

Prova scritta di Fisica Tecnica – 12.01.2000
Corso di laurea in Ingegneria Ambientale, Edile, Civile

Esercizio 1

Si vuole progettare un deumidificatore per ambienti capace di sottrarre una portata \dot{m}_w di acqua pari a 10 l al giorno trattando una portata pari a $\dot{m}_a = 40 \text{ kg/h}$ di aria umida. L'ambiente è caratterizzato da una umidità relativa $\varphi_1 = 80 \%$ e da una temperatura $t_1 = 26^\circ\text{C}$.
Si chiede di determinare :

1. l'umidità specifica x_1 nella condizione di ingresso nel deumidificatore;
2. l'umidità specifica x_2 nella condizione di uscita nel deumidificatore;
3. la temperatura t_2 e la pressione parziale di vapore p_{v2} all'uscita del deumidificatore;
4. Il flusso termico q_r da sottrarre al sistema per ottenere la deumidificazione dell'aria;
5. la potenza richiesta al compressore nell'impianto frigorifero a compressione di vapori considerando un coefficiente di effetto utile pari ad $\varepsilon = 2$.

la pressione di saturazione dell'acqua in funzione della temperatura può essere valutata utilizzando la seguente formula

$$p_s(t) = 611.85 \cdot \exp\left(\frac{17.502 \cdot t}{240.9 + t}\right)$$

La temperatura di saturazione in funzione della pressione può essere valutata utilizzando la seguente formula

$$t_s(p) = \frac{120450 \cdot \ln(0.0016343 p)}{8751. - 500 \cdot \ln(0.0016343 p)}$$

dove p [Pa] è la pressione di saturazione, e t [$^\circ\text{C}$] è la temperatura.

$$c_{pa} = 1.006 \text{ kJ/kg K}, \quad c_{pv} = 1.875 \text{ kJ/kg K}, \quad r_0 = 2501 \text{ kJ/kg}$$

Esercizio 2

Per riscaldare una stanza di dimensioni $L \times L \times H$ con $L = 4 \text{ m}$ ed $H = 2.7 \text{ m}$ si utilizza un pavimento riscaldato. La temperatura del pavimento è pari a $t_1 = 35^\circ\text{C}$, la temperatura delle pareti e dell'aria ambiente è pari a $t_2 = 18^\circ\text{C}$, l'emissività delle pareti e del pavimento è pari ad $\varepsilon = 0.8$. Si chiede di determinare:

1. il flusso termico scambiato per convezione q_c tra pavimento ed aria ambiente.
2. Il flusso termico scambiato per irraggiamento q_r tra pavimento e pareti.

Per l'aria si considerino i seguenti dati:

$$k = 0.0263 \text{ W/m K}, \quad \nu = 22.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}, \quad Pr = 0.7, \quad \beta = 3.30 \cdot 10^{-3} \text{ 1/K}$$

per valutare il coefficiente convettivo, dopo averne giustificato l'utilizzo, si utilizzi la seguente formula:

$$\overline{Nu} = 0.14 Ra^{1/3}$$

la costante di Stefan–Boltzmann vale:

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$$

Soluzione Termodinamica

$$p_s(t_1) = 3365.87 \text{ Pa}$$

$$x_1 = 0.622 \frac{\varphi p_s(t_1)}{p - \varphi p_s(t_1)} = 0.017 \frac{\text{kg}_v}{\text{kg}_a}$$

$$x_2 = x_1 - \frac{\dot{m}_w}{\dot{m}_a} = 0.00628 \frac{\text{kg}_v}{\text{kg}_a}$$

$$p_{s2} = p_{v2} = \frac{p x_2}{0.622 + x_2} = 1013 \text{ Pa}$$

$$t_2 = \frac{120450 \cdot \ln(0.0016343 p_{v2})}{8751 - 500 \cdot \ln(0.0016343 p_{v2})} = 7.15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_1 = c p_a \cdot t_1 + x_1 \cdot (c p_v \cdot t_1 + r_0) = 68.74 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$h_2 = 114.1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$q = \dot{m}_a \cdot (h_1 - h_2) = 0.504 \text{ kW}$$

$$P = \frac{q}{\text{cop}} = 0.252 \text{ W}$$

Soluzione Trasmissione del Calore

$$L_c = \frac{A_p}{4 \cdot L} = 1 \text{ m}$$

$$Gr = \frac{g \beta L_c^3 (t_1 - t_2)}{\nu^2} = 1.087 \cdot 10^9$$

$$Ra = 7.61 \cdot 10^8$$

regime turbolento, posso usare la relazione fornita

$$Nu = 0.14 \cdot Ra^{\frac{1}{3}} = 127.8$$

$$h = 3.362 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$q_c = A_1 \cdot h \cdot (t_1 - t_2) = 914.3 \text{ W}$$

$$A_1 = L \cdot L = 16 \text{ m}^2$$

$$A_2 = L \cdot L + 4 \cdot L \cdot H = 59.2 \text{ m}^2$$

$$q_r = A_1 \frac{\sigma \cdot (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon} + \frac{A_1}{A_2} \cdot \left(\frac{1}{\epsilon} - 1\right)} = 1259 \text{ W}$$