

Problème :1

La paroi d'un four industriel est construite en brique réfractaire de 0,15 m d'épaisseur ayant une conductivité thermique de 1,7 W/m.K. Les mesures effectuées pendant le fonctionnement en régime permanent (stationnaire) révèlent des températures de 1400 et 1150K sur les surfaces intérieure et extérieure, respectivement. Quel est la perte de flux de chaleur à travers un mur de 0,5 m 1,2 m de face?

Problème :2

La conductivité thermique d'une feuille d'isolant extrudé rigide est de $k = 0,029$ W/m.K. La différence de température mesurée sur une feuille de matériau de 20 mm d'épaisseur est $T_1 - T_2 = 10$ °C.

(a) Quel est la densité de flux thermique à travers une feuille de 2 m x 2 m de l'isolant?

(b) Quel est le flux de transfert de chaleur à travers la feuille d'isolation?

Problème :3

La dalle de béton d'un sous-sol mesure 11 m de long, 8 m de large et 0,20 m d'épaisseur. Pendant l'hiver, les températures sont nominalement de 17 °C et 10 °C respectivement sur la surface supérieure et inférieure. Si le béton a une conductivité thermique de 1,4 W/m.K, quel est le flux de perte de chaleur à travers la dalle? Si le sous-sol est chauffé par une fournaise au gaz fonctionnant à un rendement de $\eta = 0,90$ et que le gaz naturel est au prix de $C_g = 0,02$ DA/MJ, quel est le coût quotidien de la perte de chaleur?

Problème :4

Distribution de température $T(x)$ à un instant t dans une paroi unidimensionnelle avec source (génération) de chaleur uniforme. La distribution de température à travers un mur de 1 m d'épaisseur à un certain instant de temps est donnée par :

$$T(x) = a + bx + cx^2$$

Où T est en degrés Celsius et x en mètres, tandis que $a = 900$ °C, $b = -300$ °C/m et $c = -50$ °C/m².

Une génération de chaleur uniforme, $\dot{q} = 1000$ W/m³, est présente dans le mur de surface 10 m² ayant les propriétés : $\rho = 1600$ kg/m³, $k = 40$ W/m.K et $C_p = 4$ kJ/kg.K.

1. Déterminez le flux de transfert de chaleur entrant dans le mur ($x = 0$) et quittant le mur ($x = 1$ m).

2. Déterminez le flux de changement du stockage d'énergie dans le mur.

3. Déterminez la vitesse de changement de température à $x = 0, 0,25$ et $0,5$ m.

Problème :5

Une longue barre de cuivre de section rectangulaire, dont la largeur w est bien supérieure à son épaisseur L , est maintenue en contact avec un dissipateur thermique à sa surface inférieure, et la température dans toute la barre est approximativement égale à celle de l'évier, T_0 . Soudainement, un courant électrique passe à

travers la barre et un courant d'air de température T_∞ passe sur la surface supérieure, tandis que la surface inférieure continue à être maintenue à T_0 . Obtenir l'équation différentielle et les conditions aux limites et initiales qui pourraient être résolues pour déterminer la température en fonction de la position et du temps dans la barre.

Problème :6

Une jonction de thermocouple, qui peut être approximée comme une sphère, doit être utilisée pour la mesure de la température dans un courant de gaz. Le coefficient de convection entre la surface de jonction et le gaz est $h = 400 \text{ W/m}^2.K$, et les propriétés thermo-physiques de la jonction sont $k = 20 \text{ W/m.K}$, $c = 400 \text{ J/kg.K}$ et $\rho = 8500 \text{ kg/m}^3$. Déterminez le diamètre de jonction nécessaire pour que le thermocouple ait une constante de temps de 1 s. Si la jonction est à 25 °C et est placée dans un flux gazeux à 200 °C, combien de temps faudra-t-il pour que la jonction atteigne 199 °C?

