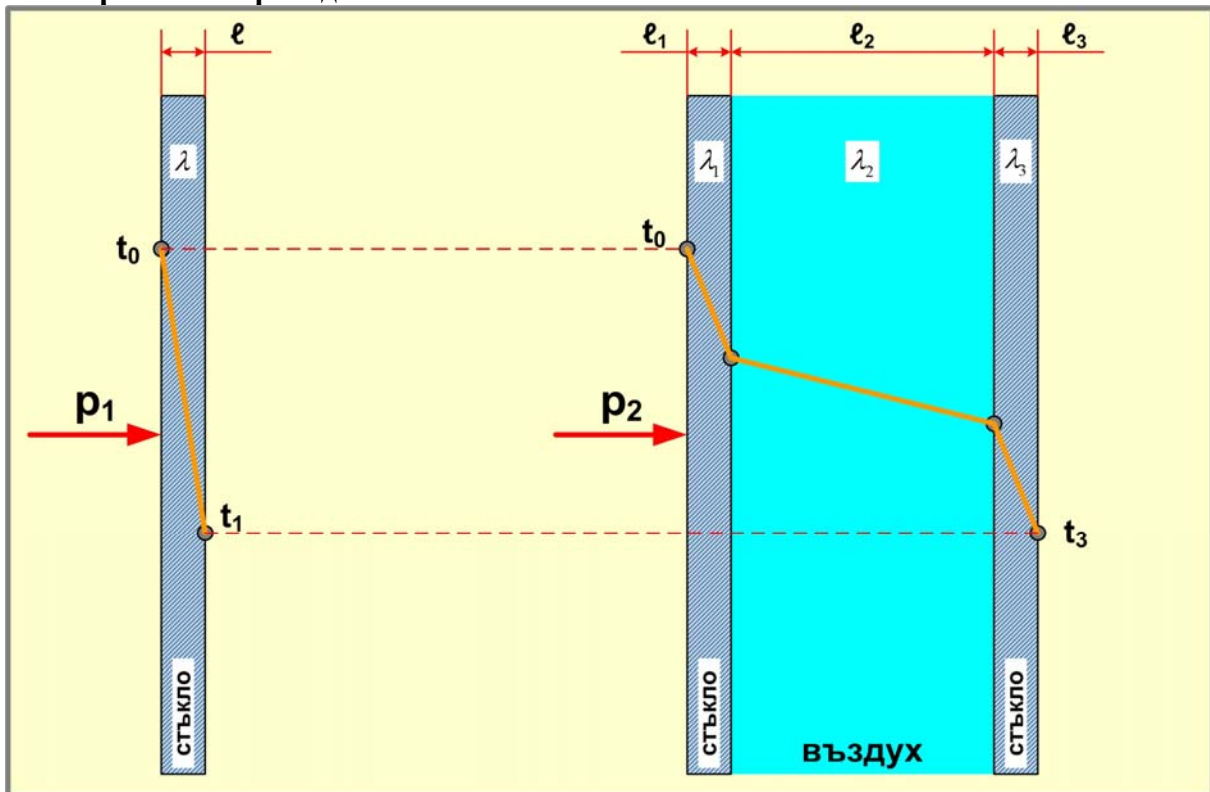


Определете отношението на мощностите на топлинните потоци p_1/p_2 за стъкло на прозорец с дебелина $l = 8 \text{ [mm]}$ и пакет от две стъкла с дебелини $l_1 = 4 \text{ [mm]}$ и $l_3 = 4 \text{ [mm]}$ и слой от $l_2 = 1,7 \text{ [cm]}$ въздух между тях, ако температурите на „топлата“ и „студената“ стена са еднакви – фиг.1.

Топлопроводността на въздуха е $\lambda_{\text{въздух}} = 0,025 \text{ [W/m.K]}$, а тази на стъклото - $\lambda_{\text{стъкло}} = 1,15 \text{ [W/m.K]}$. Да се приеме, че във въздушния слой **топлината се предава само чрез топлопроводност**.



Фиг.1.

Дадено :

$$l = 8 \text{ [mm]}; l_1 = 4 \text{ [mm]}; l_2 = 1,7 \text{ [cm]}; l_3 = 4 \text{ [mm]}$$

$$\lambda = 1,15 \text{ [W/m.K]}; \lambda_1 = 1,15 \text{ [W/m.K]}; \lambda_2 = 0,025 \text{ [W/m.K]}; \lambda_3 = 1,15 \text{ [W/m.K]}$$

$$t_1 = t_3$$

Да се намери :

$$\frac{p_1}{p_2} \text{ [-]}$$

Решение :

Нормализираме входните данни :

$$l = 8 \text{ [mm]} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ [m]}$$

$$l_1 = 4 \text{ [mm]} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ [m]}$$

$$l_2 = 1,7 \text{ [cm]} = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ [m]}$$

$$l_3 = 4 \text{ [mm]} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ [m]}$$

Мощността на топлиният поток през *еднослойна* стена е $p_1 \left[\frac{W}{m^2} \right]$:

$$(1) \quad p_1 = \frac{t_0 - t_1}{r_{m(1)}} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

Термично съпротивление на *еднослойна* стена е :

$$(2) \quad r_{m(1)} = \frac{l}{\lambda} \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$$

Мощността на топлиният поток през *трислойна* стена е $p_2 \left[\frac{W}{m^2} \right]$:

$$(3) \quad p_2 = \frac{t_0 - t_3}{r_{T(3)}} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

Където за трислойна стена, термичното съпротивление е :

$$(4) \quad r_{T(3)} = \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \frac{l_3}{\lambda_3} \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$$

Делим (1) на (2) :

$$(5) \quad \frac{p_1}{p_3} = \frac{\frac{t_0 - t_1}{r_{m(1)}}}{\frac{t_0 - t_3}{r_{T(3)}}} [-]$$

Но по условие $t_1 = t_3$:

$$\frac{p_1}{p_3} = \frac{\frac{t_0 - t_3}{r_{m(1)}}}{\frac{t_0 - t_3}{r_{T(3)}}} [-]$$

$$(6) \quad \frac{p_1}{p_3} = \frac{r_{T(3)}}{r_{m(1)}} [-]$$

Заместваме с конкретните стойности :

$$r_{m(1)} = \frac{l}{\lambda} = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{1,15} = 6,95 \cdot 10^{-3} \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$$

$$r_{m(3)} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{1,15} + \frac{1,7 \cdot 10^{-2}}{0,025} + \frac{4 \cdot 10^{-3}}{1,15} = 0,687 \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{0,687}{6,95 \cdot 10^{-3}} \approx 100 [-]$$

Извод : Въздуха е много добър изолатор, стига топлината да се предава само чрез топлопроводност.

Решение в Excel

Отговор :

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{r_{T(3)}}{r_{m(1)}} [-]; \frac{p_1}{p_2} \approx 100 [-]$$

$$r_{m(1)} = \frac{l}{\lambda} \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]; r_{T(3)} = \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \frac{l_3}{\lambda_3} \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$$