

Esercizio 1

Il ciclo rappresentato in figura, è composto da 4 trasformazioni reversibili. Il fluido è aria considerata come un gas perfetto.

Le trasformazioni 1-2 e 3-4 sono isoentropiche, mentre le trasformazioni 2-3 e 4-1 sono isocore.

Le condizioni termodinamiche del punto 1 sono $p_1 = 1 \text{ bar}$ $t_1 = 76,85^\circ\text{C}$.

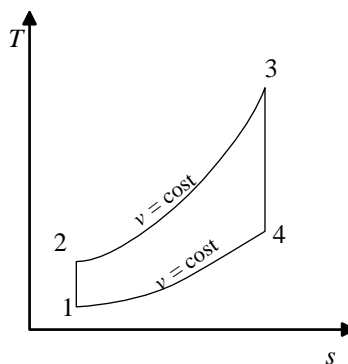
Nella trasformazione 2-3 viene fornito un calore pari a $q = 2840 \text{ kJ/kg}$.

Supponendo che il calore specifico a volume costante non dipenda dalla temperatura e sia pari a

$$c_v = 0,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}, \text{ che } k = 1,4 \text{ e che il rapporto } \rho = \frac{v_1}{v_2} \text{ sia } \rho = 5$$

Trovare:

1. La pressione e la temperatura dei punti 2, 3, 4
2. Il rendimento del ciclo



Esercizio 2.

Una termocoppia rame – costantana a forma di sfera di diametro $D = 0,125 \text{ mm}$, ha una temperatura iniziale pari a $t_i = 0^\circ\text{C}$.

Viene immersa in una corrente d'aria a $T_\infty = 7^\circ\text{C}$.

Sapendo che il coefficiente convettivo medio vale $h = 45 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$:

Dimostrare che è possibile applicare il metodo dei parametri concentrati

Ricavare il tempo necessario affinché la termocoppia raggiunga la temperatura $t = 6,5^\circ\text{C}$.

Nota. Per i calcoli utilizzare i seguenti valori:

$$k = 204,2 \frac{\text{W}}{\text{mK}} \quad c = 399,5 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \quad \rho = 8930 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Teoria

1. Ricavare l'equazione che descrive il fenomeno dell'umidificazione a vapore e mostrare sotto quali ipotesi si può ritenere questa trasformazione isoterma.
2. Ricavare per i gas perfetti l'equazione che descrive una trasformazione isoentropica.
3. Ricavare la resistenza termica in geometria cilindrica.

Soluzione

Esercizio 1

$$p_1 = 1 \text{ bar} \quad t_1 = 76,85^\circ \text{C} = 350 \text{ K} \quad \rho = 5$$

1)

Punto 2

$$pv^k = \text{cost}$$

$$p_2 = p_1 \rho^k = 1 \cdot 5^{1,4} = 9,52 \text{ bar} = 9,52 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_2 = T_1 \rho^{k-1} = 350 \cdot 5^{0,4} = 666,28 \text{ K}$$

Punto 3

$$q_{23} = c_v (T_3 - T_2) \Rightarrow T_3 = T_2 + \frac{q_{23}}{c_v} = 666,28 + \frac{2840}{0,7} = 4723,42 \text{ K}$$

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{T_3}{T_2} \Rightarrow p_3 = p_2 \frac{T_3}{T_2} = 9,52 \frac{4723,42}{666,28} = 67,49 \text{ bar}$$

Punto 4

$$T_4 = \frac{T_3}{\rho^{k-1}} = 2481,23 \text{ K}$$

$$p_4 = \frac{p_3}{\rho^k} = 7,09 \text{ bar}$$

2)

$$\eta = \frac{l}{q_{23}} = \frac{q_{23} - |q_{41}|}{q_{23}} = 1 - \frac{|q_{41}|}{q_{23}} = 1 - \frac{c_v (T_4 - T_1)}{c_v (T_3 - T_2)} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} = 1 - \frac{2481,23 - 350}{4723,23 - 666,28} = 0,47$$

Esercizio 2

$$L_c = \frac{V}{A} = \frac{\frac{4}{3} \pi R^3}{4 \pi R^2} = \frac{R}{3} = \frac{D}{6}$$

$$Bi = \frac{h L_c}{k} = \frac{h D}{6 k} = \frac{45 \cdot 1,25 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 204,2} = 4,59 \cdot 10^{-6} \ll 0,1$$

È applicabile il metodo dei parametri concentrati.

$$\tau = -\frac{\rho c L_c}{h} \ln \frac{T - T_\infty}{T_i - T_\infty} = -\frac{8930 \cdot 1,25 \cdot 10^{-4} \cdot 399,5}{45 \cdot 6} \ln \frac{6,5 - 7}{0 - 7} = 4,36 \text{ s}$$