

Série N° 1

Exercice 1

Calculer la densité du flux thermique à travers un mur plan homogène dont l'épaisseur est sensiblement inférieure à la largeur et la hauteur si le mur est en :

- a) Acier ($\lambda = 40 \text{ w/ m } ^\circ\text{C}$)
- b) Béton ($\lambda = 1,1 \text{ w/ m } ^\circ\text{C}$)

Dans les deux cas l'épaisseur du mur $\delta = 50 \text{ mm}$. Les températures aux surfaces du mur sont maintenues constantes : $T_1 = 100^\circ\text{C}$ et $T_2 = 90^\circ\text{C}$

Exercice 2

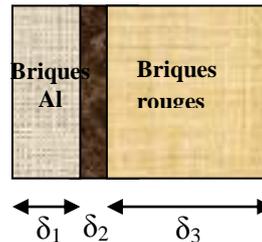
Une surface plane doit être calorifugée de façon que les pertes de chaleur par unité de surface par unité de temps ne dépassent pas 450 W/m^2 , la température de la surface sous la couche calorifuge $t_{p1}=450^\circ\text{C}$, la température de la surface extérieure de la couche calorifuge $t_{p2}=50^\circ\text{C}$.

Calculer l'épaisseur de la couche calorifuge avec $\lambda = 0.09 + 0.0000874t$

Exercice 3

Le maçonnerage d'un four se compose de couches de briques alumineuses et rouges séparées par un remblayage de diatomite.

- $\delta_1 = 120 \text{ mm}$, $\lambda_1 = 0,93 \text{ w/ m } ^\circ\text{C}$
- $\delta_2 = 50 \text{ mm}$, $\lambda_2 = 0,13 \text{ w/ m } ^\circ\text{C}$
- $\delta_3 = 250 \text{ mm}$, $\lambda_3 = 0,7 \text{ w/ m } ^\circ\text{C}$



Si on renonce au remblayage de diatomite, quelle épaisseur (δ'_3) doit avoir la couche de briques rouges pour garder constante la valeur du flux thermique à travers le maçonnerage ?

Exercice 4

Une cheminée en béton armé de diamètre intérieur $d_2 = 800 \text{ mm}$ et de diamètre extérieur $d_3 = 1300 \text{ mm}$ doit être revêtue de l'intérieur d'un réfractaire.

Déterminer :

- 1) L'épaisseur δ du garnissage.
- 2) La température T_3 de la surface extérieure de la cheminée si les pertes thermiques par 1m de cheminée ne dépassent pas 2000 w/m , la température de la surface intérieure de la paroi en béton $T_2 = 200^\circ\text{C}$ et la température de la surface intérieure du garnissage $T_1 = 425^\circ\text{C}$.

La conductivité thermique du béton $\lambda_1 = 1,1 \text{ w/m}^\circ\text{C}$ et celle du réfractaire $\lambda_2 = 0,5 \text{ w/ m } ^\circ\text{C}$

Exercice 5

Un tube en acier de $\frac{d_1}{d_2} = \frac{100}{110} \text{ mm}$ de diamètre et coefficient de conductivité thermique $\lambda = 50 \text{ W/ m } ^\circ\text{C}$ est couvert de deux couches calorifuges de même épaisseur $\delta_1 = \delta_2 = 50 \text{ mm}$.

La température de la surface intérieure du tube $t_{p1}=250^\circ\text{C}$ et de la surface extérieure du calorifugeage $t_{p4}=50^\circ\text{C}$.

Calculer les pertes thermiques par 1m de tube et la température a la surface de contact des deux couches calorifuges, si la conductivité thermique de la première couche posée a la surface du tube est $\lambda_2 = 0.06 \text{ W/ m } ^\circ\text{C}$ et celle du deuxième couche $\lambda_3 = 0.12 \text{ W/ m } ^\circ\text{C}$.

Série N° 2

EXERCICE 1

Calculer la surface de chauffe d'un chauffe-eau sous la condition que la température moyenne de l'eau chauffante $t_{f1}=115^{\circ}\text{C}$, et de l'eau chauffée ; $t_{f2}=77^{\circ}\text{C}$. la surface de chauffe est constituée de tubes de laiton de $\frac{d_1}{d_2} = \frac{14}{16}$ mm de diamètre a coefficient de conductivité thermique $\lambda_p = 120 \text{ w/m}^{\circ}\text{C}$. La surface intérieure des tubes est encroutée par une couche de tartre $\delta_t = 0.2$ mm à coefficient de conductivité thermique $\lambda_t = 2 \text{ w/m}^{\circ}\text{C}$. Le coefficient de transmission de chaleur de l'eau chauffante $h_1 = 10000 \text{ w/m}^2\text{C}$, et de l'eau chauffée $h_2 = 4000 \text{ w/m}^2\text{C}$, $Q=1500$ KW

EXERCICE2

Une plaque mince longue de $l=2\text{m}$ et large de $a=1.5\text{m}$ est contournée par un courant d'air longitudinal. la vitesse et la température du courant incident sont $w = 3 \text{ m/s}$, $t_f = 20^{\circ}\text{C}$. la température de la surface de la plaque $t_p = 90^{\circ}\text{C}$.

Calculer le coefficient de transmission de chaleur et la quantité de chaleur transmise par la plaque a l'air

EXERCICE3

Un tube cylindrique est refroidi par convection forcée à l'aide d'un courant d'eau.

