

M1 Génie Civil

Actions thermiques, Session 1, 2012

Eléments de correction

1)

a)

$$R_{th} = 1/h + e_v/\lambda_v + e_{gaz}/\lambda_{gaz} + e_v/\lambda_v + 1/h$$

$$= 0,944 \text{ (m}^2\text{K)/W pour l'air}$$

$$= 1,425 \text{ (m}^2\text{K)/W pour le krypton}$$

Différence relative $(1.425-0.944)/0.944 = 50\%$ de gain pour le krypton par rapport à l'air

b)

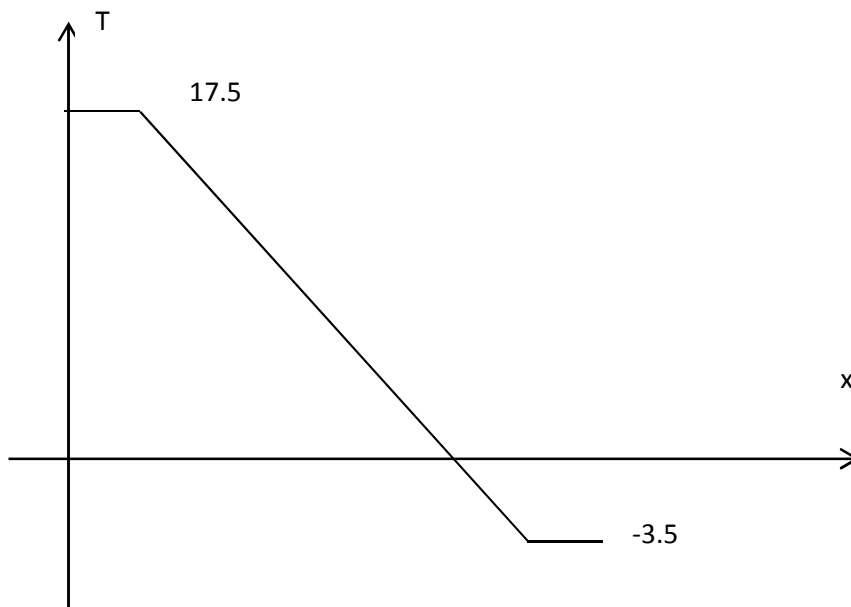
$$\text{Flux} = \text{constante} = (T_{int} - T_{ext}) / R_{th} = 16,8 \text{ W/m}^2 \text{ pour le vitrage avec krypton}$$

$$T_{pint} = T_{int} - \text{Flux} / h = 17,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_1 = T_{pint} - e_v \cdot \text{Flux} / \lambda_v = 17,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2 = T_1 - e_{gaz} \cdot \text{Flux} / \lambda_{gaz} = -3,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{pext} = T_2 - e_v \cdot \text{Flux} / \lambda_v = -3,6 \text{ }^\circ\text{C}$$



2)

a)

$$R_{th} = 1/h + e/\lambda_v + e/\lambda_e + e/\lambda_v + 1/h$$

Avec

$$e/\lambda_e = 1/h_{conv} + e/l + 1/h_{conv}$$

h_{conv} = coefficient d'échange dans la lame d'air

avec $h_{conv} = Nu \times \lambda_g / L$ avec $L = e$ (voir énoncé)

$$Nu = 0.13(Ra)^{0.25}$$

Et $Ra = Gr \times Pr$

$$Gr = g\beta\Delta T\rho^2L^3/\mu^2$$

$$g = 9.81 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\beta = 1/T = 1/300$$

$$\Delta T = (17.5 - (-3.5)) = 21.5^\circ\text{C}$$

$$L = e = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$\rho = 1.18 \text{ kg}/\text{m}^3$ pour l'air et 3.41 pour le krypton

$\mu = 1.85 \cdot 10^{-5} \text{ kg}/(\text{ms})$ pour l'air $4.38 \cdot 10^{-5}$ pour le krypton

d'où $Gr = 22350$ pour l'air et 33300 pour le krypton

$Pr = \mu C_p / \lambda = 0.716$ pour l'air et 0.684 pour le krypton

$Ra = 22350 \times 0.716 = 16000$ pour l'air et 22788 pour le krypton

D'où $Nu = 1.46$ pour l'air et 1.6 pour le krypton

Et $h_{conv} = 1.9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ pour l'air et $1.28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ pour le krypton

On en déduit $R_{th} = 2 \text{ (m}^2\cdot\text{K)}/\text{W}$ pour l'air et $2.99 \text{ (m}^2\cdot\text{K)}/\text{W}$ pour le krypton

Différence relative identique 50%, différence absolue supérieure (élévation de 1 par rapport à 0.5)

3)

Intérêt krypton : diminuer conductivité et augmentation de μ et $\rho \rightarrow$ élévation de $Gr \rightarrow$ élévation de R_{th}

En absolu, plus d'effet sur convection, en relatif, identique

4)

a) modélisation de type plaque simplement appuyée sur les bords (effets des joints souples.

b) $b/h=0.25 < 0.4 \rightarrow$ modélisation comme une poutre de portée $L = 0.5$ m

c) température pratiquement uniforme dans chacune des vitres \rightarrow gradient négligeable \rightarrow pas de courbure, pas de flèche \rightarrow seulement une déformation libre

fenêtre intérieure à 17.5°C :

$$\Delta l = \alpha \times \Delta T \times L = 9.10^{-6} \times (17.5 - 10) \times 0,5 = 0.03 \text{ mm de dilatation}$$

fenêtre extérieure à -3.5°C :

$$\Delta l = \alpha \times \Delta T \times L = 9.10^{-6} \times (-3.5 - 10) \times 0,5 = - 0.06 \text{ mm de contraction}$$