		
5	232334040904	MAHBOUB	Houda	14.75		
6	212134005820	MEKKAS	Asma			
7	202034008927	MESSAOUDI	Lylia	6.5		
8	212134006374	REGGADI	Aissa	6.75		