

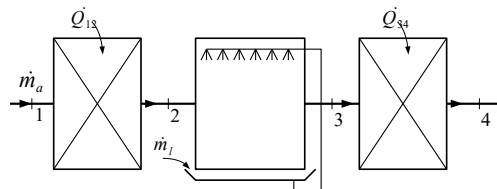
Prova scritta di Fisica Tecnica Ambientale – 30.05.2006

Esercizio 1

Un impianto di condizionamento nel periodo invernale deve fornire una portata volumetrica d'aria $\dot{m}_a=1000 \text{ kg/h}$ alla temperatura $t_4 = 28 \text{ }^\circ\text{C}$ ed umidità relativa $\Phi_4 =40 \%$. L'aria viene prelevata dall'esterno nelle condizioni $t_1= 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ed umidità relativa $\Phi_1 =80 \%$, viene riscaldata con la batteria di preriscaldamento sino alle condizioni 2 ed umidificata in un saturatore adiabatico sino alle condizioni 3 con $\Phi_3 =100 \%$, successivamente viene riscaldata sino alle condizioni di immissione 4. Si chiede:

- 1) tracciare schematicamente le trasformazioni in un diagramma Carrier;
- 2) l'entalpia h [kJ/kg], e l'umidità specifica x [kg_v/kg_a] dell'aria umida nelle condizioni 1 e 4;
- 3) la temperatura e l'entalpia dell'aria nella condizione 3 ;
- 4) la temperatura t_2 dell'aria nella condizione 2;
- 5) il flusso termico da fornire nella batteria di pre \dot{Q}_{12} e post riscaldamento \dot{Q}_{34} [W];
- 6) la portata d'acqua di reintegro da fornire al saturatore \dot{m}_l [kg/h].

Gruppo	p_{atm} (Pa)
A	101325
B	95461



La pressione e la temperatura di saturazione si possono ricavare utilizzando le due espressioni semplificate seguenti:

$$p_s(t) = 611,85 \exp\left(\frac{17,502 \cdot t}{240,9 + t}\right); \quad t_s(p) = \frac{240,9 \cdot \ln\left(\frac{p}{611,85}\right)}{17,502 - \ln\left(\frac{p}{611,85}\right)}, \quad t_s \text{ [}^\circ\text{C]}, \quad p_s \text{ [Pa]}$$

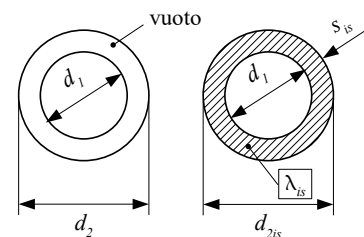
dati per il calcolo delle proprietà dell'aria umida
 $c_{pa} = 1,006 \text{ kJ/(kg K)}$, $c_{pv} = 1,875 \text{ kJ/(kg K)}$, $r_0 = 2501 \text{ kJ/kg}$

Esercizio 2

L'isolamento di un termos per bevande è costituito dall'intercapedine racchiusa tra due cilindri in cui è stato fatto il vuoto. Il cilindro interno dell'intercapedine ha diametro d_1 ed è alla temperatura t_1 , quello esterno ha diametro d_2 , mantenuto a temperatura t_2 , entrambe le superfici hanno emissività ϵ . Si chiede:

- 1) il flusso termico per unità di lunghezza scambiato per irraggiamento tra le pareti dell'intercapedine q' [W/m];
- 2) lo spessore di isolante s_{is} di conducibilità termica $\lambda_{is} = 0,04 \text{ W/(m K)}$ con cui si sarebbe dovuto rivestire il cilindro interno dell'intercapedine in modo da ottenere il medesimo flusso termico disperso a parità di temperature superficiali.

Gruppo	d_1 (m)	d_2 (m)	ϵ (-)	t_1 ($^\circ\text{C}$)	t_2 ($^\circ\text{C}$)
A	0,08	0,1	0,25	40	10
B	0,10	0,12	0,2	45	12



Esercizio 1

$$p_s(t_1) = 611.85 \cdot e^{((17.502 \cdot t_1)/(240.9 + t_1))} = 873.37 \text{ Pa}$$

$$x_1 = 0,622 \frac{\varphi_1 \cdot p_s(t_1)}{p_{tot} - \varphi_1 \cdot p_s(t_1)} = 0,00432 \text{ kg}_v/\text{kg}_a$$

$$x_1 = 0,00432 \text{ kg}_v/\text{kg}_a$$

$$h_1 = 15,87 \text{ kJ/kg}$$

$$p_s(t_4) = 611.85 \cdot e^{((17.502 \cdot t_4)/(240.9 + t_4))} = 3785,5 \text{ Pa}$$

$$h_4 = 52,26 \text{ kJ/kg}$$

$$x_4 = 0,00944 \text{ kg}_v/\text{kg}_a$$

$$x_3 = x_4 = 0,00944 \text{ kg}_v/\text{kg}_a$$

$$x_3 = 0,622 \frac{\varphi_3 \cdot p_s(t_3)}{p_{tot} - \varphi_3 \cdot p_s(t_3)} \Rightarrow p_s(t_3) = \frac{x_3 \cdot p_{tot}}{(0,622 + x_3)} = 1514,2 \text{ Pa}$$

$$t_3 = \frac{240,9 \cdot \ln\left(p_s \frac{(t_3)}{611,85}\right)}{17,502 - \ln\left(p_s \frac{(t_3)}{611,85}\right)} = 13,15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$h_3 = c_{pa} \cdot t_3 + x_3 \cdot (c_{pv} \cdot t_3 + r_0) = 37,07 \text{ kJ/kg}$$

$$h_2 = h_3 = 37,07 \text{ kJ/kg}$$

$$x_2 = x_1 = 0,00432 \text{ kg}_v/\text{kg}_a$$

$$t_2 = \frac{h_2 - x_2 \cdot r_0}{(c_{pa} + x_2 \cdot c_{pv})} = 25,90 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\dot{Q}_{12} = \dot{m} \cdot (h_2 - h_1) = 5,89 \text{ kW}, \quad \dot{Q}_{34} = \dot{m} \cdot (h_4 - h_3) = 4,22 \text{ kW}$$

$$\dot{m}_l = \dot{m} \cdot (x_3 - x_2) = 0,001421 \text{ kg/s}$$

Esercizio 2

$$q' = \frac{\sigma \cdot \pi \cdot d_1 \cdot (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{d_1}{d_2} \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1\right)} = 7,099 \frac{\text{W}}{\text{m}}$$

$$q' = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{is}} \ln\left(\frac{d_{2is}}{d_1}\right)} \Rightarrow d_{2is} = d_1 \cdot \exp\left[\frac{(T_1 - T_2)}{q'} \cdot (2 \cdot \pi \cdot \lambda_{is})\right] = 0,2314 \text{ m}$$

$$s_{is} = \frac{d_{2is} - d_1}{2} = 0,07569 \text{ m}$$