

Corso di Fisica Tecnica per Ingegneria Meccanica

Prova del 13 settembre 2010

COGNOME

NOME

MATRICOLA

FIRMA

Esercizio 1

Una coppia cilindro-stantuffo adiabatica contiene una massa di 50 g di azoto inizialmente a 8 bar, 20 °C. Al gas viene fornita attraverso un agitatore una potenza meccanica di 50 W per una durata pari a 8 minuti. Supponendo che durante il processo – supposto quasi statico – la pressione del gas rimanga costante, determinare la variazione di energia interna, il lavoro dilatativo compiuto dal gas e l'irreversibilità del processo.

Esercizio 2

Un impianto di riscaldamento ad acqua a circolazione forzata è, come noto, costituito da un circuito idraulico chiuso che in generale si presenta con sviluppo prevalentemente verticale; in tale circuito sono inseriti una caldaia, diversi corpi scaldanti che rilasciano negli ambienti la potenza termica fornita dalla caldaia, e una pompa di circolazione. Supponendo:

- l'altezza Z dell'impianto sia di 30 m cui corrisponde uno sviluppo (lunghezza massima del circuito) $L_{\max} = 3.6 Z$ (in m);
- la differenza di temperatura dell'acqua tra ingresso e uscita dalla caldaia sia di 10 °C;
- la potenza termica della caldaia sia di 250 kW;
- gli effetti dissipativi inducano una caduta di pressione (perdita di carico) data dalla relazione $\Delta P_f = 2500 L_{\max}$ (con L_{\max} in m e 2500 in Pa/m);

determinare la potenza richiesta alla pompa.

Esercizio 3

Al centro di un locale di civile abitazione (dimensioni in metri 4x4x3) è posto un termometro a mercurio la cui superficie esterna ha estensione $A_T = 0.9 \text{ cm}^2$ ed è caratterizzata da un coefficiente di assorbimento (grado di nerezza) pari a 0.7. La scala del termometro indica una temperatura di 22 °C. Supponendo che tutte le superfici della stanza (pareti, soffitto e pavimento) siano alla temperatura di 8 °C e sapendo che la convezione che si instaura nel locale è caratterizzata da un coefficiente convettivo $h = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$, determinare l'effettiva temperatura dell'aria che circonda il termometro.

Soluzioni

Esercizio 1

Primo Principio per sistemi chiusi:

$$\Delta U = L_{ND} + L_D + Q$$

$$Q = 0; L_{ND} = L^{\circ}_{ND} * \Delta\tau = 50 * 8 * 60 = 24000 \text{ J}$$

$L_D = -P \Delta V$ essendo la trasformazione isobara

$$\Delta U = M c_v \Delta T$$

dunque:

$$M c_v \Delta T = -P \Delta V + L_{ND} = -M R^* \Delta T + L_{ND}$$

$$T_2 = T_1 + L_{ND} / (M c_p) = 755 \text{ K} = 481.85 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

da cui $\Delta U = 17143 \text{ J}$ e quindi $L_D = \Delta U - L_{ND} = -6857 \text{ J}$.

Essendo poi $dU = TdS - PdV$, si ha $\int TdS = L_{ND}$ e dunque $\Delta S = M c_p \ln(T_2/T_1) = 49 \text{ J/K}$

Esercizio 2

$$L^{\circ} = M^{\circ} v \Delta P$$

$$\Delta P = \Delta P_f = 2500 \cdot 3.6 \text{ Z} = 270 \text{ kPa}$$

$$M^{\circ} = Q^{\circ} / (c_p \Delta T) = 5.97 \text{ kg/s}$$

$$L^{\circ} = 1612.5 \text{ W}$$

Esercizio 3

Impostando un bilancio termico in condizioni stazionarie sul termometro e considerando che il termometro è molto piccolo rispetto alla “cavità” costituita dalla stanza:

$$-A_T \epsilon_T \sigma (T_T^4 - T_P^4) - h A_T (T_T - T_A) = 0$$

in cui l'unica incognita è T_A .

$$T_A = T_T + \epsilon_T \sigma (T_T^4 - T_P^4) / h = 297.3 \text{ K} = 24.13 \text{ }^{\circ}\text{C}$$