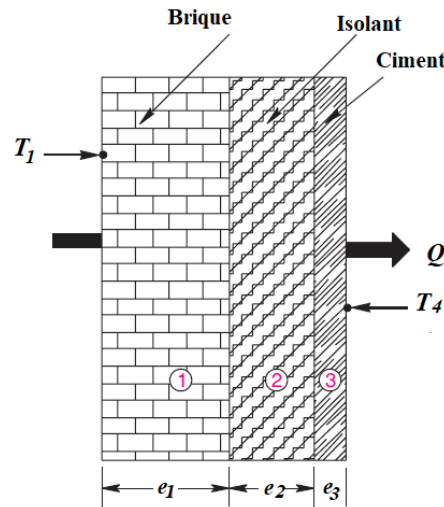




Corrigé d'EXAMEN : Transfert Thermique I

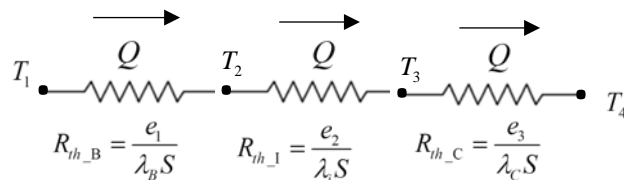
Solution d'Exercice N° 01 : (12 points)



Les données:

$e_1 = 25\text{cm}$, $e_2 = 10\text{cm}$, $e_3 = 6\text{cm}$, $T_4 = -15^\circ\text{C}$, $T_1 = 30^\circ\text{C}$, $\lambda_B = 0,7\text{W / mK}$, $\lambda_i = 0,043\text{W / mK}$, $\lambda_C = 72\text{W / mK}$

1- Représentation de schéma d'analogie électrique de système :



2- Calcul de la résistance thermique équivalente de système :

$$R_{th_eq} = \frac{e_1}{\lambda_b} + \frac{e_2}{\lambda_i} + \frac{e_3}{\lambda_c} = \frac{25 \cdot 10^{-2}}{0,7} + \frac{25 \cdot 10^{-2}}{0,043} + \frac{25 \cdot 10^{-2}}{0,72} \Rightarrow \boxed{R_{th_eq} = 2,766 \text{ [m}^2\text{K / W]}}$$

3- Calcul de flux de chaleur perdue en régime permanent par unité de surface [w/m²] :

Bilan thermique :

$$Q = Q_B = Q_i = Q_C$$

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{R_{th_B}} = \frac{T_2 - T_3}{R_{th_i}} = \frac{T_3 - T_4}{R_{th_C}} = \frac{T_1 - T_4}{R_{th_eq}} = \frac{30 - (-15)}{2,766} \Rightarrow \boxed{Q = 16,27 \text{ [W / m}^2\text{]}}$$

4- Calcul les températures aux interfaces de la paroi isolante. T_2 et T_3 :

$$Q = \frac{\lambda_B}{e_1} (T_1 - T_2) \Rightarrow T_2 = T_1 - Q \left(\frac{e_1}{\lambda_B} \right) = T_2 = 30 - 16,27 \cdot \left(\frac{25 \cdot 10^{-2}}{0,7} \right) \Rightarrow \boxed{T_2 = 24,19^\circ\text{C}}$$

$$Q = \frac{\lambda_i}{e_2} (T_2 - T_3) \Rightarrow T_3 = T_2 - Q \left(\frac{e_2}{\lambda_i} \right) = T_3 = 24,19 - 16,27 \cdot \left(\frac{10 \cdot 10^{-2}}{0,043} \right) \Rightarrow \boxed{T_3 = -13,65^\circ\text{C}}$$

