

Prova scritta di Fisica Tecnica I – 03/06/2008

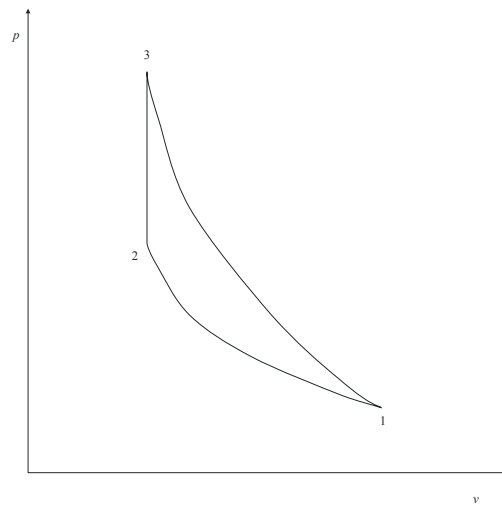
Esercizio 1

Dell'ossigeno supposto a comportamento ideale con $k=1,4$ e massa molecolare $M=32$, evolve secondo un ciclo composto dalle seguenti trasformazioni supposte reversibili:

1. Compressione isoterma dallo stato 1 ($p_1=0,9 \text{ bar}$, $v_1=0,88 \text{ m}^3/\text{kg}$) allo stato 2.
2. Trasformazione isocora da 2 a 3 ($p_3=21,5 \text{ bar}$)
3. Espansione politropica di esponente $n=1,32$ da 3 a 1.

Determinare:

1. le temperature T_1 e T_3
2. le quantità di calore per unità di massa scambiate nelle singole trasformazioni
3. il rendimento del ciclo



Esercizio 2.

Un tubo di acciaio con diametro esterno di 75 mm è ricoperto di uno strato di $12,5 \text{ mm}$ di amianto il quale è a sua volta ricoperto di uno strato di 50 mm di lana di vetro. Considerando il problema stazionario e sapendo che la superficie esterna del tubo ha una temperatura di $200 \text{ }^\circ\text{C}$ e che la temperatura esterna della lana di vetro è di $35 \text{ }^\circ\text{C}$, determinare:

1. Il flusso termico disperso per metro di lunghezza
2. La temperatura interfacciale fra amianto e lana di vetro.

Nota: $k_{am} = 0,207 \text{ W/mK}$, $k_{lv} = 0,0548 \text{ W/mK}$

Teoria

1. Ricavare l'equazione che descrive l'umidificazione adiabatica e dimostrare che la trasformazione si può ritenere con buona approssimazione isoentalpica.
2. Ricavare la relazione che lega il coefficiente di effetto utile di una pompa di calore al coefficiente di effetto utile di una macchina frigorifera supponendo che le due macchine operino tra le stesse temperature.
3. Ricavare l'equazione di Fourier in coordinate cartesiane per il caso stazionario.

Soluzione:

Esercizio 1

1)

$$R = \frac{R_0}{M} = \frac{8314,3}{32} = 259,82 \frac{J}{kgK}$$

$$T_1 = \frac{p_1 v_1}{R} = \frac{0,9 * 10^5 * 0,88}{259,83} = 304,8 K$$

$$T_2 = T_1$$

$$T_3 = T_1 \left(\frac{p_3}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} = 304,8 * \left(\frac{21,5}{0,9} \right)^{\frac{1,32-1}{1,32}} = 657,8 K$$

$$v_2 = v_3 = \frac{RT_3}{p_3} = \frac{259,82 * 657,8}{21,5 * 10^5} = 7,95 * 10^{-2} \frac{m^3}{kg}$$

2)

$$q_{12} = RT_1 \ln \left(\frac{v_2}{v_1} \right) = -1,904 * 10^5 \frac{J}{kg} = -190,4 \frac{kJ}{kg}$$

$$q_{23} = c_v (T_3 - T_2) = \frac{R}{k-1} (T_3 - T_2) = \frac{259,82}{1,4-1} * (657,8 - 304,8) = 229291 \frac{J}{kg} = 229,3 \frac{kJ}{kg}$$

$$q_{31} = c_v \frac{k-n}{1-n} (T_1 - T_3) = \frac{R}{k-1} \frac{k-n}{1-n} (T_1 - T_3) = 57322 \frac{kJ}{kg} = 57,32 \frac{kJ}{kg}$$

3)

$$l_n = \sum q_i = -190,4 + 229,3 + 57,32 = 96,22 \frac{kJ}{kg}$$

$$\eta = \frac{l_n}{q^+} = \frac{l_n}{q_{23} + q_{31}} = \frac{96,22}{229,3 + 57,32} = 0,336$$

Esercizio 2

1)

$$\frac{q}{L} = \frac{T_{i,am} - T_{e,l_v}}{\frac{\ln \left(\frac{D_{e,am}}{D_{i,am}} \right)}{2\pi k_{am}} + \frac{\ln \left(\frac{D_{e,l_v}}{D_{i,l_v}} \right)}{2\pi k_{l_v}}} = \frac{2 * \pi * (200 - 35)}{\frac{\ln \left(\frac{100}{75} \right)}{0,207} + \frac{\ln \left(\frac{200}{100} \right)}{0,0548}} = 73,85 \frac{W}{m}$$

2)

$$\frac{q}{L} = \frac{T_{i,l_v} - T_{e,l_v}}{\frac{\ln \left(\frac{D_{e,l_v}}{D_{i,l_v}} \right)}{2\pi k_{l_v}}}$$

Da cui

$$T_{i,l_v} = T_{e,am} = \frac{q}{L} \frac{\ln \left(\frac{D_{e,l_v}}{D_{i,l_v}} \right)}{2\pi k_{l_v}} + T_{e,l_v} = 183,66 ^\circ C$$