L'écoulement est turbulent de vitesse 3m/s . Le tube a un diamètre interne égal à 2 cm et la température de la paroi est 75°C .

Trouver, le coefficient de transfert de chaleur.

EXERCICE4

De l'air à 5°C circule sur une surface plane ayant une épaisseur de 75 cm et une température de 71°C , avec une vitesse moyenne de $26,8\text{m/s}$.

Calculer le flux de chaleur échangé entre l'air et la surface par 1 m^2 de surface.

On donne : température de l'air : $T_{\text{air}} = 5^{\circ}\text{C}$

Masse volumique de l'air : $\rho=1,136 \text{ kg/m}^3$

Chaleur spécifique de l'air : $C_p=1 \text{ Jg}^{-1}\text{k}^{-1}$

Viscosité de l'air : $\mu= 1,91 \cdot 10^{-5} \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$

Conductivité de l'air : $\lambda=0,027 \text{ wm}^{-1}\text{k}^{-1}$

Série N° 3

Exercice 1

L'huile de la nuance MC est amenée dans le refroidisseur à la température $T_{1e} = 70^{\circ}\text{C}$ pour être refroidie jusqu'à $T_{2s} = 30^{\circ}\text{C}$, chaleur spécifique de huile $C_{p1} = 2,135 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$. La température de l'eau refroidissante à l'entrée $T_{2e} = 20^{\circ}\text{C}$.

- 1- Déterminer la température de l'eau à la sortie T_{2s} , si :
 - a) Les débits de l'huile et de l'eau sont respectivement : $m_1 = 1.10^4 \text{ kg/h}$ et $m_2 = 2.04.10^4 \text{ kg/h}$;
 - b) Les débits de l'huile et de l'eau sont $m_1 = m_2$;Négliger les pertes de chaleur dans le milieu ambiant.
- 2- Calculer les chutes de température moyennes logarithmique entre les caloporteurs se déplacement par co-courant, contre-courant.

Exercice 2

On désire refroidir une huile de graissage dont le débit et la température sont 2500 kg/h et 120°C à l'aide d'un débit d'eau de 1000 kg/h et de température de 10°C . Pour cela on dispose d'un échangeur à contre courant pur dont la surface d'échange $= 5 \text{ m}^2$. On estime $K = 300 \text{ W}/\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$.

Quelles températures de sortie obtiendra-t-on pour les deux fluides

Exercice 3

Déterminer la surface de chauffe d'un économiseur à eau où le fluide caloporteur circule par contre courant, si les grandeurs disponibles sont : température des gaz à l'entrée $= 420^{\circ}\text{C}$, débit des gaz $G_1 = 220 \text{ t/h}$, chaleur spécifique des gaz $c_{p1} = 1,045 \text{ KJ}/\text{Kg } ^{\circ}\text{C}$, température de l'eau à l'entrée $= 105^{\circ}\text{C}$, débit de l'eau $G_2 = 120 \text{ t/h}$, quantité de chaleur transmise $Q = 13,5 \text{ MW}$, $K = 79 \text{ W}/\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$.

Série N° 4

Exercice 1 :

Déterminer la surface des chauffes et le nombre de section d'un échangeur de chaleur eau-eau à tube coaxiaux, l'eau chaude se déplace dans le tube $\lambda = 45 \text{ w/m} \cdot ^\circ\text{C}$ de diamètre 35/32mm, $T_{ce}=95^\circ\text{C}$ et $G_c=2130\text{kg/h}$.

L'eau chauffée circule par co-courant suivant le canal annulaire $T_{fe}=15^\circ\text{C}$, $T_{fs}=45^\circ\text{C}$.

Le diamètre intérieur du tube extérieur $D=48\text{mm}$, $G_f=3200\text{kg/h}$, la longueur d'une section de l'échangeur $l=1.9\text{m}$.

Exercice 2 :

Un échangeur à faisceau tubulaire à simple passage de tube et de calandre.

Le faisceau comporte 56 tubes de pas carré $p=45\text{mm}$, diamètre 25/30 mm et de longueur unitaire $L=3.50\text{m}$.

Diamètre intérieure de la calandre $D_i=350\text{mm}$. L'espace entre chicane $l=250\text{mm}$. Les chicanes sont de type normalisé. L'écoulement dans la calandre est de 18000 kg/h d'eau à une température moyenne de 21°C entre l'entrée et la sortie.

L'écoulement dans les tubes est de 5000kg/h à $t_{\text{moy}}=30^\circ\text{C}$

1. Rechercher les propriétés physiques des fluides.
2. Déterminer α_1 coté calandre et α_2 coté tube.
3. Déterminer le coefficient global de transfert de chaleur coté froid.

Exercice 3

Calculer le coefficient de transmission de chaleur d'une plaque verticale haute de $H=2\text{m}$ à l'air ambiante calme, si on sait que la température de la surface de la plaque $t_p=100^\circ\text{C}$ et la température de l'air ambiant loin de la surface, $t_f=20^\circ\text{C}$.

(GrPr)	C	n	Conditions du mouvement
10^3 à 10^9	0.75	0.25	Le long de la paroi verticale
$> 6.10^{10}$	0.15	1/3	paroi verticale
10^3 à 10^9	0.5	0.25	Sur un tube horizontal