

Prova scritta di Fisica Tecnica – 9 aprile 2001
(ing. Meccanica, Elettrica, Elettronica, Navale, Materiali)
(ing. Civile, Edile, Ambientale)

.....

NOME e COGNOME

.....

CORSO di LAUREA

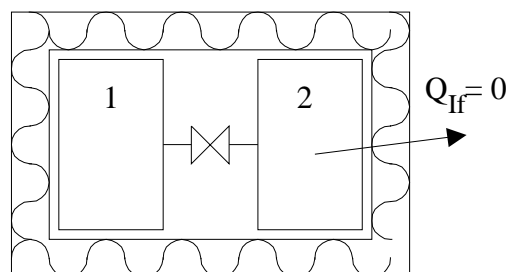
.....

VOTO

Termodinamica

Due serbatoi, isolati termicamente verso l'esterno, sono collegati tra loro mediante una valvola. Inizialmente, il serbatoio 1 contiene $m_1 = 0.5$ kg d'aria a $t_1 = 80^\circ\text{C}$ e $p_1 = 0.1$ MPa, mentre il serbatoio 2 contiene $m_2 = 1.0$ kg di aria a $t_2 = 50^\circ\text{C}$ e $p_2 = 0.2$ MPa. Dopo l'apertura della valvola le due masse d'aria si mescolano e viene raggiunta una situazione di uniformità (p_f , t_f) sia per la pressione che per la temperatura. Utilizzando un modello di gas ideale con $M_a = 28.97$ kg/kmol e $k = 1.4$, si calcolino:

1. la temperatura finale t_f , espressa in $^\circ\text{C}$;
2. la pressione finale p_f , espressa in MPa;
3. la generazione di entropia $(\Delta S_{irr})_{if}$, espressa in kJ/K.



Trasmissione del calore

Il flusso termico specifico scambiato per convezione naturale da un radiatore per impianti a termosifone è pari a $q'' = 500$ W/m² quando la temperatura media della superficie esterna vale $\bar{t}_s = 80$ $^\circ\text{C}$, mentre la temperatura dell'aria vale $t_\infty = 20$ $^\circ\text{C}$. Nell'ipotesi che si abbia

$$\overline{Nu} = 0.13 Ra^{\frac{1}{3}}$$

quale sarebbe il flusso termico specifico scambiato se, a parità di altre condizioni, si avesse $\bar{t}_s = 70$ $^\circ\text{C}$? Trascurare le variazioni delle proprietà termofisiche dell'aria con la temperatura.

Termodinamica

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) u_f$$

$$m_1 c_v t_1 + m_2 c_v t_2 = (m_1 + m_2) c_v t_f$$

$$t_f = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2} = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$V_f = V_1 + V_2 = \frac{m_1 R T_1}{P_1} + \frac{m_2 R T_2}{P_2} = 0,97 \text{ m}^3$$

$$p_f = \frac{(m_1 + m_2) R T_f}{V_f} = 0,148 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}(\Delta S_{irr})_{if} &= S_f - S_i = (m_1 + m_2) s_f - (m_1 s_1 + m_2 s_2) \\&= m_1 (s_f - s_1) + m_2 (s_f - s_2) \\&= m_1 \left(R \frac{k}{k-1} \ln \frac{T_f}{T_1} - R \ln \frac{p_f}{p_1} \right) + m_2 \left(R \frac{k}{k-1} \ln \frac{T_f}{T_2} - R \ln \frac{p_f}{p_2} \right) = 0,032 \text{ kJ/K}\end{aligned}$$

Trasmissione del calore

Il rapporto tra i flussi termici specifici ottenibili con temperature medie della superficie esterna a 70 e 80 °C rispettivamente è pari a:

$$\frac{q''_{70}}{q''_{80}} = \frac{h_{70} \Delta t_{70}}{h_{80} \Delta t_{80}} = \frac{Nu_{70} \Delta t_{70}}{Nu_{80} \Delta t_{80}} = \frac{(Ra_{70})^{\frac{1}{3}} \Delta t_{70}}{(Ra_{80})^{\frac{1}{3}} \Delta t_{80}} = \frac{(\Delta t_{70})^{\frac{1}{3}} \Delta t_{70}}{(\Delta t_{80})^{\frac{1}{3}} \Delta t_{80}} = \frac{(\Delta t_{70})^{\frac{4}{3}}}{(\Delta t_{80})^{\frac{4}{3}}} = 0,784$$

$$q''_{70} = 0,784 q''_{80} = 392 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$