

Prova scritta di Fisica Tecnica I – 14.02.2006
(Nuovo Ordinamento - Ing. Meccanica, Navale)

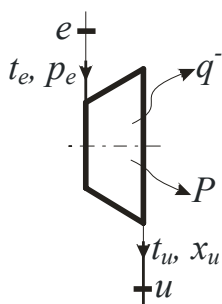
.....
NOME e COGNOME

.....
CORSO di LAUREA

.....
Voto/i

Esercizio

In una turbina a vapore, non adiabatica verso l'esterno, il vapore entra nelle condizioni di temperatura t_e e pressione p_e ed esce alla temperatura t_u e titolo x_u , mentre il calore ceduto all'ambiente esterno a temperatura t_a è pari a q^- .



Trascurando le variazioni di energia cinetica e potenziale, ed utilizzando il diagramma (h, s) allegato, trovare:

1. Le entalpie (h_e, h_u) e le entropie (s_e, s_u) all'entrata ed all'uscita;
2. La portata di vapore \dot{m}_v necessaria a sviluppare la potenza P ;
3. La generazione interna di entropia \dot{S}_{irr} [kW/K].

TEMA	t_e [°C]	p_e [MPa]	t_u [°C]	x_u	P [kW]	q^- [kW]	t_a [°C]
A	450	5	125	1.0	1500	15	27
B	350	5	100	0.9	1200	10	27

Soluzione

TEMA A	TEMA B
1) $h_e = 3318$ kJ/kg; $s_e = 6.822$ kJ/(kg K) $h_u = 2713$ kJ/kg; $s_u = 7.077$ kJ/(kg K)	1) $h_e = 3071$ kJ/kg; $s_e = 6.455$ kJ/(kg K) $h_u = 2450$ kJ/kg; $s_u = 6.751$ kJ/(kg K)
2) $\dot{m}_v = 2.50$ kg/s	2) $\dot{m}_v = 1.95$ kg/s
3) $\dot{S}_{irr} = 0.69$ kW/K	3) $\dot{S}_{irr} = 0.61$ kW/K

Prova scritta di Fisica Tecnica II – 14.02.2006
(Nuovo Ordinamento - Ing. Meccanica)

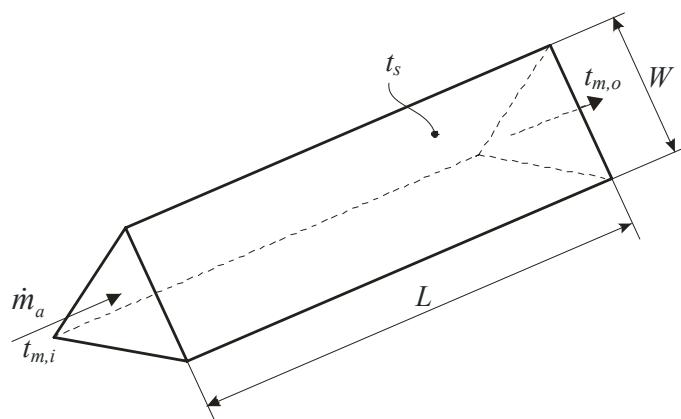
.....
NOME e COGNOME

.....
CORSO di LAUREA

.....
Voto/i

Esercizio

Una portata d'aria \dot{m}_a , alla pressione standard di 101.325 kPa e temperatura $t_{m,i}$, entra in un condotto a sezione triangolare equilatera di lato W , di lunghezza L , e le cui pareti sono mantenute alla temperatura costante t_s .



Determinare:

- 1) La temperatura di uscita dell'aria $t_{m,o}$ dal condotto;
- 2) Il flusso termico fornito all'aria.

Note:

- Per valutare il coefficiente di scambio termico convettivo dell'aria all'interno del condotto, si utilizzi, giustificando, la correlazione di Dittus-Boelter:

$$Nu_{D_h} = 0.023 Re_{D_h}^{4/5} Pr^n \quad \text{valida per : } 0.7 \leq Pr \leq 160; \quad L / D_h \geq 10; \quad Re_{D_h} \geq 10^4$$

dove L e D_h rappresentano, rispettivamente, la lunghezza ed il diametro idraulico della tubazione, le proprietà termodinamiche vanno valutate alla temperatura media t_m , e l'esponente n assume i valori:

$$n = 0.4 \quad \text{nel caso di riscaldamento } (t_s > t_m)$$

$$n = 0.3 \quad \text{nel caso di raffreddamento } (t_s < t_m)$$

- Per le proprietà termodinamiche dell'aria si faccia uso della tabella allegata.

TEMA	$t_{m,i}$ [°C]	W [mm]	L [m]	t_s [°C]	\dot{m}_a [kg/s]
A	20	30	3	100	0.006
B	20	40	5	100	0.012

Proprietà dell'aria a pressione atmosferica.

