

Prova scritta di Fisica Tecnica - 03.09.2002
(Ing. Meccanica, Navale, Elettrica, dei Materiali, Elettronica)

.....
NOME e COGNOME

.....
CORSO di LAUREA

.....
Voto

Esercizio 1

In un impianto frigorifero a *R-134a*, utilizzato per il condizionamento, il liquido saturo all'uscita dal condensatore entra nella valvola di laminazione, supposta adiabatica, alla temperatura $t_3 = 40^\circ\text{C}$. Qui il fluido viene laminato sino alla temperatura di entrata nell'evaporatore $t_4 = t_1 = 0^\circ\text{C}$. All'uscita dell'evaporatore si ha vapore saturo secco. Nell'evaporatore il fluido frigorifero raffredda, da $t_{ae} = 13^\circ\text{C}$ a $t_{au} = 8^\circ\text{C}$, una portata d'acqua ($c = 4.187 \text{ kJ/(kg K)}$) $\dot{m}_{ac} = 1.5 \text{ kg/s}$.

Nell'ipotesi che l'evaporatore sia adiabatico verso l'esterno e trascurando le variazioni di energia cinetica e potenziale, con l'ausilio del diagramma (p, h) allegato calcolare:

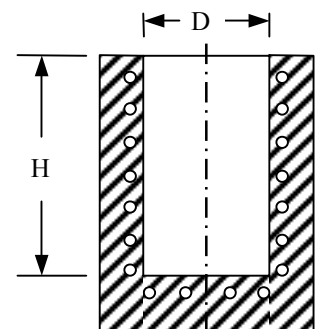
1. Il flusso termico fornito all'evaporatore q_{41}^+ [kW];
2. La portata di fluido frigorifero \dot{m}_f [kg/s];
3. Il bilancio di entropia nell'evaporatore, evidenziando la generazione complessiva \dot{S}_{irr} [kW/K].

Esercizio 2

Un forno è costituito da una cavità cilindrica, di diametro $D = 75 \text{ mm}$ ed altezza $H = 150 \text{ mm}$, aperta ad una estremità ed esposta ad un ambiente con $T_{amb} = 27^\circ\text{C}$.

Il mantello ed il fondo della cavità possono venire approssimati come superfici nere, sono riscaldati elettricamente, sono ben isolate e sono mantenute, rispettivamente, a temperature di 1350°C e 1650°C .

Tenendo conto del solo contributo dello scambio termico per irraggiamento, qual è la potenza termica necessaria al funzionamento del forno ?



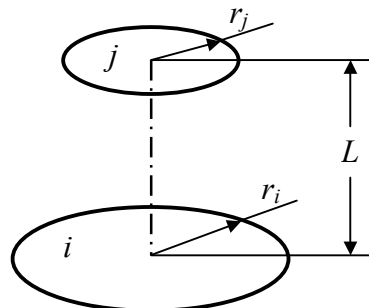
Note:

a. Fattore di vista fra due dischi paralleli coassiali:

$$R_i = r_i / L, \quad R_j = r_j / L$$

$$S = 1 + \frac{1 + R_j^2}{R_i^2}$$

$$F_{ij} = \frac{1}{2} \left\{ S - \left[S^2 - 4 \left(r_j / r_i \right)^2 \right]^{1/2} \right\}$$



b. La costante di Stefan-Boltzmann vale $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$

Soluzioni

Esercizio 1

Le informazioni fornite sono sufficienti a determinare, dal diagramma, le proprietà termodinamiche dei punti 1, 3 e 4 (eventualmente anche del punto 2' – fine compressione isoentropica – ma di nessuna utilità per tale problema):

Punto 1:	$t_1 = 0\text{ °C}$;	$p_1 = 0.292\text{ MPa}$;	$s_1 = 1.72\text{ kJ/(kg K)}$;	$h_1 = 396\text{ kJ/kg}$
Punto 3:	$t_3 = 40\text{ °C}$;	$p_3 = 1.02\text{ MPa}$;	$s_3 = 1.18\text{ kJ/(kg K)}$;	$h_3 = 255\text{ kJ/kg}$
Punto 4:	$t_4 = t_1 = 0\text{ °C}$;	$p_4 = 0.292\text{ Mpa}$;	$s_4 = 1.21\text{ kJ/(kg K)}$;	$h_4 = h_3 = 255\text{ kJ/kg}$

1. Flusso termico fornito all'evaporatore:

$$q_{41}^+ = \dot{m}_f (h_1 - h_4) \equiv \dot{m}_{ac} c (t_{ae} - t_{au}) = 31.4\text{ kW}$$

2. Portata di fluido frigorigeno:

$$\dot{m}_f = \frac{q_{41}^+}{h_1 - h_4} = 0.223\text{ kg/s}$$

3. Bilancio di entropia nell'evaporatore:

$$\begin{aligned} \dot{S}_{irr} &= \dot{m}_f (s_1 - s_4) + \dot{m}_{ac} (s_{au} - s_{ae}) = \dot{m}_f (s_1 - s_4) + \dot{m}_{ac} c \ln \frac{T_{au}}{T_{ae}} \\ &= 0.223(1.72 - 1.21) + 1.5 \cdot 4.187 \cdot \ln \frac{(8 + 273.15)}{(13 + 273.15)} \cong 3.02 \times 10^{-3}\text{ kW/K} = 3.02\text{ W/K} \end{aligned}$$

Esercizio 2

Trattandosi di superfici nere si ha:

$$q = q_{13} + q_{23} = A_1 F_{13} \sigma (T_1^4 - T_3^4) + A_2 F_{23} \sigma (T_2^4 - T_3^4)$$

Il valore di F_{23} si ricava dalla relazione fornita per il calcolo del fattore di vista per due dischi paralleli coassiali:

$$F_{23} \cong 0.056$$

Per ottenere F_{13} osserviamo che dalla regola della somma:

$$\sum_i F_{2i} = 1 \Rightarrow F_{21} = 1 - F_{23} = 0.944 \quad (F_{22} \equiv 0)$$

In base alla legge di reciprocità:

$$F_{12} = \frac{A_2}{A_1} F_{21} = \frac{D}{4H} F_{21} = 0.118$$

Per simmetria:

$$F_{13} \equiv F_{12}$$

da cui:

$$q \cong 1831\text{ W} = 1.83\text{ kW}$$

