

Esame di Fisica Tecnica – Ingegneria Gestionale 3 – A.A. 2013/2014
prova del 14/07/2014

Cognome e Nome:

Matricola:

--	--	--	--	--	--

x y

Esercizio 1

Un pallone sferico contiene $1+x/10$ kg di aria alla pressione di 200 kPa e alla temperatura di 300 K. Il materiale del pallone è tale per cui la pressione al suo interno è sempre direttamente proporzionale al quadrato del suo diametro. Sapendo che per effetto di un riscaldamento il volume aumenta del $10+y\%$, determinare il lavoro compiuto: _____ kJ [3 punti]

$$m = 1 + x / 10 \text{ 'kg}$$

$$p_1 = 200 \text{ 'kPa}$$

$$t_1 = 300 \text{ 'K}$$

$$R = 0.287 \text{ 'kJ/kgK}$$

'calcolo V_1

$$V_1 = m * R * t_1 / p_1 \text{ 'm}^3$$

$$V_2 = V_1 * (100 + 10 + y) / 100 \text{ 'm}^3$$

$$'V = \pi * (D^3) / 6$$

$$'il \text{ diametro } \grave{e} \text{ pertanto } D = (6 * V / \pi)^{(0.33)}$$

$$'e \text{ la pressione } p = k * D^2 = k * (6V / \pi)^{(2/3)} \rightarrow k = p_1 * (\pi / (6 * V_1))^{(2/3)} = p_2 * (\pi / (6 * V_2))^{(2/3)}$$

$$p_2 = p_1 * (V_2 / V_1)^{(2 / 3)} \text{ 'kPa}$$

' durante la trasformazione si ha lavoro per variazione di volume

' $dL = p * dV$, ma poichè p è proporzionale a $V^{(2/3)}$

' $dL = k * (6V / \pi)^{(2/3)} * dV$. Integrando opportunamente si ottiene

' $L = 3k/5 * (6/\pi)^{(2/3)} * (V_2^{(5/3)} - V_1^{(5/3)})$ e sostituendo k si ha:

$$L = 3 / 5 * (p_2 * V_2 - p_1 * V_1)$$

Risultato 1 = L 'kJ

Esercizio 2

In una camera di miscelazione entra una portata massica m_1 di aria alla temperatura di $35+x^\circ\text{C}$ e una portata massica m_2 alla temperatura di $150+5y^\circ\text{C}$. Volendo ottenere in uscita una temperatura di 90°C stabilire il rapporto di miscelazione m_1/m_2 : _____ [3 punti]

$$t_1 = 35 + x \text{ '}^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 150 + 5 * y \text{ '}^\circ\text{C}$$

$$t_3 = 90 \text{ '}^\circ\text{C}$$

'per il 1PTD per i sistemi aperti deve essere

$$' m_1 * h_1 + m_2 * h_2 = (m_1 + m_2) * h_3$$

$$' m_2 * (h_2 - h_3) = m_1 * (h_3 - h_1)$$

$$' m_1 / m_2 = (h_2 - h_3) / (h_3 - h_1) = c_{p23} * (t_2 - t_3) / (c_{p31} * (t_3 - t_1))$$

'trovo i c_p alle temperature medie di trasformazione

$$c_{p23} = c_{p_aria}((t_2 + t_3) / 2)$$

$$c_{p31} = c_{p_aria}((t_3 + t_1) / 2)$$

$$\text{rapporto} = c_{p23} * (t_2 - t_3) / (c_{p31} * (t_3 - t_1))$$

in ogni caso l'utilizzo di un unico valore di c_p portava alla seguente relazione

$$\text{rapporto} = (t_2 - t_3) / (t_3 - t_1)$$

con un errore inferior alla tolleranza assegnata

Risultato = rapporto

Esercizio 3

Un compressore reversibile comprime adiabaticamente aria da 100 kPa a $700+10y$ kPa. Sapendo che la temperatura iniziale è di $85+x$ °C e considerando l'aria un gas più che perfetto, calcolare il lavoro specifico compiuto durante la trasformazione:

