

Série d'exercices N°3

(Transferts thermiques)

Exercice 1:

Une paroi d'un four est réalisée à partir d'une couche interne, en acier de 0,5 cm d'épaisseur ($k = 40 \text{ W.m}^{-1}\text{.K}^{-1}$), et d'une couche externe de 10 cm de brique réfractaire (brique de zirconium) où $k = 2,5 \text{ W.m}^{-1}\text{.K}^{-1}$, comme illustré sur la figure. La température de surface interne est de 820°C et la température de surface externe est de 20°C .

- Donner le schéma thermique équivalent.
- Calculer le taux de perte de chaleur par unité de surface de la paroi du four.
- Quelle est la température à l'interface?

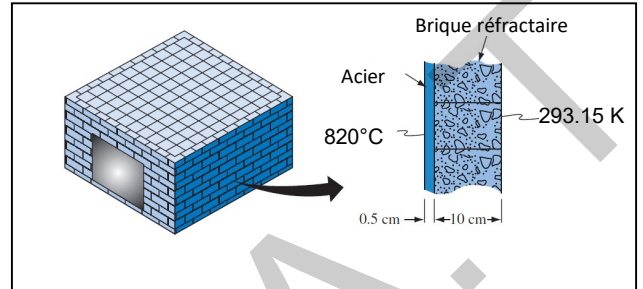
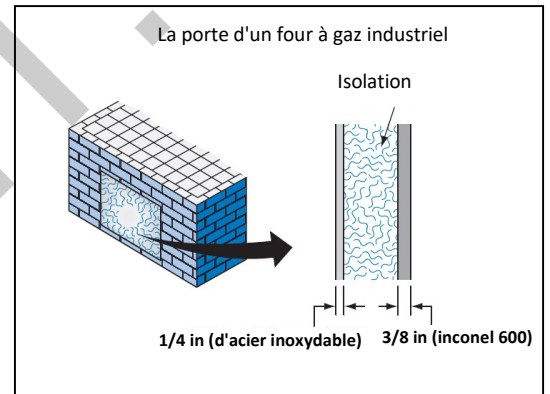


Schéma de la paroi du four

Exercice 2:

La porte d'un four à gaz industriel mesure $2 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ de surface et qui doit être isolée pour réduire la perte de chaleur à 1200 W/m^2 au maximum. La porte est représentée schématiquement sur la figure. La surface intérieure est une feuille d'inconel 600 (alliage nickel/chrome) de 3/8 in d'épaisseur ($k_1 = 14,9 \text{ W.m}^{-1}\text{.K}^{-1}$) et la surface extérieure est une tôle d'acier inoxydable ($k_3 = 43 \text{ W.m}^{-1}\text{.K}^{-1}$). Entre ces tôles, une épaisseur appropriée (e_2) de matériau isolant doit être placée ($k_2 = 0,27 \text{ W.m}^{-1}\text{.K}^{-1}$). La température effective du gaz à l'intérieur du four est de 1200°C et le coefficient global de transfert de chaleur entre le gaz et la porte est $h_g = 20 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$. Le coefficient de transfert thermique entre la surface extérieure de la porte et l'environnement à 20°C est $h_a = 5 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$.

- 1- Donner le circuit thermique équivalent.
- 2- Donnez l'expression de R_{eq} de la porte.
- 3- Calculer l'épaisseur d'isolation appropriée sur le matériau isolant (e_2).
- 4- Si l'épaisseur d'isolation est de 20 cm, calculer la température dans la porte du four et sont extérieure.



Coupe transversale de la paroi composite de la porte du four à gaz

Exercice 3:

Une longue tige cylindrique, chauffée électriquement, de 2 cm de diamètre, est installée dans un four sous vide comme le montre la Fig. L'émissivité de la surface de la tige chauffante est 0,9 et est maintenue à 1000 K , tandis que les parois intérieures du four sont noires et sont à 800 K . Calculer:

- 1- Le taux de dissipation de l'énergie électrique due à la chaleur de la tige (Le rayonnement de transfert de chaleur).
- 2- Le coefficient de transfert de chaleur par rayonnement h_r (équivalent).

$$L = 1.0 \text{ m}, \quad \sigma = 5.669 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}^4}$$

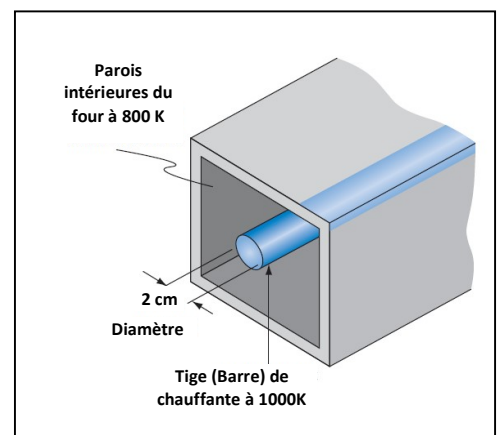


Schéma du four à vide avec tige de chauffante