

Prova scritta di Fisica Tecnica - 02.12.2002
(Ing. Meccanica, Navale, Elettrica, dei Materiali, Elettronica)

.....
NOME e COGNOME

.....
CORSO di LAUREA

.....
Voto

Esercizio 1

Un ambiente di volume $V = 50 \text{ m}^3$ contiene aria alla pressione $p = 101.325 \text{ kPa}$, temperatura $t = 35 \text{ °C}$ ed umidità relativa $\varphi = 40\%$.

Determinare, nell'ordine:

1. L'umidità specifica x [g_v/kg_a];
2. L'entalpia dell'aria h [kJ/kg_a];
3. Il volume specifico dell'aria v [m^3/kg_a];
4. La quantità di vapore contenuta nell'ambiente m_v [kg_v];
5. La temperatura di rugiada t_R [$^{\circ}\text{C}$];
6. La temperatura di bulbo bagnato t_{bb} [$^{\circ}$].

Note:

- La pressione di saturazione per l'acqua può venire valutata, per $t \geq 0^{\circ}\text{C}$, con la relazione approssimata:

$$p_s(t) = 611.85 \cdot \exp\left(\frac{17.502 \cdot t}{240.9 + t}\right) \quad \text{dove } p_s(t) [\text{Pa}] \text{ è la pressione di saturazione, e } t[^{\circ}\text{C}] \text{ è la temperatura.}$$

- Per il calcolo delle proprietà dell'aria umida e dell'acqua si utilizzino i seguenti valori:

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

$$M_a = 28.97 \text{ kg/kmol}, \quad M_v = 18.02 \text{ kg/kmol}$$

$$R_a = 0.287 \text{ kJ}/(\text{kg}_a \text{ K}) \quad [\text{Costante caratteristica dell'aria secca}]$$

$$R_v = 0.461 \text{ kJ}/(\text{kg}_v \text{ K}) \quad [\text{Costante caratteristica del vapore}]$$

Esercizio 2

Una portata d'acqua $\dot{m}_c = 1.2 \text{ kg/s}$, alla temperatura $T_{c,i} = 20 \text{ °C}$, è utilizzata per raffreddare una portata d'olio $\dot{m}_h = 1.5 \text{ kg/s}$ alla temperatura iniziale $T_{h,i} = 200 \text{ °C}$. Il valore della trasmittanza termica è $U = 200 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, e la superficie di scambio termico $A = 18 \text{ m}^2$.

Valutare la temperatura di uscita dell'olio nei due casi:

1. Scambiatore a tubi concentrici equicorrente;
2. Scambiatore a tubi concentrici controcorrente.

Note:

- L'efficienza di uno scambiatore di calore a tubi coassiali, operante equicorrente, è data dalla:

$$\mathcal{E}_{eq} = \frac{1 - \exp[-NTU(1+r)]}{1+r}$$

e quella di uno scambiatore di calore a tubi coassiali operante controcorrente è:

$$\mathcal{E}_{cc} = \frac{1 - \exp[-NTU(1-r)]}{1 - r \exp[-NTU(1-r)]}$$

$$\text{con } NTU = UA/C_{min} \quad \text{e} \quad r = C_{min}/C_{max}$$

- Si assumano i seguenti calori specifici medi:

$$\text{acqua:} \quad c_c = 4.181 \text{ kJ}/(\text{kg K}); \quad \text{olio:} \quad c_h = 1.9 \text{ kJ}/(\text{kg K})$$

Soluzioni

Esercizio 1

1. $x = 14.2 \text{ g}_v/\text{kg}_a$
2. $h = 71.7 \text{ kJ/kg}_a$
3. $v = 0.893 \text{ m}^3/\text{kg}_a$
4. $m_v = 0.793 \text{ kg}_v$
5. $t_R = 19.44 \text{ }^\circ\text{C}$
6. $t_{bb} = 23.8 \text{ }^\circ\text{C}$

Esercizio 2

1. $T_{h,o} = 101 \text{ }^\circ\text{C}$ ($T_{c,o} = 76.2 \text{ }^\circ\text{C}$)
2. $T_{h,o} = 87.1 \text{ }^\circ\text{C}$ ($T_{c,o} = 84.1 \text{ }^\circ\text{C}$)