_____ kJ/kg [3 punti]

$$p1 = 100 \text{ 'kPa}$$

$$p2 = 700 + 10 * y \text{ 'kPa}$$

$$t1 = 85 + x + 273 \text{ 'K}$$

$$R = 0.287 \text{ 'kJ/kgK}$$

$$k = 1.4$$

' calcolo il lavoro con la relazione del lavoro di compressione isoentropica

$$l_c = k * R * t1 / (k - 1) * ((p2 / p1) ^ ((k - 1) / k) - 1)$$

' tuttavia allo stesso risultato si poteva giungere esprimendo il lavoro come

$l_c = h2 - h1 = cp (T2 - T1)$ e calcolando la temperatura T2 alla quale termina la compressione isoentropica...

$$\text{Risultato} = l_c \text{ 'kJ/kg}$$

Esercizio 4

Un impianto per la produzione di energia elettrica funziona in base ad un ciclo Rankine nel quale il vapore entra in turbina a $400+10x$ °C e a 10 bar di pressione, e ne esce in condizione di vapore saturo secco. Sapendo che la potenza termica somministrata in caldaia è pari a $10+x$ MW, determinare:

- la temperatura di uscita dalla turbina: _____ °C [3 punti]

- il rendimento del ciclo: _____ % [3 punti]

- la portata massica di fluido evolvente che circola nell'impianto: _____ kg/s [3 punti]

$$t3 = 400 + 10 * x \text{ '°C}$$

$$p3 = 10 \text{ 'bar}$$

$$x4 = 1$$

$$Q23 = 10 + x \text{ 'MW}$$

' dalla tabella dei vapori saturi vado a trovare l'entropia per le condizioni specificate

$$h400 = 3264.5 \text{ ' kJ/kg}$$

$$h500 = 3479.1 \text{ ' kJ/kg}$$

$$s400 = 7.467 \text{ 'kJ/kgK}$$

$$s500 = 7.7642 \text{ 'kJ/kgK}$$

$$h3 = h400 + (h500 - h400) / 100 * (t3 - 400)$$

$$s3 = s400 + (s500 - s400) / 100 * (t3 - 400)$$

'ora dalla tabella troviamo per interpolazione le condizioni di uscita posto $s4 = s3$

$t4 =$ temperatura di saturazione a cui corrisponde l'entropia $s3$

' ed in modo analogo troviamo pure l'entalpia $h4$

' l'entalpia del punto 1 la trovo semplicemente ponendo $h1 = cp * t1 = cp * t4$

$$h1 = 4.18 * t4 \text{ 'kJ/kg}$$

' calcolo il rendimento termico come rapporto fra effetto utile ($h3-h4$) ed energia spesa ($h3-h1$), trascurando il lavoro di compressione

$$\eta_{t} = (h3 - h4) / (h3 - h1)$$

' infine determino la portata massica del fluido evolvente ricordando che

' $Q23 = m * (h3 - h2) = m * (h3 - h1)$, ricordandomi che devo convertire i MW in kW

$$m = 1000 * Q23 / (h3 - h1) \text{ 'kg/s}$$

$$\text{Risultato 1} = t4 \text{ '°C}$$

$$\text{Risultato 2} = \eta_{t} \text{ '%}$$

$$\text{Risultato 3} = m \text{ 'kg/s}$$

Esercizio 5

Un container frigorifero (avente dimensioni di 2.5x2.5x6 m) mantiene costante la temperatura interna a $-20-x$ °C. Le pareti del container sono realizzate mediante una doppia lamiera grecata dello spessore di 0.2 cm ($\lambda = 50$ W/m°C), con all'interno uno strato di lana di roccia dello spessore medio di $5+y/3$ cm ($\lambda = 0.03+x/1000$ W/m°C). Poiché il container è montato su un TIR che procede alla velocità di 50 km/h, mentre la temperatura dell'aria è di $10+y$ °C, si deve determinare:

- il coefficiente di scambio termico convettivo relativo alla superficie esterna del container (calcolare le proprietà del fluido alla temperatura dell'aria esterna): _____ W/m²°C [3 punti]

- la temperatura sulla superficie esterna della pareti del container: _____ °C [3 punti]

- la potenza termica che è necessario sottrarre alla cella per mantenerne costante la temperatura (trascurare il contributo dei lati corti): _____ W [3 punti]

```
ti = -20 - x '°C
sl = 0.002 'm
ll = 50 'W/m°C
sr = (5 + y / 3) / 100 'm
lr = 0.03 + x / 1000 'W/m°C
w = 50 'km/h
` converto in m/s
w = w * 1000 / 3600 'm/s
tair = 10 + y '°C
Lx = 2.5
Lz = 2.5
Ly = 6 ` questa deve essere assunta come dimensione caratteristica visto che il container viaggia
su un TIR!
```

```
`trovo prima di tutto il coeff di scambio convettivo
` dalle tabelle ricavo le proprietà del fluido alla temperatura dell'aria
lam = conducibilità(tair + 273)
visc = visc_cinem(tair + 273)
pr = prandtl(tair + 273)
```

```
` calcolo il numero di Reynolds
Re = w * Ly / visc
```

```
se Re < 500000 → Nu = 0.664 * (Re ^ (0.5)) * (pr ^ (1 / 3)),
altrimenti → Nu = (0.037 * (Re ^ (0.8)) - 871) * (pr ^ (1 / 3))
```

```
` e quindi calcoliamo h
h = lam * Nu / Ly
```

```
Rp = 2 * sl / ll + sr / lr
Rc = 1 / h
```

```
Ts = tair - Rc / (Rc + Rp) * (tair - ti)
```

```
Q = (2 * (Lx + Lz) * Ly) * (tair - ti) / (Rp + Rc)
```

` allo stesso risultato si poteva arrivare considerando solo la potenza scambiata per convezione

```
Q = (2 * (Lx + Lz) * Ly) * (tair - Ts) * h
```

Risultato 1 = h 'W/m²°C

Risultato 2 = Ts '°C

Risultato 3 = Q ' W

Esercizio 6

Un deumidificatore preleva $30+y$ m³/h di aria da un ambiente alla temperatura di $20+x$ °C, con umidità relativa del $70+2y$ %. Sapendo che l'aria viene portata dalla batteria fredda ad una temperatura di 8°C, determinare:

- la portata massica di acqua che è necessario smaltire dal deumidificatore: _____ kg/h [3 punti]

- la potenza termica che bisognerebbe somministrare all'aria per riportarla alla temperatura iniziale: _____ W [3 punti]

```
Va = 30 + y 'm3/h
ma = Va * 1.2 'portata massica in kg/h
ta = 20 + x '°C
ura = 70 + 2 * y '%'
ti = 8 '°C
```

con le formule apposite o con il diagramma psicrometrico ricavo

$x_a = \text{titolo}(t_a, u_a)$
 $x_i = \text{titolo}(t_i, 100)$

` pertanto la portata massica di vapore che condensa, espressa in g/h sarà:
 $m_v = m_a * (x_a - x_i)$

` sempre dal diagramma o con le apposite formule ricavo l'entalpia nella condizione iniziale
` in cui inizia il riscaldamento, ovvero punto i sulla curva di saturazione
 $h_i = \text{entalpia}_x(t_i, x_i)$
` e finale, alla temperatura t_a m_a , trattandosi di solo riscaldamento, allo stesso titolo x_i
 $h_f = \text{entalpia}_x(t_a, x_i)$

$Q_c = m_a * (h_f - h_i) / 3600$ 'kW NB ho diviso per 3600 perchè m_a era in kg/h

Risultato 1 = $m_v / 1000$ 'kg/h

Risultato 2 = $1000 * Q_c$ 'W