

TH304 - Vitrage

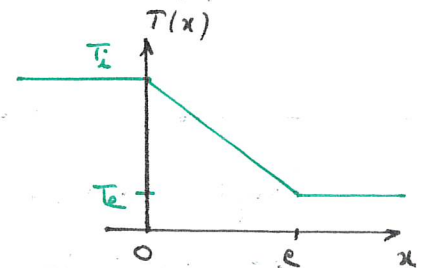
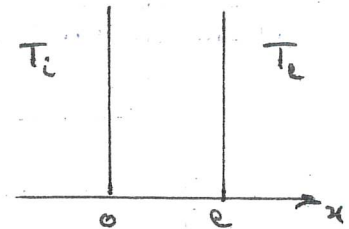
a- Équation de la chaleur dans la vitre : $\Delta T = 0$
en régime stationnaire et en l'absence de source.

$$\Rightarrow T(x) = ax + b.$$

Conditions limites : Continuité de la température.

$$T(0) = T_i = b, \quad T(e) = T_e = ae + T_i \Rightarrow a = \frac{T_e - T_i}{e}$$

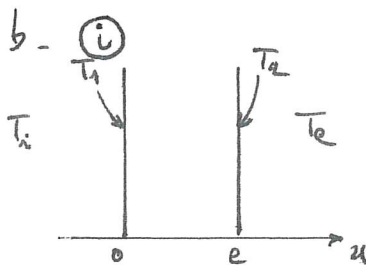
$$\text{d'où } T(x) = (T_e - T_i) \frac{x}{e} + T_i$$



Résistance thermique : $R_{th} = \frac{T_i - T_e}{\phi}$

$$\text{où } \phi = \vec{j}_{th} \cdot S \vec{e}_n = -\lambda \frac{dT}{dx} \cdot S = \frac{\lambda S}{e} (T_i - T_e)$$

$$\Rightarrow R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$$



Continuité du flux thermique

$$\phi_{cxi} = hS(T_i - T_1) = G_{ce}(T_i - T_1) \quad \text{où } G_{ce} = hS$$

$$\phi_{vitr} = G_{th}(T_1 - T_2) \quad \text{où } G_{th} = 1/R_{th}$$

$$\phi_{ce} = hS(T_2 - T_e) = G_{ce}(T_2 - T_e)$$

$$\text{et } \phi = \phi_{cxi} = \phi_{vitr} = \phi_{ce}$$

$$\begin{cases} R_{ce}\phi = T_i - T_1 & (1) \\ R_{th}\phi = T_1 - T_2 & (2) \\ R_{ce}\phi = T_2 - T_e & (3) \end{cases} \begin{aligned} &\rightarrow (3) - (1) : 0 = T_2 - T_e - T_i + T_1 & (4) \\ &(4) + (2) : R_{th}\phi = 2T_1 - T_e - T_i \end{aligned}$$

$$\text{Avec (1) : } \frac{R_{th}}{R_{ce}}(T_i - T_1) = 2T_1 - T_e - T_i \Rightarrow T_1 = \frac{T_i(1 + R_{th}/R_{ce}) + T_e}{2 + R_{th}/R_{ce}}$$

$$(4) - (2) : -R_{th}\phi = 2T_2 - T_e - T_i, \quad \text{avec (3) : } -\frac{R_{th}}{R_{ce}}(T_2 - T_e) = 2T_2 - T_e - T_i$$

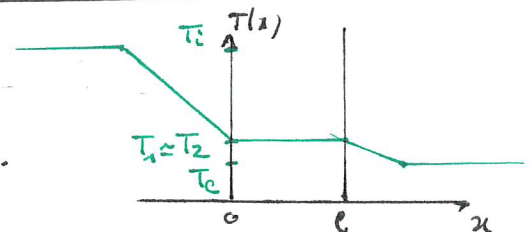
$$\Rightarrow T_2 = \frac{T_e(1 + R_{th}/R_{ce}) + T_i}{2 + R_{th}/R_{ce}}$$

$$\text{A.N : } R_{ce} = \frac{1}{hS} = 0,1 \text{ K W}^{-1}$$

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda S} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ K W}^{-1}$$

$$\Rightarrow T_1 = 275 \text{ K.}$$

$$T_2 = 275 \text{ K.}$$



(ii) Le flux traversant la vitre et les couches limites d'air étant identiques, on modélise par une association série.

$$T_i \text{ --- } R_{cc} \text{ --- } \frac{T_1}{\alpha} \text{ --- } R_{th} \text{ --- } \frac{T_2}{\alpha} \text{ --- } R_{cc} \text{ --- } T_e$$

(iii) * $\phi_b = G_{cc}(T_i - T_1)$ par exemple $\Rightarrow \phi_b = 170 \text{ W}$

* Dans la question a : $\phi_a = G_{th}(T_1 - T_2) = 5,3 \text{ kW} = \phi_a$

$\frac{\phi_b}{\phi_a} = 3,2\%$ Les couches limites d'air de part et d'autre de la vitre sont les facteurs limitant le transfert thermique.

c- $\text{--- } R_{cc} \text{ --- } R_{th} \text{ --- } R_{cc} \text{ --- } R_{vitr} \text{ --- } R_{cc} \text{ --- } R_{th} \text{ --- } R_{cc} \text{ ---}$

$$R_{eq} = 4R_{cc} + 2R_{th} = 0,608 \text{ W.K}^{-1}$$

$$\text{ou } R_{vitr} = \frac{e}{\lambda S} = 0,2 \text{ K.W}^{-1}$$

