

**Esercizio (conduzione)**

Adattato da: Y. A. Çengel, *Termodinamica e trasmissione del calore*, McGraw-Hill Italia (1998).

Una finestra ha dimensioni della parte vetrata pari a 0,80x1,50 m.

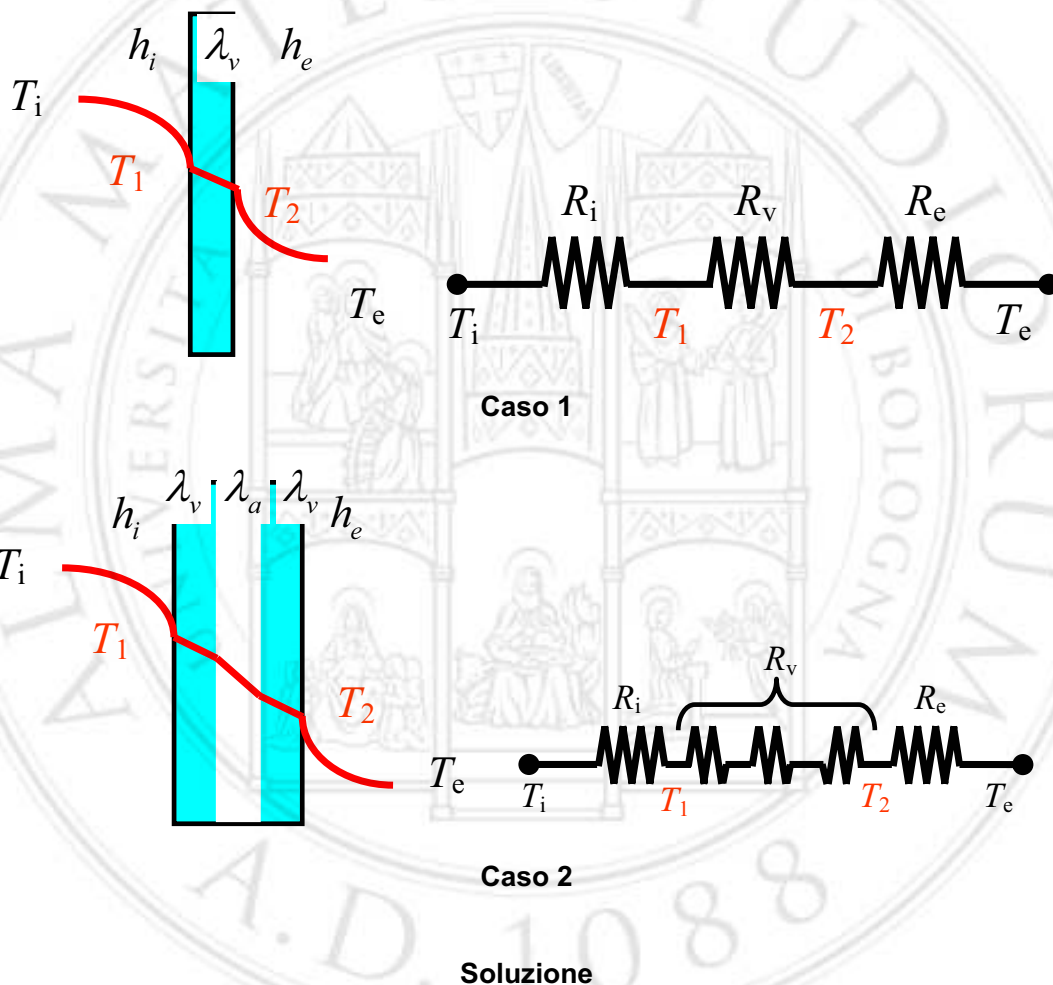
L'ambiente interno è alla temperatura  $T_i = 20\text{ °C}$  e quello esterno a  $T_e = -10\text{ °C}$ .

Trovare la potenza termica trasmessa attraverso la superficie vetrata e la temperatura della faccia vetrata interna, nei due casi:

1. la finestra ha un vetro singolo spesso 8 mm;
2. la finestra ha due vetri da 4 mm separati da un'intercapedine d'aria ferma spessa 10 mm.

Conduttività termiche: vetro  $\lambda_v = 0,78\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ; aria  $\lambda_a = 0,026\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ .

Coefficienti di convezione: interno  $h_i = 10\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ ; esterno  $h_e = 40\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ .



Si considera il caso come conduzione termica monodimensionale in regime stazionario, in modo da poter applicare il formalismo delle resistenze termiche.

Il flusso termico attraversa la superficie vetrata di area:

$$S = 0,8 \cdot 1,5 = 1,2\text{ m}^2 \quad (1)$$

Le resistenze termiche convettive sulle due facce della finestra sono:

$$R_i = \frac{1}{h_i S} = 0,08333 \frac{\text{K}}{\text{W}}, \quad R_e = \frac{1}{h_e S} = 0,02083 \frac{\text{K}}{\text{W}} \quad (2)$$

**Nel caso 1 (vetro singolo da 8 mm):**

$$R_v = \frac{s_v}{\lambda_v S} = 0,00855 \frac{\text{K}}{\text{W}} \quad (3)$$

La resistenza termica totale è:

$$R_T = R_i + R_v + R_e = 0,1127 \text{ K/W} \quad (4)$$

La potenza termica trasmessa è:

$$\dot{Q} = \frac{T_i - T_e}{R_T} = \frac{20 - (-10)}{0,1127} = 266 \text{ W} \quad (5)$$

La temperatura sulla faccia interna è:

$$\dot{Q} = \frac{T_i - T_1}{R_i} \Rightarrow T_1 = T_i - \dot{Q} R_i = -2,2 \text{ }^\circ\text{C} \quad (6)$$

**Nel caso 2 (vetrata da 4+10+4 mm):**

$$R_v = \frac{s_{v1}}{\lambda_v S} + \frac{s_a}{\lambda_a S} + \frac{s_{v2}}{\lambda_v S} = 0,00427 + 0,3205 + 0,00427 = 0,3290 \frac{\text{K}}{\text{W}} \quad (7)$$

La resistenza termica totale è:

$$R_T = R_i + R_v + R_e = 0,4332 \text{ K/W} \quad (8)$$

La potenza termica trasmessa è:

$$\dot{Q} = \frac{T_i - T_e}{R_T} = \frac{20 - (-10)}{0,4332} = 69,2 \text{ W} \quad (9)$$

La temperatura sulla faccia interna è:

$$\dot{Q} = \frac{T_i - T_1}{R_i} \Rightarrow T_1 = T_i - \dot{Q} R_i = 14,2 \text{ }^\circ\text{C} \quad (10)$$

L'esempio, pur con diverse semplificazioni, spiega la convenienza delle finestre a doppio vetro nei climi freddi. La lama d'aria tra i vetri aumenta la resistenza termica totale e quindi riduce la potenza termica dispersa, aumentando nel contempo la temperatura sulla faccia interna della finestra. In realtà la resistenza termica dell'intercapedine d'aria è un po' più ridotta a causa dei moti convettivi naturali.