

Prova scritta di Fisica Tecnica I – 01/07/2008

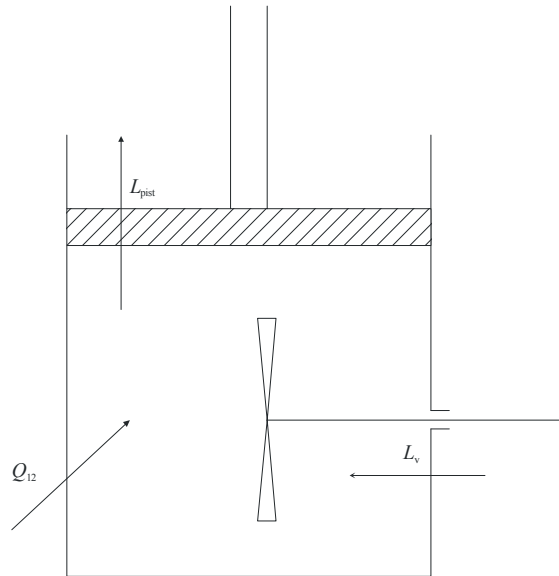
Esercizio 1

Il sistema **chiuso** pistone –cilindro rappresentato in figura contiene una massa $m = 1 \text{ kg}$ di aria ad un volume iniziale $V_1 = 2 \text{ m}^3$ e alla pressione $p_1 = 1 \text{ bar}$.

Il sistema evolve tramite una trasformazione a pressione costante fino alle condizioni 2. Durante questa trasformazione assorbe il lavoro compiuto dalla ventola $L_v = -1 \text{ kWh}$.

Trovare, supponendo le trasformazioni reversibili, il calore Q_{12} scambiato tra il sistema e l'ambiente esterno se $V_2 = 3 V_1$. Si supponga l'aria a comportamento ideale.

Nota: si consideri $R = 287,0 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$



Esercizio 2.

In una piscina per mantenere la temperatura dell'acqua al valore di $30 \text{ }^\circ\text{C}$ si utilizza un tubo di rame di $D_e = 50 \text{ mm}$ e piccolo spessore percorso da vapor d'acqua saturo alla pressione di 1 bar .

Calcolare la potenza termica somministrata all'acqua per metro di lunghezza della tubazione.

Note: considerare la temperatura esterna della tubazione uguale a quella del vapor saturo.

Utilizzare la correlazione $Nu = 0,53 Ra^{0,25}$. Le proprietà termofisiche sono in tabella:

t [$^\circ\text{C}$]	p [kpa]	ρ [kg/m ³]	c_p [kJ/(kg K)]	k [W/(m K)]	α [m ² /s]	μ [kg/(m s)]	ν [m ² /s]	Pr	$g\beta/\nu^2$ [1/(m ³ K)]
30	4,275	996	4,178	0,617	$1,48 \cdot 10^{-7}$	$8,01 \cdot 10^{-4}$	$8,04 \cdot 10^{-7}$	5,42	$4,61 \cdot 10^9$
40	7,425	992	4,179	0,632	$1,52 \cdot 10^{-7}$	$6,55 \cdot 10^{-4}$	$6,60 \cdot 10^{-7}$	4,33	$8,69 \cdot 10^9$
50	12,41	988	4,181	0,643	$1,56 \cdot 10^{-7}$	$5,46 \cdot 10^{-4}$	$5,53 \cdot 10^{-7}$	3,55	$1,47 \cdot 10^{10}$
60	20,01	983	4,189	0,654	$1,59 \cdot 10^{-7}$	$4,66 \cdot 10^{-4}$	$4,74 \cdot 10^{-7}$	2,99	$2,28 \cdot 10^{10}$
70	31,28	978	4,190	0,665	$1,62 \cdot 10^{-7}$	$4,01 \cdot 10^{-4}$	$4,10 \cdot 10^{-7}$	2,52	$3,42 \cdot 10^{10}$
80	47,53	972	4,198	0,670	$1,64 \cdot 10^{-7}$	$3,51 \cdot 10^{-4}$	$3,61 \cdot 10^{-7}$	2,20	$4,83 \cdot 10^{10}$
90	70,31	965	4,207	0,676	$1,67 \cdot 10^{-7}$	$3,13 \cdot 10^{-4}$	$3,24 \cdot 10^{-7}$	1,95	$6,57 \cdot 10^{10}$
100	101,3	958	4,217	0,680	$1,68 \cdot 10^{-7}$	$2,79 \cdot 10^{-4}$	$2,91 \cdot 10^{-7}$	1,73	$8,67 \cdot 10^{10}$

Teoria

1. Ricavare l'equazione della conservazione della massa.
2. Ricavare per un gas ideale l'espressione del lavoro di volume riferito ad una trasformazione isoterma.
3. Ricavare in condizioni stazionarie e senza generazione interna di calore la resistenza termica di una parete cilindrica con temperatura delle pareti uniforme.

Soluzione

1)

Dal primo principio per i sistemi chiusi:

$$U_2 - U_1 = Q_{12} - L_{12}$$

$$L_{12} = L_v + L_{pis}$$

$$L_{pis} = p_1 (V_2 - V_1) = 1 * 10^5 (6 - 2) = 4 * 10^5 \text{ J} = 400 \text{ kJ}$$

$$L_v = -1 \text{ kWh} = -3600 \text{ kJ}$$

$$L_{12} = -3600 + 400 = -3200 \text{ kJ}$$

$$U_2 - U_1 = mc_v (T_2 - T_1) = m \frac{1}{k-1} R (T_2 - T_1) = m \frac{1}{k-1} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = m \frac{1}{k-1} p_1 (V_2 - V_1)$$

$$U_2 - U_1 = 1 \frac{1}{1,4-1} 1 * 10^5 (6 - 2) = 1 * 10^6 \text{ J} = 1000 \text{ kJ}$$

$$Q_{12} = (U_2 - U_1) + L_{12} = 1000 - 3200 = -2200 \text{ kJ}$$

2)

$$q = h\pi D_e L (t_s - t_\infty)$$

$$\frac{q}{L} = h\pi D_e (t_s - t_\infty)$$

$$t_f = \frac{t_s + t_\infty}{2} = \frac{100 + 30}{2} = 65^\circ \text{C}$$

$$Ra = Gr Pr$$

$$Gr = \frac{g\beta D_e^3 (t_s - t_\infty)}{\nu^2}$$

Dalle tabelle interpolando:

$$\frac{g\beta}{\nu^2} = \frac{2,28 + 3,42}{2} 10^{10} = 2,85 * 10^{10}$$

$$Pr = 2,76$$

$$k = 0,660$$

$$Gr = 2,85 * 10^{10} * (50 * 10^{-3}) * 70 = 2,49 * 10^8$$

$$Ra = 6,88 * 10^8$$

$$Nu = 85,8$$

$$h = \frac{k}{D} Nu = \frac{0,660}{0,05} * 85,8 = 1132 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$

$$\frac{q}{L} = 1132 * \pi * 0,05 * (100 - 30) = 12447 \frac{\text{W}}{\text{m}} = 12,5 \frac{\text{kW}}{\text{m}}$$