<i>t</i>	<i>ρ</i>	<i>c_p</i>	<i>k</i>	<i>α</i>	<i>μ</i>	<i>ν</i>	Pr	<i>gβ/ν²</i>
°C	kg/m³	kJ/(kg·K)	W/(m·K)	m²/s	kg/(m·s)	m²/s	-	1/(m³·K)
0	1,287	1,006	0,0242	1,87·10 ⁻⁵	1,71·10 ⁻⁵	1,33·10 ⁻⁵	0,713	2,03·10 ⁸
10	1,240	1,007	0,0250	2,00·10 ⁻⁵	1,76·10 ⁻⁵	1,42·10 ⁻⁵	0,711	1,72·10 ⁸
20	1,193	1,007	0,0258	2,14·10 ⁻⁵	1,81·10 ⁻⁵	1,52·10 ⁻⁵	0,709	1,45·10 ⁸
30	1,151	1,007	0,0265	2,29·10 ⁻⁵	1,86·10 ⁻⁵	1,62·10 ⁻⁵	0,706	1,24·10 ⁸
40	1,118	1,008	0,0273	2,42·10 ⁻⁵	1,91·10 ⁻⁵	1,71·10 ⁻⁵	0,705	1,08·10 ⁸
50	1,084	1,008	0,0280	2,56·10 ⁻⁵	1,96·10 ⁻⁵	1,80·10 ⁻⁵	0,704	9,33·10 ⁷
60	1,051	1,008	0,0288	2,71·10 ⁻⁵	2,00·10 ⁻⁵	1,90·10 ⁻⁵	0,702	8,12·10 ⁷
70	1,018	1,009	0,0295	2,87·10 ⁻⁵	2,05·10 ⁻⁵	2,01·10 ⁻⁵	0,701	7,05·10 ⁷
80	0,987	1,009	0,0302	3,04·10 ⁻⁵	2,10·10 ⁻⁵	2,12·10 ⁻⁵	0,699	6,16·10 ⁷
90	0,962	1,010	0,0310	3,19·10 ⁻⁵	2,14·10 ⁻⁵	2,22·10 ⁻⁵	0,697	5,46·10 ⁷
100	0,938	1,011	0,0318	3,35·10 ⁻⁵	2,18·10 ⁻⁵	2,33·10 ⁻⁵	0,695	4,85·10 ⁷
110	0,913	1,012	0,0325	3,52·10 ⁻⁵	2,23·10 ⁻⁵	2,44·10 ⁻⁵	0,693	4,30·10 ⁷
120	0,888	1,013	0,0333	3,70·10 ⁻⁵	2,27·10 ⁻⁵	2,56·10 ⁻⁵	0,691	3,82·10 ⁷
130	0,865	1,014	0,0340	3,88·10 ⁻⁵	2,31·10 ⁻⁵	2,68·10 ⁻⁵	0,690	3,40·10 ⁷

Soluzione

TEMA A	TEMA B
<p>Assunta una temperatura di uscita di tentativo: $t_{m,o}^* = t_s = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ la temperatura media a cui ricavare le proprietà termofisiche è: $\bar{t}_m^* = \frac{t_{m,i} + t_{m,o}^*}{2} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ e queste si ottengono direttamente, senza necessità di interpolazione, dalla tabella fornita:</p> <p> $c_p = 1.008 \text{ kJ/(kg K)}$; $k = 0.0288 \text{ W/(m K)}$ $\mu = 2.0 \times 10^{-5} \text{ kg/(m s)}$; $\rho = 1.051 \text{ kg/m}^3$ $Pr = 0.702$ </p> <p> $D_h = \frac{4 A_c}{P} = 0.0173 \text{ m}$ $Re_{Dh} = \frac{U_m D_h}{\nu} = \frac{\dot{m}_a D_h}{\rho A_c \nu} = \frac{\dot{m}_a D_h}{A_c \mu} = 13318$ $h = \frac{k}{D_h} 0.023 Re_D^{4/5} Pr^{0.4} = 66.3 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ $t_{m,o}^{**} = t_s - (t_s - t_{m,i}) \exp\left(-\frac{PL}{\dot{m}_a c_p} h\right) = 95.9 \text{ }^\circ\text{C}$ </p> <p>La temperatura di uscita così trovata non differisce sensibilmente da quella ipotizzata, pertanto non è necessario ripetere i calcoli rivalutando le proprietà termofisiche.</p> <p>Risulta quindi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $t_{m,o} = 95.9 \text{ }^\circ\text{C}$ 2. $q = \dot{m}_a c_p (t_{m,o} - t_{m,i}) = 459 \text{ W}$ 	<p>Assunta una temperatura di uscita di tentativo: $t_{m,o}^* = t_s = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ la temperatura media a cui ricavare le proprietà termofisiche è: $\bar{t}_m^* = \frac{t_{m,i} + t_{m,o}^*}{2} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ e queste si ottengono direttamente, senza necessità di interpolazione, dalla tabella fornita:</p> <p> $c_p = 1.008 \text{ kJ/(kg K)}$; $k = 0.0288 \text{ W/(m K)}$ $\mu = 2.0 \times 10^{-5} \text{ kg/(m s)}$; $\rho = 1.051 \text{ kg/m}^3$ $Pr = 0.702$ </p> <p> $D_h = \frac{4 A_c}{P} = 0.023 \text{ m}$ $Re_{Dh} = \frac{U_m D_h}{\nu} = \frac{\dot{m}_a D_h}{\rho A_c \nu} = \frac{\dot{m}_a D_h}{A_c \mu} = 19919$ $h = \frac{k}{D_h} 0.023 Re_D^{4/5} Pr^{0.4} = 68.8 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ $t_{m,o}^{**} = t_s - (t_s - t_{m,i}) \exp\left(-\frac{PL}{\dot{m}_a c_p} h\right) = 97.4 \text{ }^\circ\text{C}$ </p> <p>La temperatura di uscita così trovata non differisce sensibilmente da quella ipotizzata, pertanto non è necessario ripetere i calcoli rivalutando le proprietà termofisiche.</p> <p>Risulta quindi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $t_{m,o} = 97.4 \text{ }^\circ\text{C}$ 2. $q = \dot{m}_a c_p (t_{m,o} - t_{m,i}) = 936 \text{ W}$