

TD de transfert thermique
Série N°1

Exercice 1 :

Le mur d'un four est composé de deux couches. La première est en briques réfractaires (épaisseur e_1 , conductivité λ_1), la deuxième est en briques isolantes (e_2 , λ_2). La température T_i à l'intérieure du four est de 1650°C , la température de l'air ambiant T_e est de 25°C . On supposera que les échanges côté four et côté extérieur s'effectuent par convection thermique de coefficients d'échange, h_i et h_e , respectivement.

Calculer le flux de chaleur traversant le mur et les températures des faces intérieures et extérieures de ce mur.

$$\begin{array}{lll} \text{On donne : } e_1=20 \text{ cm} & \lambda_1=1,38 \text{ W/m}^\circ\text{C} & h_i=68 \text{ W/m}^2\text{C} \\ & e_2=10 \text{ cm} & \lambda_2=0,17 \text{ W/m}^\circ\text{C} & h_e=11,4 \text{ W/m}^2\text{C} \end{array}$$

Exercice 2 :

Déterminer les déperditions thermiques au travers d'une surface vitrée de 1m^2 dans les deux cas suivants :

1. Vitrage simple d'épaisseur $e = 4\text{mm}$
2. Vitrage double distant de 6 mm
3. Comparer les résultats obtenus

$$\begin{array}{lll} \text{On donne : } T_{\infty 1}=20 \text{ }^\circ\text{C} & \lambda_{\text{verre}}=1,2 \text{ W/m}^\circ\text{C} & h=1,2 \text{ W/m}^2\text{C} \\ & T_{\infty 2}=0 \text{ }^\circ\text{C} & \lambda_{\text{Air}}=0,02 \text{ W/m}^\circ\text{C} \end{array}$$

Exercice 3 :

Trouver l'expression du flux de chaleur, transféré par conduction au travers un mur plan ainsi, que le profil de température, si la variation de la conductivité thermique est donnée par : $\lambda = (0,10 + 510^{-5}T)$ SI.

$$\text{On donne : } T_i=1500 \text{ }^\circ\text{C} \quad T_\infty=100 \text{ }^\circ\text{C} \quad L=10,16 \text{ cm}$$

Exercice 4 :

Une longue barre conductrice de diamètre D et de résistance électrique, R_e , par unité de longueur, est initialement en équilibre thermique avec l'air ambiant et son entourage. Cet équilibre est perturbé lorsqu'un courant électrique, I passe à travers la barre.

Donner l'équation qui permet de calculer la variation de la température de la barre en fonction du temps.

Exercice 5 :

Une résistance électrique est assimilée à un fil de longueur infinie et dont la section droite a pour rayon $r = 1,5 \text{ mm}$. Sa conductivité thermique λ est de $20 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ et sa résistance linéique vaut $0,25 \text{ } \Omega/\text{m}$. Cette résistance est plongée dans un bain d'huile en circulation qui maintient la surface latérale du fil à 50°C . Evaluer la température maximale dans le fil, si le courant qui le traverse a pour intensité $I=300\text{A}$.

Exercice 6 :

Un rondin à l'intérieur duquel est générée de la chaleur avec une densité volumique de puissance $P = P_0 \left(1 + a \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right)$, est entouré d'une coquille en aluminium de rayon extérieur R_2 . L'ensemble est plongé dans un liquide à température uniforme $T=200^\circ\text{C}$, servant à le refroidir.

En supposant le régime permanent, on demande de calculer :

1. la quantité de chaleur transférée par unité de longueur ;
2. la température maximale du rondin

On donne : $P_0=5,8 \text{ W/cm}^3$ $a=4$ $R=2 \text{ cm}$ $R_2=3 \text{ cm}$
 $\lambda_{\text{rondin}}=11,6 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ $\lambda_{\text{coquille}}=186 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ $h=1160 \text{ W/m}^2\text{C}$

Exercice 7:

La voûte d'un four semi cylindrique doit être composée de deux couches de briques :

- l'une, de brique réfractaire de conductivité thermique :
 $\lambda_1 = 0,9 + 0,0002T$ (W/m $^\circ\text{C}$) T étant la température en $^\circ\text{C}$
- et l'autre de briques isolantes de conductivité thermique:
 $\lambda_2 = 0,5 + 0,00032T$ (W/m $^\circ\text{C}$) T étant la température en $^\circ\text{C}$

La surface interne de la voûte dont le rayon est de 3m, se trouve à 1400°C et la face externe est en contact avec l'air ambiant à 10°C . Le coefficient d'échange superficiel entre la face externe de la voûte et le milieu ambiant est $h=18 \text{ W/m}^2\text{C}$.

Sachant que la température des briques isolantes ne doit pas excéder 1000°C et que l'on veut limiter les pertes thermiques à 1260 W par m^2 de la face extérieure de la voûte, on demande de déterminer l'épaisseur minimale pour chaque couche de briques.

Exercice 8:

Un tube d'économiseur de 38 mm de diamètre extérieur dont la paroi externe est à 300°C . Ce tube est pourvu de deux ailettes droites en acier ferriques de conductivité, $\lambda = 46,5 \text{ W/m}^\circ\text{C}$, d'épaisseur 5 mm et de 25mm de longueur.

Le coefficient d'échange, supposé uniforme, avec des gaz chauds à 600°C est égal à 80 SI. Calculer :

1. l'efficacité de l'ailette
2. le flux linéique transmis par une ailette
3. le flux linéique transmis par tout le tube ailette.

Exercice 9:

Le bout d'une tige cylindrique d'aluminium, de 3 mm de diamètre, est connecté à un mur à 140°C . L'autre bout est plongé dans une chambre dont la température ambiante est de 15°C .

Le coefficient d'échange convectif entre la surface latérale de la tige et de son environnement est égale à $300 \text{ W/m}^2\text{C}$.

Estimer la chaleur totale dissipée par la tige, sachant que sa conductivité thermique est de 150 W/mK .