

Prova scritta di Fisica Tecnica - 06.09.2000
(Ing. Meccanica, Navale, Elettrica, dei Materiali, Elettronica)

.....
NOME e COGNOME

.....
CORSO di LAUREA

.....
Voto

Esercizio 1

Un frigorifero utilizza il fluido frigorifero R-134a, e funziona secondo un ciclo inverso con rigenerazione tra la temperatura di evaporazione di -20°C e la temperatura di condensazione di 40°C .

Nelle ipotesi che:

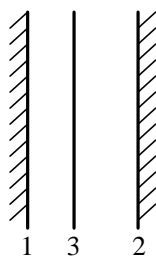
- All'uscita del condensatore si abbia liquido saturo;
- All'uscita dello scambiatore rigenerativo, lato liquido, si abbia un sottoraffreddamento di 10 K;
- Il rendimento isoentropico del compressore sia pari al 75 %;
- Il flusso termico asportato dall'evaporatore sia pari a 7 kW.

Utilizzando il diagramma allegato determinare:

1. Il coefficiente di effetto utile del ciclo;
2. Il flusso termico scambiato al condensatore;
3. La potenza meccanica spesa;
4. Il flusso termico scambiato nel rigeneratore.

Esercizio 2

Come schematizzato in figura, uno schermo alla radiazione è interposto tra due ampie superfici piane parallele poste a breve distanza.



Le superfici sono caratterizzate da:

- Superficie 1: $T_1 = 1000\text{ K}$, $\varepsilon_1 = 0.8$;
- Superficie 2: $T_2 = 500\text{ K}$, $\varepsilon_2 = 0.8$;
- Superficie 3: $\varepsilon_3 = 0.05$.

Calcolare:

1. Il flusso termico netto, per unità di area, fra le superfici 1 e 2;
2. La temperatura T_3 dello schermo.

Nota

La costante di Stefan-Boltzmann vale:

$$s = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$$

Soluzioni

Esercizio 1

Le informazioni fornite nel testo sono sufficienti a determinare le proprietà termodinamiche nei punti 3, 4, 5 e 6.

La posizione del punto 1 si ricava tramite un bilancio entalpico, sapendo che si trova alla stessa pressione del punto 6:

$$h_3 + h_6 = h_4 + h_1 \rightarrow h_1 = h_6 + (h_3 - h_4) = 384 + (256 - 240) = 400 \text{ kJ/kg}$$

Il punto 2' si trova alla pressione di condensazione ed ha la stessa entropia del punto 1.

Il punto 2 si ottiene - noto che si trova alla pressione di condensazione - sulla base della definizione di rendimento isoentropico di compressione:

$$h_{ic} = \frac{h_{2'} - h_1}{h_2 - h_1} \rightarrow h_2 = h_1 + (h_{2'} - h_1)/h_{ic}$$

$$h_2 = 400 + (448 - 400)/0.75 = 464 \text{ kJ/kg}$$

Punto	T [K]	p [MPa]	v [m³/kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/(kg K)]
1	272.15	0.14	0.16	400	1.80
2'	339.15	1	0.024	448	1.80
2	356.15	1	0.026	464	1.85
3	313.15	1	0.0009	256	1.19
4	303.15	1	0.0008	240	1.14
5	253.15	0.14	0.052	240	1.18
6	253.15	0.14	0.15	384	1.73

$$1. \quad e = \frac{h_6 - h_5}{h_2 - h_1} = \frac{384 - 240}{464 - 400} = 2.25$$

2. Dall'espressione del flusso termico scambiato all'evaporatore:

$$q_{56}^+ = \dot{m}(h_6 - h_5)$$

ricaviamo la portata di fluido frigorifero:

$$\dot{m} = q_{56}^+ / (h_6 - h_5) = 7 / (384 - 240) = 0.0486 \text{ kg/s}$$

da cui:

$$|q_{23}^-| = \dot{m}(h_2 - h_3) = 0.0486(464 - 256) = 10.11 \text{ kW}$$

$$3. \quad |P_{12}^-| = \dot{m}(h_2 - h_1) = 0.0486(464 - 400) = 3.11 \text{ kW}$$

$$4. \quad q_{Rig} = |q_{34}^-| = q_{61}^+ = \dot{m}(h_1 - h_6) = 0.778 \text{ kW}$$

Ovviamente risulta:

$$|q_{23}^-| = q_{56}^+ + |P_{12}^-| = 7 + 3.11 = 10.11 \text{ kW}$$

Esercizio 2

Poiché $A_1 \equiv A_2 \equiv A_3 = A$ e $F_{13} \equiv F_{32} = 1$, la resistenza termica totale è data da:

$$R_{Tot} = \frac{1}{A} \left[\left(\frac{1 - \epsilon_1}{\epsilon_1} + 1 + \frac{1 - \epsilon_{31}}{\epsilon_{31}} \right) + \left(\frac{1 - \epsilon_{32}}{\epsilon_{32}} + 1 + \frac{1 - \epsilon_2}{\epsilon_2} \right) \right] = \frac{1}{A} \left[\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} + \frac{1 - \epsilon_{31}}{\epsilon_{31}} + \frac{1 - \epsilon_{32}}{\epsilon_{32}} \right]$$

si ha:

$$1. \quad q_{12}'' = q_{12}/A = \frac{E_{b1} - E_{b2}}{AR_{Tot}} = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} + \frac{1 - \epsilon_{31}}{\epsilon_{31}} + \frac{1 - \epsilon_{32}}{\epsilon_{32}}} = 1312.5 \text{ W/m}^2 \cong 1.31 \text{ kW/m}^2$$

$$2. \quad R_{13} = \frac{1}{A} \left[\frac{1 - \epsilon_1}{\epsilon_1} + 1 + \frac{1 - \epsilon_{31}}{\epsilon_{31}} \right] = \frac{1}{A} \left[\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_{31}} - 1 \right]$$

$$q_{12}'' = \frac{E_{b1} - E_{b3}}{AR_{13}} \rightarrow E_{b3} = \sigma T_3^4 = E_{b1} - q_{12}'' AR_{13}$$

$$T_3 = (T_1^4 - q_{12}'' AR_{13}/\sigma)^{1/4} = 853.7 \text{ K}$$