

Exercice de colle de thermodynamique

12 Octobre 2021

1 Enoncé

On s'intéresse à l'étude thermique d'un double vitrage comme représenté ci-dessous.

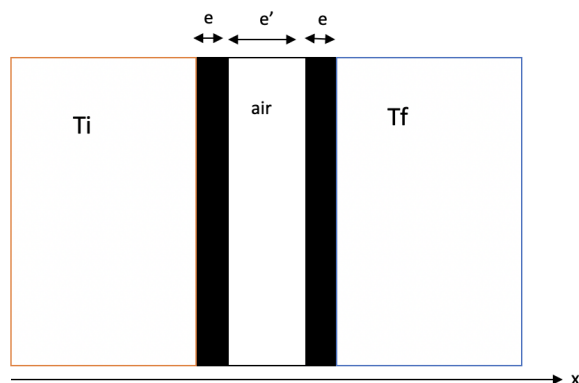


FIGURE 1 – Schéma du problème

Les hypothèses à faire sont :

- Surface S
- $\Phi_{air/verre} = hS(T_s - T_e)$
- Régime stationnaire

2 Résolution de l'exercice

Comme nous sommes en régime stationnaire et d'après la géométrie du problème on peut appliquer la conservation du flux dans le système considéré.

2.1 Détermination du flux

Le flux total que nous noterons Φ peut par analogie électrique se mettre sous la forme :

$$\Delta T = R_{th} \Phi \quad (1)$$

$$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{th}} \quad (2)$$

On connaît ici ΔT qui est égale à $T_i - T_f$. On cherche R_{th} . On a ici par toujours par analogie électrique des résistances montées en série. Une associée à chaque milieu pour la conduction et interface pour la conducto-convection.

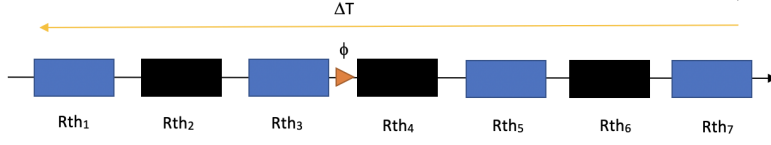


FIGURE 2 – Equivalence en résistance

Les résistances en bleu correspondent aux phénomènes conducto-convectif aux interfaces avec le verre. La résistance associée est :

$$R_{th} = \frac{1}{hS} \quad (3)$$

Pour les phénomènes purement conductifs on a :

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda S} \quad (4)$$

Pour déterminer la résistance pour les phénomènes conductifs on utilise la loi de Fourier. λ correspond à la conductivité thermique associée au matériau (homogène à des $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$). On a donc :

$$R_{thtot} = \sum_i^n R_{thi} = 4 \frac{1}{hS} + 2 \frac{e}{\lambda S} + \frac{e'}{\lambda' S} \quad (5)$$

A partir de ça, on peut exprimer la température du système en n'importe quel x.

2.2 Détermination de la température à différents points du système

2.2.1 Calcul de la température à la surface du verre

On applique la conservation du flux :

$$\Phi = \Phi_1 = \frac{T_i - T_f}{R_{thtot}} = \frac{(T_i - T_{verre})}{\frac{1}{hS}} \quad (6)$$

$$T_{verre} = T_i - \frac{T_i - T_f}{R_{thtot}} \times \frac{1}{hS} \quad (7)$$

2.2.2 Calcul de la température à l'intérieur du verre

$$\Phi = \Phi_1 = \frac{T_i - T_f}{R_{thtot}} = \frac{(T_i - T_x)}{\frac{1}{hS} + \frac{x}{\lambda S}} \quad (8)$$

Ce qui donne :

$$T_x = T_i - \frac{T_i - T_f}{R_{thtot}} \times \left(\frac{1}{hS} + \frac{x}{\lambda S} \right) \quad (9)$$

De cette façon on peut calculer en tout point la température sans utiliser l'équation de diffusion. On peut aussi tracer le profil de température en fonction de x.

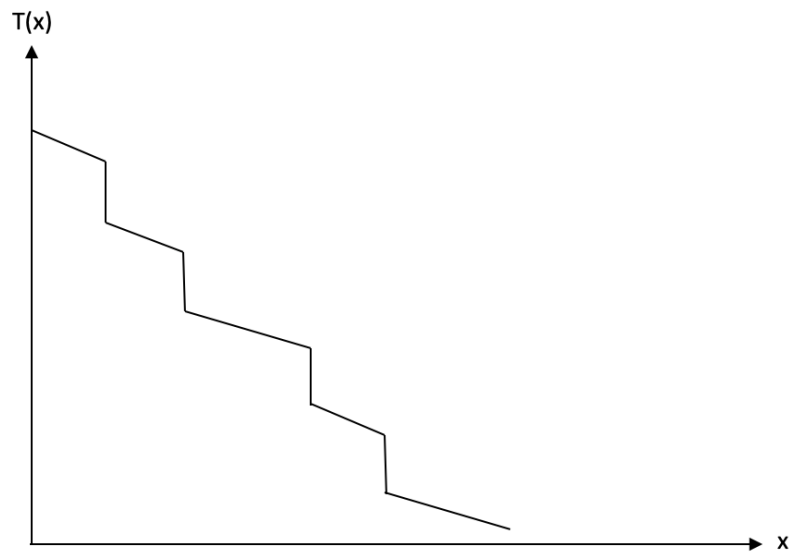


FIGURE 3 – Profil de température dans le système