

**TD**

Una corrente di aria secca, con portata 0.14 kg/s e temperatura 58°C, entra in un tubo avente diametro interno 10 cm. Lungo il percorso nel tubo perde verso l'esterno, attraverso la parete del tubo, una potenza termica di 2 kW.

La pressione all'ingresso nel tubo vale 98800 Pa. Si trascuri la variazione di pressione nel percorso dentro il tubo. Calcolare la temperatura e la velocità dell'aria all'uscita dal tubo.

Si consideri l'aria secca come gas perfetto con  $R^*=287 \text{ J/(kg K)}$  e  $c_v=718 \text{ J/(kg K)}$ .

$$\begin{aligned} -\dot{Q} + \dot{m} \left( h_1 + \frac{c_1^2}{2} \right) - \dot{m} \left( h_2 + \frac{c_2^2}{2} \right) = 0 &\rightarrow \dot{Q} + \dot{m} \left[ (c_p T_2 - c_p T_1) + \left( \frac{c_2^2}{2} - \frac{c_1^2}{2} \right) \right] = 0 \\ \dot{m} = \rho_1 A c_1 = \rho_2 A c_2 \rightarrow \frac{p_1}{R^* T_1} c_1 = \frac{p_2}{R^* T_2} c_2 \rightarrow T_2 = T_1 \frac{c_2}{c_1} &\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} c_2 = 15,47 \frac{m}{s} \\ T_2 = 298,82 \text{ K} = 25,67 \text{ }^\circ\text{C} \end{array} \right. \end{aligned}$$

**ST**

Una parete piana è costituita da due strati di calcestruzzo con interposto uno strato di isolante. Gli strati di calcestruzzo hanno spessore 0.22 m ciascuno e conducibilità termica 1,9 W/(m·K). Lo strato di isolante ha conducibilità termica 0,04 W/(m·K).

Sapendo che la faccia interna della parete scambia calore con aria a 20°C con coefficiente liminare pari a 9 W/(m<sup>2</sup>·K), mentre la faccia esterna ha una temperatura di 2°C e scambia calore con coefficiente liminare 25 W/(m<sup>2</sup>·K), calcolare:

- Lo spessore di isolante necessario per avere una temperatura superficiale interna pari a 19°C;

$$\begin{aligned} \varphi = h_i (T_i - T_{si}) = 9 \frac{W}{m^2} \quad \varphi = h_e (T_{se} - T_e) \rightarrow T_e = T_{se} - \frac{\varphi}{h_e} = 1,64 \\ U = \frac{\varphi}{T_i - T_e} = 0,490 \frac{W}{m^2 K} \quad U = \left( \frac{1}{h_i} + \frac{s}{\lambda} + \frac{x}{\lambda_i} + \frac{1}{h_e} \right)^{-1} \rightarrow x = \lambda_i \left( \frac{1}{U} - \frac{1}{h_i} - \frac{2s}{\lambda} - \frac{1}{h_e} \right) = 0,066 \text{ m} \end{aligned}$$

**TC**

Aria umida (a 26°C e 60% UR) arriva con portata 0.10 kg/s e si miscela con un'altra portata di 0.3 kg/s di aria umida a 36°C e 50% UR.

Dopo il miscelamento l'aria umida risultante viene raffreddata fino a 11°C.

Calcolare la potenza termica scambiata e la portata di acqua condensata.

(Assumere  $R_a=287 \text{ J/(kgK)}$ ;  $R_v=462 \text{ J/(kgK)}$ ;  $p_{atm}=101325 \text{ Pa}$ ;  $c_{pa}=1005 \text{ J/(kgK)}$ ;  $r_0=2501,3 \text{ kJ/kg}$ ;  $c_{pv}=1820 \text{ J/(kgK)}$ )

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = 26^\circ\text{C} \\ \psi_1 = 0,6 \end{array} \right\} \rightarrow p_{s1} = 3363,1 \text{ Pa} \rightarrow \begin{cases} x_1 = 0,622 \frac{\psi_1 p_{s1}}{p_{atm} - \psi_1 p_{s1}} = 0,0126 \\ h_1 = 1,005 T_1 + x_1 (1,820 T_1 + 2501,3) = 58,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{cases}$$

$$\left. \begin{array}{l} T_2 = 36^\circ\text{C} \\ \psi_2 = 0,5 \end{array} \right\} \rightarrow p_{s1} = 5946,6 \text{ Pa} \rightarrow \begin{cases} x_1 = 0,622 \frac{\psi_1 p_{s1}}{p_{atm} - \psi_1 p_{s1}} = 0,0188 \\ h_1 = 1,005 T_1 + x_1 (1,820 T_1 + 2501,3) = 84,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{cases}$$

$$x_3 = \frac{\dot{m}_1 x_1 + \dot{m}_2 x_2}{\dot{m}_1 + \dot{m}_2} = 0,0172 \quad h_3 = \frac{\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2}{\dot{m}_1 + \dot{m}_2} = 77,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\left. \begin{array}{l} T_4 = 11^\circ\text{C} \\ \psi_4 = 1 \end{array} \right\} \rightarrow p_{s4} = 1312,7 \text{ Pa} \rightarrow \begin{cases} x_4 = 0,622 \frac{p_{s4}}{p_{atm} - p_{s4}} = 0,00816 \\ h_4 = 1,005 T_4 + x_4 (1,820 T_4 + 2501,3) = 31,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{cases}$$

$$\dot{Q} = m_3 (h_4 - h_3) = -18,490 \text{ kW} \quad \dot{m}_{H_2O} = m_3 (x_4 - x_3) = -0,00363 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$