

**Prova scritta di Fisica Tecnica Ambientale – 02.02.2004**  
**( Ing. Civile, Edile, Ambientale )**

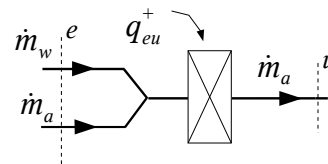
**Esercizio 1**

Il condensatore di un condizionatore è costituito da una batteria alettata la cui superficie esterna è raffreddata da una portata d'aria  $\dot{m}_a$  a temperatura d'entrata  $t_e$  ed umidità relativa  $\varphi_e$  miscelata ad una portata d'acqua  $\dot{m}_w$  a temperatura  $t_w=t_e$ . In uscita si ha aria umida perfettamente miscelata alla temperatura  $t_u$ . Si ricavi:

1. l'umidità specifica  $x_e$ , l'entalpia  $h_e$  dell'aria entrante, entalpia  $h_w$  dell'acqua entrante;
2. umidità specifica  $x_u$  ed entalpia  $h_u$  dell'aria uscente.
3. Il flusso termico  $q_{eu}^+$  [kW] fornito dal condensatore.

Dati:

Gruppo	$\dot{m}_a$ (kg/h)	$\dot{m}_w$ (kg/h)	$t_e$ (°C)	$\varphi_e$ (%)	$t_u$ (°C)
A	100	1.5	26	60	35
B	80	1.5	28	60	34



Si ricorda che la pressione di saturazione per l'acqua può venire valutata con la relazione approssimata:

$$p_s(t) = 611,85 \cdot \exp\left(\frac{17,502 \cdot t}{240,9 + t}\right) \text{ dove } p_s(t) \text{ [Pa]} \text{ è la pressione di saturazione, e } t \text{ [°C]} \text{ è la temperatura.}$$

Per il calcolo dell'entalpia dell'aria umida e dell'acqua si utilizzino i seguenti valori:

$$c_{pa} = 1,006 \text{ kJ/(kg K)}, c_{pw} = 1,875 \text{ kJ/(kg K)}, r_o = 2501 \text{ kJ/kg}, c_w = 4,187 \text{ kJ/(kg K)}, p_{atm} = 101325 \text{ Pa}$$

**Esercizio 2**

Un cilindro avente diametro  $D$  e lunghezza  $L$  è riscaldato per mezzo di una resistenza elettrica che dissipa un flusso termico  $q$ . Il cilindro è raffreddato da una corrente d'aria che lo investe trasversalmente con velocità  $u_\infty$  e temperatura  $t_\infty$ . Trascurando gli effetti di bordo e usando la correlazione

$$\overline{Nu} = 0,683 Re^{0,456} Pr^{1/3}$$

si calcolino:

1. il coefficiente di convezione medio  $\bar{\alpha}$ ;
2. la temperatura superficiale  $t_s$ , supposta uniforme, del cilindro.

Gruppo	$D$ (cm)	$L$ (cm)	$u_\infty$ (m/s)	$q$ (W)	$t_\infty$ (°C)
A	2	10	5	40	20
B	3	15	4	50	20

Proprietà dell'aria:

$$\lambda = 0,0273 \text{ W/(m K)}, \nu = 1,71 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}, \alpha = 2,42 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

## Esercizio 1

$$p_s(t_e) = 611,85 \cdot \exp\left(\frac{17,502 \cdot t_e}{240,9 + t_e}\right) = 3365,9 \text{ Pa}$$

$$x_e = 0,622 \frac{\varphi_e p_s(t_e)}{p_{atm} - \varphi_e p_s(t_e)} = 0,01265 \text{ kg}_v/\text{kg}_a$$

$$h_e = 58,41 \text{ kJ/kg}, \quad h_w = c_w t_w = 108,86 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_a x_e + \dot{m}_w = \dot{m}_a x_u \Rightarrow x_u = 0,02782 \text{ kg}_v/\text{kg}_a$$

$$h_u = 106,62 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_a h_e + \dot{m}_w h_w + \dot{q}_{eu}^+ = \dot{m}_a h_u \Rightarrow \dot{q}_{eu}^+ = 1,282 \text{ kW}$$

$$p_s(t_u) = 611,85 \cdot \exp\left(\frac{17,502 \cdot t_u}{240,9 + t_u}\right) = 5634,98 \text{ Pa}$$

$$\varphi_u = \frac{x_u p_{atm}}{x_u p_u + 0,622 p_u} = 0,77 = 77 \%$$

## Esercizio 2

$$\text{Re} = \frac{D u_\infty}{\nu} = 5848; \quad \text{Pr} = \frac{\nu}{a} = 0,707$$

$$\overline{\text{Nu}} = 34,64$$

$$\alpha = \frac{\overline{\text{Nu}} \lambda}{D} = 47,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$$

$$q = \bar{\alpha} \pi D L (t_s - t_\infty) \Rightarrow t_s = 154,6 \text{ }^\circ\text{C}$$