Prova scritta di Fisica Tecnica - 28.01.2002

(Ing. Meccanica, Navale, Elettrica, dei Materiali, Elettronica, Civile, Edile ed Ambientale)

……………………..	………………………..	……………………..……
NOME e COGNOME	**CORSO di LAUREA**	**Voto**

Esercizio 1

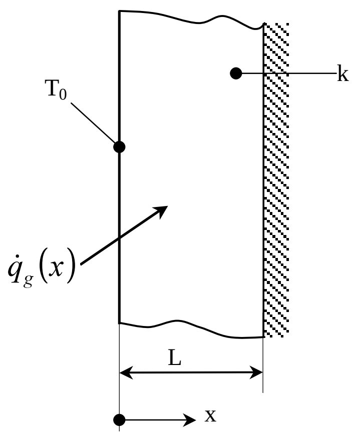
Una pompa di calore deve fornire un flusso termico $\left|q_1^-\right|$ = 12 kW per mantenere un locale alla temperatura t_1 = 24 °C quando la temperatura della sorgente gratuita è pari a t_2 = 10 °C.

Determinare:

1. Il massimo coefficiente di effetto utile ε'_{Max} nelle condizioni indicate;
2. La minima potenza teorica di compressione richiesta;
3. La produzione di entropia $\dot{S}_{irr}$ [kW/K] in una pompa di calore reale, caratterizzata da un coefficiente di effetto utile ε' = 0.28 ε'_{Max} .

Esercizio 2

Una parete piana, avente conducibilità termica *k* e spessore *L*, ha una superficie (*x* = 0) mantenuta a temperatura costante T_0, ed esposta a radiazione di microonde.



Tale radiazione dà origine ad un riscaldamento (generazione) di tipo volumetrico, il cui andamento è dato dalla relazione:

$$\dot{q}_g(x) = \dot{q}_o\left(1 - \frac{x}{L}\right)$$

dove $\dot{q}_0$ [W/m^3] è una costante.

L'altra superficie (x = L) della parete è perfettamente isolata.

Determinare la distribuzione di temperatura T(x) all'interno della parete.

Soluzioni

Esercizio 1

$T_1 = t_1 + 273.15 = 297.15$ [K]; $T_2 = t_2 + 273.15 = 283.15$ [K]

1. Il massimo coefficiente di effetto utile si ottiene operando reversibilmente, ed è pari al coefficiente di effetto utile di un ciclo inverso di Carnet a pompa di calore:
   $$\varepsilon'_{Max} = \varepsilon'_C = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = 21.23$$
2. $\varepsilon'_C = \dfrac{T_1}{T_1 - T_2} = \dfrac{\left|q_1^-\right|}{\left|P^-\right|}$ da cui: $\left|P^-\right| = \dfrac{\left|q_1^-\right|}{\varepsilon'_C} = 0.57\ \text{kW}$
3. $\varepsilon' = 0.28 \cdot \varepsilon'_C = 5.94$
   $$\varepsilon' = \frac{\left|q_1^-\right|}{\left|P^-\right|} \rightarrow \left|P^-\right| = \frac{\left|q_1^-\right|}{\varepsilon'} = 2.02\ \text{kW}$$
   $$q_2^+ + \left|P^-\right| = \left|q_1^-\right| \quad \rightarrow \quad q_2^+ = \left|q_1^-\right| - \left|P^-\right| = 9.98\ \text{kW}$$
   Dal bilancio di entropia:
   $$\dot{S}_{irr} = -\sum \frac{q_j}{T_j} = -\frac{q_1^-}{T_1} - \frac{q_2^+}{T_2} = 5.137 \cdot 10^{-3}\ \text{kW/K} = 5.137\ \text{W/K}$$

Esercizio 2

Si tratta di un problema di conduzione stazionaria, monodimensionale ed a proprietà costanti.

Dall'equazione di Fourier (conduzione), scritta per proprietà costanti in un sistema di riferimento Cartesiano, si ottiene:

$$\frac{d^2T}{dx^2} = -\frac{\dot{q}_g}{k}$$

Sostituendo l'espressione di $\dot{q}_g$:

$$\frac{d^2T}{dx^2} = -\frac{\dot{q}_0}{k}\left(1 - \frac{x}{L}\right)$$

Integrando due volte:

$$\frac{dT}{dx} = -\frac{\dot{q}_0}{k}\left(x - \frac{x^2}{2L}\right) + C_1; \qquad T(x) = -\frac{\dot{q}_0}{k}\left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{6L}\right) + C_1 x + C_2$$

Le costanti C_1 e C_2 sono determinate attraverso le condizioni al contorno:

1. Per $x = L$: $\quad q''\big|_{x=L} = 0 \quad \rightarrow \quad -k\left.\dfrac{dT}{dx}\right|_{x=L} = 0 \quad \rightarrow \quad \left.\dfrac{dT}{dx}\right|_{x=L} = 0$
   $$\left.\frac{dT}{dx}\right|_{x=L} = 0 = -\frac{\dot{q}_0}{k}\left(L - \frac{L^2}{2L}\right) + C_1 \qquad \rightarrow \quad C_1 = \frac{\dot{q}_0\,L}{2k}$$
2. Per $x = 0$: $\quad T = T_0 \quad \rightarrow \quad C_2 = T_0$

La legge di distribuzione della temperatura è quindi:

$$T(x) = -\frac{\dot{q}_0}{k}\left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{6L}\right) + \frac{\dot{q}_0\,L}{2k}x + T_0$$