5- Calcul de l'épaisseur supplémentaire de matière isolante faut-il prévoir pour réduire le flux de chaleur de 70 % à la valeur actuelle :

$$Q' = 70\% \cdot Q = 0,7 \cdot 16,27 \Rightarrow Q' = 11,39 \text{ [W / m}^2\text{]}$$

$$Q' = \frac{T_1 - T_4}{R'_{th_éq}} \Rightarrow R'_{th_éq} = \frac{T_1 - T_4}{Q'} = \frac{30 - (-15)}{11,39} \Rightarrow \boxed{R'_{th_éq} = 3,39 \text{ [m}^2\text{K / W]}}$$

$$R'_{th_i} = R'_{th_éq} - R_{th_éq} = 3,95 - 2,766 \Rightarrow \boxed{R'_{th_i} = 1,184 \text{ [m}^2\text{K / W]}}$$

$$R'_{th_i} = \frac{e'_2}{\lambda_i} \Rightarrow e'_2 = R'_{th_i} \cdot \lambda_i = 1,184 \cdot 0,043 \Rightarrow \boxed{e'_2 = 0,051 \text{ m} = 5,1 \text{ cm}}$$

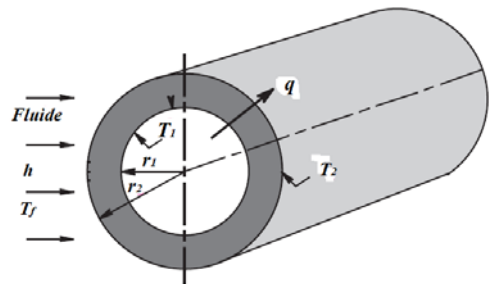
Solution d'Exercice N° 02 : (08 points)

Les données: $r_i = 30 \text{ mm}$, $r_e = 50 \text{ mm}$, $q = 10^5 \text{ [W / m}^2\text{]}$, $T_f = 80^\circ\text{C}$, $h = 400 \text{ W / m}^2\text{K}$, $\lambda = 15 \text{ W / mK}$.

Détermination des températures des parois interne et externe de cylindre :

Bilan thermique :

$$Q = Q_{cyl} = Q_f = \frac{T_1 - T_2}{R_{th_cyl}} = \frac{T_2 - T_f}{R_{th_f}} = \frac{T_1 - T_2}{\ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)} = \frac{T_2 - T_f}{\frac{1}{h(2\pi r_e L)}}$$



$$R_{th_cyl} = \frac{\ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)}{2\pi\lambda L} = \frac{\ln\left(\frac{50}{30}\right)}{2\pi \cdot 15 \cdot L} = \frac{0,0340}{2\pi L}$$

$$R_{th_f} = \frac{1}{2\pi L \cdot 0,050 \cdot h} = \frac{1}{2\pi L \cdot 0,050 \cdot 400} = \frac{0,05}{2\pi L}$$

$$R_{th_éq} = R_{th_cyl} + R_{th_f} = \frac{0,0340}{2\pi L} + \frac{0,05}{2\pi L} \Rightarrow \boxed{R_{th_éq} = \frac{0,084}{2\pi L}}$$

$$Q = q \cdot S = q \cdot (2\pi r_i L) = \frac{T_1 - T_f}{R_{th_éq}} = 10^5 \cdot 2\pi L \cdot 0,03 = \frac{(T_1 - T_f) \cdot 2\pi L}{0,084}$$

$$\Rightarrow Q = 10^5 \cdot 0,03 = \frac{(T_1 - T_f)}{0,084} \Rightarrow 10^5 \cdot 0,03 \cdot 0,084 = T_1 - T_f$$

$$\Rightarrow T_1 = 10^5 \cdot 0,03 \cdot 0,084 + 80 \Rightarrow \boxed{T_1 = 332^\circ\text{C}} \quad \text{La température de la surface intérieure.}$$

$$Q = q \cdot (2\pi r_i L) = h(2\pi r_e L)(T_2 - T_f) \Rightarrow T_2 = \frac{10^5 \cdot 0,03}{400 \cdot 0,05} + 80 \Rightarrow \boxed{T_2 = 230^\circ\text{C}}$$



Chargé du module N.MENECEUR

Bonne chance !