

### Esercizio 1

Una centrale elettrica da 750 MW opera tra la temperatura massima di 315 °C e la temperatura ambiente (temperatura dell'acqua di raffreddamento del condensatore) di 21 °C.

Calcolare:

1. Qual è il massimo rendimento possibile.
2. Se il rendimento totale reale dell'impianto è pari a  $\eta = 0,3$ , calcolare la potenza scaricata nell'ambiente e di quanto si innalza la temperatura dell'acqua di raffreddamento se la sua portata è uguale a  $164 \cdot 10^3 \frac{kg}{s}$ .

Note: considerare  $c_{H_2O} = 4,18 \frac{kJ}{kg K}$

### Esercizio 2.

Del vapore a 120 °C scorre in un tubo di acciaio di diametro interno  $D_i = 100 \text{ mm}$  e spessore  $s_t = 7 \text{ mm}$ , che è rivestito di uno strato di isolante di spessore  $s_{is} = 25 \text{ mm}$ . Il coefficiente convettivo interno,  $h_i$ , è uguale a  $90 \frac{W}{m^2 K}$ , mentre il coefficiente convettivo esterno,  $h_e$ , vale  $12 \frac{W}{m^2 K}$ . La temperatura esterna è uguale a 18 °C.

Determinare:

1. La trasmittanza riferita all'area esterna
2. Il calore trasmesso per metro di tubazione

Note:  $k_{acc} = 45 \frac{W}{m K}$        $k_{is} = 0,070 \frac{W}{m K}$

### Teoria

1. Ricavare l'equazione della conservazione della massa
2. Ricavare per un gas ideale l'espressione del lavoro di volume riferito ad una trasformazione isoterma
3. Spiegare il significato della legge di Planck e disegnare l'andamento qualitativo delle curve.

Soluzione:

### Esercizio 1

1)

$$T_{MAX} = 588,15 \text{ K}$$

$$T_{MIN} = 294,15 \text{ K}$$

$$\eta_{MAX} = \eta_C = 1 - \frac{T_{MIN}}{T_{MAX}} = 1 - \frac{294,15}{588,15} = 0,50$$

2)

$$Q_1 = \frac{L}{\eta}$$

$$Q_1 - Q_2 = L$$

$$Q_2 = Q_1 - L = \left( \frac{1}{\eta} - 1 \right) L = \frac{1-\eta}{\eta} L = \frac{0,7}{0,3} 750 = 1750 \text{ MW}$$

$$Q_2 = \dot{m} c \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q_2}{\dot{m} c} = \frac{1750 \cdot 10^3}{164 \cdot 10^3 \cdot 4,18} = 2,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

## Esercizio 2

$$UA = \frac{1}{R} \Rightarrow U = \frac{1}{AR}$$

$$R = \frac{1}{A_i h_i} + \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2 \pi k_{acc} L} + \frac{\ln \frac{r_3}{r_2}}{2 \pi k_{is} L} + \frac{1}{A_e h_e}$$

$$A_e R = \frac{A_e}{A_i h_i} + \frac{A_e \ln \frac{r_2}{r_1}}{2 \pi k_{acc} L} + \frac{A_e \ln \frac{r_3}{r_2}}{2 \pi k_{is} L} + \frac{1}{h_e} = \frac{r_3}{r_1} \frac{1}{h_i} + \frac{r_3 \ln \frac{r_2}{r_1}}{k_{acc}} + \frac{r_3 \ln \frac{r_3}{r_2}}{k_{is}} + \frac{1}{h_e}$$

$$U = \frac{1}{\frac{r_3}{r_1} \frac{1}{h_i} + \frac{r_3 \ln \frac{r_2}{r_1}}{k_{acc}} + \frac{r_3 \ln \frac{r_3}{r_2}}{k_{is}} + \frac{1}{h_e}}$$

$$r_1 = 50 \text{ mm} \quad r_2 = 57 \text{ mm} \quad r_3 = 82 \text{ mm}$$

$$U = \frac{1}{\frac{82}{50} \frac{1}{90} + \frac{82 \cdot 10^{-3} \ln \frac{57}{50}}{45} + \frac{82 \cdot 10^{-3} \ln \frac{82}{57}}{0,070} + \frac{1}{12}} = 1,89 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}}$$

$$\frac{q}{L} = U \frac{A}{L} \Delta T = U 2 \pi r_3 \Delta T = 1,89 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 82 \cdot 10^{-3} (120 - 18) = 99,32 \frac{\text{W}}{\text{m}}$$