Problème :7

Une tige *très longue* de 5 mm de diamètre a une extrémité maintenue à 100 °C. La surface de la tige est exposée à l'air ambiant à 25 °C avec un coefficient de transfert de chaleur par convection de 100 W/m².K.

- Déterminez les distributions de température le long des tiges construites à partir de cuivre pur, d'alliage d'aluminium 2024 et d'acier inoxydable de type AISI 316. Quelles sont les pertes de chaleur correspondantes des tiges?
- Estimez la longueur des tiges pour que l'hypothèse d'une longueur infinie donne une estimation précise de la perte de chaleur.

Propriétés: Cuivre: $k = 398 \text{ W/m.K}$, Alum 2024: $k = 180 \text{ W/m.K}$, Acier inoxydable, AISI 316: $k = 14 \text{ W/m.K}$.

Problème: 8

Considérons un échangeur de chaleur à tube concentrique d'une superficie de 60 m² fonctionnant dans les conditions suivantes :

	<i>Fluide chaud</i>	<i>Fluide froid</i>
<i>Débit calorifique, kW / K</i>	6	4
<i>Température d'entrée, ° C</i>	70	40
<i>Température de sortie, ° C</i>	54	-

- Déterminer la température de sortie du fluide froid.
- L'échangeur de chaleur fonctionne-t-il en contre-courant ou en flux parallèle, ou ne pouvez-vous pas le dire à partir des informations disponibles ?
- Calculez le coefficient global de transfert de chaleur.
- Calculez l'efficacité de cet échangeur.
- Quelle serait l'efficacité de cet échangeur si sa longueur était rendue très importante?

Problème :9

Un radiateur automobile peut être considéré comme un échangeur de chaleur à flux transversal avec les deux fluides non mélangés. L'eau, qui a un débit de 0,05 kg entre dans le radiateur à 400 K et doit sortir à 330 K. L'eau est refroidie par de l'air qui entre à 0,75 kg / s et 300 K.

a) Si le coefficient global de transfert de chaleur est de $200 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, quelle est la surface de transfert de chaleur requise?

(b) Un ingénieur en fabrication prétend que les arêtes peuvent être estampées sur la surface à ailettes de l'échangeur, ce qui pourrait augmenter considérablement le coefficient de transfert de chaleur global. Avec toutes les autres conditions restant les mêmes et la surface de transfert de chaleur déterminée à partir de la partie (a), générer un graphique des températures de sortie de l'air et de l'eau en fonction de U pour $200 \leq U \leq 400 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Quels sont les avantages d'une augmentation du coefficient de convection global pour cette application?

Problème :10

Le condenseur d'une centrale à vapeur contient $N=1000$ tubes en laiton ($k_t = 110 \text{ W/m}\cdot\text{K}$), chacun de diamètre intérieur et extérieur, $D_i=25 \text{ mm}$ et $D_o=28 \text{ mm}$, respectivement. La condensation de vapeur sur les surfaces extérieures des tubes est caractérisée par un coefficient de convection de $h_o = 10\,000 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

a) Si l'eau de refroidissement d'un grand lac est pompée à travers les tubes du condenseur à $m_c = 400 \text{ kg/s}$, quel est le coefficient global de transfert de chaleur U_o basé sur la surface extérieure d'un tube?

Les propriétés de l'eau peuvent être estimées à $\mu=9,6\times 10^{-4} \text{ N}\cdot\text{s/m}^2$, $k=0,60 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ et $\text{Pr} = 6,6$.

(b) Si, après un fonctionnement prolongé, l'encrassement fournit une résistance de $R_{f,i} = 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ K/ W}$, à la surface intérieure, quelle est la valeur de U_o ?

(c) Si l'eau est extraite du lac à $15 \text{ }^\circ\text{C}$ et 10 kg/s de vapeur d'eau à $0,0622 \text{ bar}$ sont à condenser, ce qui est la température correspondant de l'eau quittant le condenser ? La chaleur spécifique de l'eau est de $4180 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$.