

Prova scritta di Fisica Tecnica – 5 giugno 2000  
(ing. Civile, Edile, Ambientale)

.....  
**NOME e COGNOME**

.....  
**CORSO di LAUREA**

.....  
**VOTO**

**Tema A**

**Termodinamica**

Una portata d'aria  $\dot{m}=2$  kg/s, inizialmente a  $t_1 = 25$  °C e  $\phi_1 = 70$  % viene inviata ad una'unità di trattamento in cui subisce un raffreddamento con deumidificazione ed un post-riscaldamento.

Nell'ipotesi che all'uscita della batteria di raffreddamento si abbia  $\phi_2 = 100$  % e che all'uscita della batteria di post-riscaldamento si abbia  $t_3 = 20$  °C,  $\phi_3 = 40$  %, si traccino le trasformazioni sul diagramma Carrier fornito. Si calcolino poi:

1. il flusso termico  $q_{12}^-$  necessario al raffreddamento con deumidificazione;
2. la portata d'acqua condensata  $\dot{m}_l$  ;
3. il flusso termico  $q_{23}^+$  necessario al post-riscaldamento.

**Trasmissione del calore**

Un tubo in acciaio, avente conduttività termica  $\lambda_1= 54$  W/(m K), ha un diametro esterno  $d_2= 15$  cm ed uno spessore  $s_1= 0,7$  cm, ed è isolato con uno strato di materiale avente conduttività termica  $\lambda_2= 0,073$  W/(m K) e spessore  $s_2= 4,8$  cm. All'interno del tubo scorre vapore surriscaldato alla temperatura  $t_{fi}= 500$  K ed il coefficiente di scambio termico per convezione è  $\alpha_i= 35$  W/(m<sup>2</sup> K). La temperatura dell'aria esterna è  $t_{fe}= 300$  K, ed il coefficiente di scambio termico per convezione è  $\alpha_e = 8$  W/(m<sup>2</sup> K). Si calcoli:

1. il flusso termico disperso all'esterno se il tubo ha lunghezza  $L = 20$  m;
2. la temperatura all'interfaccia tra metallo ed isolante  $t_2$ .

## Termodinamica

Dal diagramma dell'aria umida:

$$h_1 = 60 \text{ kJ/kg}, x_1 = 13,5 \text{ g}_v/\text{kg}_a$$

$$h_2 = 21 \text{ kJ/kg}, x_2 = 6 \text{ g}_v/\text{kg}_a$$

$$h_3 = 35 \text{ kJ/kg}.$$

Quindi:

$$|q_{12}^-| = \dot{m} (h_1 - h_2) = 2 (60 - 21) = 78 \text{ kW}$$

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_a \cdot (x_1 - x_2) = 2 \cdot (13,5 - 6) = 15 \text{ g/s}$$

$$q_{23}^+ = \dot{m}_a \cdot (h_3 - h_2) = 2 \cdot (35 - 21) = 28 \text{ kW}$$

## Trasmissione del calore

$$d_i = d_2 - 2 s_1 = 13,6 \text{ cm}; r_i = 0,068 \text{ m}.$$

$$d_e = d_2 + 2 s_2 = 24,6 \text{ cm}; r_e = 0,123 \text{ m}.$$

$$\text{Il flusso termico è: } q = \frac{(T_{fi} - T_{fe})}{R_{tot}}$$

La resistenza totale è:

$$R_{tot} = R_i + R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2} + R_e$$

$$= \frac{1}{\alpha_i 2 \pi r_i L} + \frac{1}{2 \pi L \lambda_1} \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \frac{1}{2 \pi L \lambda_2} \ln\left(\frac{r_e}{r_2}\right) + \frac{1}{\alpha_e 2 \pi r_e L}$$
$$= \frac{1}{2 \pi L} \left( \frac{1}{\alpha_i r_i} + \frac{1}{\lambda_1} \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \frac{1}{\lambda_2} \ln\left(\frac{r_e}{r_2}\right) + \frac{1}{\alpha_e r_e} \right) = 0,0653 \text{ K/W}$$

$$\text{Quindi: } q = \frac{(T_{fi} - T_{fe})}{R_{tot}} = 3060 \text{ W}$$