

Esame di Fisica Tecnica – Ingegneria Gestionale 3 – A.A. 2014/2015
prova del 18/02/2015

Cognome e Nome:

Matricola:

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

x

y

Esercizio 1

In una valvola di laminazione entra R134a in condizione di liquido saturo alla temperatura di $20+2x$ °C, sapendo che la temperatura all'uscita è pari a $-2y$ °C, determinare il titolo del vapore nelle condizioni finali: _____ % [3 punti]

$$T1 = 20 + 2 * x \text{ '°C}$$

$$T2 = -2 * y \text{ '°C}$$

' cominciamo col trovare l'entalpia nelle condizioni 1

' dalla Tab A.13 recuperiamo l'entalpia in condizioni di liquido saturo alla T1

$$h1 = hlsat134(T1)$$

$$h2l = hlsat134(T2)$$

$$h2v = hvsat134(T2)$$

' e pertanto, posto $h2 = h1 = h2l + \text{titolo} * (h2v - h2l)$ ==>

$$\text{tit} = (h1 - h2l) / (h2v - h2l)$$

$$\text{Risultato} = \text{tit} * 100 \text{ '\%}$$

Esercizio 2

In una turbina entra aria alla pressione di $10+x/5$ bar e alla temperatura di 500°C, con una velocità di 100 m/s, e ne esce a $100+10y$ °C, 150 kPa e $200+10x$ m/s. Sapendo che la potenza prodotta dalla turbina è pari a $1+x/10$ MW, determinarne l'area della sezione di ingresso: _____ cm² [3 punti]

$$p1 = 10 + x / 5 \text{ 'bar}$$

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

$$T1 = 500 + 273.15 \text{ 'K}$$

$$w1 = 100 \text{ 'm/s}$$

$$T2 = 100 + 10 * y + 273.15 \text{ 'K}$$

$$p2 = 150 \text{ 'kPa}$$

$$w2 = 200 + 10 * x \text{ 'm/s}$$

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

$$l = 1 + x / 10 \text{ 'MW}$$

' poichè è aria

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

' Si deve applicare il 1° PTD per i sistemi aperti in base al quale

$$Q-L = m[(h2-h1) + (w2^2 - w1^2)/2 + g(z2-z1)]$$

' sappiamo che $Q=0$ e anche $z2=z1$

' assimilando l'aria ad un gas ideale possiamo ricavare la densità nelle condizioni di ingresso

$$\rho_{h1} = 1/v1 = p1 / (R * t1)$$

$$\text{' l'analisi dimensionale ci dice che } \text{kPa} / ((\text{kJ}/(\text{kg} * \text{K})) * \text{K}) = (\text{kN}/\text{m}^2) / ((\text{kN} * \text{m})/\text{kg})$$

' quindi il risultato sarà espresso in kg/m³

$$\rho_{h1} = p1 / (R * T1)$$

' con cui potrò calcolare l'area della sezione di ingresso, una volta nota la portata massica $m1 =$

$$\rho_{h1} * A1 * w1$$

' a questo punto devo calcolare la variazione di entalpia per cui ho bisogno di conoscere il calore specifico alla temperatura intermedia

$$tm = (T1 + T2) / 2$$

' dalla tabella A.3 vado ad interpolare alla temperatura giusta tm

$$cp = cp_aria(tm)$$

$$\text{' quindi, sapendo che } L = m1 * (cp * (T1 - T2) + (w1^2 - w2^2) / 2000)$$

$$m1 = l * 1000 / (cp * (T1 - T2) + (w1^2 - w2^2) / 2000)$$

$$A1 = m1 / (\rho_{h1} * w1)$$

$$\text{Risultato} = A1 * (100 * 100) \text{ 'cm}^2$$

Esercizio 3

Un sistema cilindro pistone contiene $1+x/2$ kg di elio, inizialmente alla pressione di 100 kPa e $10+x$ °C, che viene compressa fino a $700+20y$ kPa. Ipotizzando che la trasformazione sia adiabatica e reversibile determinare la temperatura al termine della trasformazione: _____ °C [3 punti]

```
m = 1 + x / 2 'kg elio
p1 = 100 'kPa
T1 = 10 + x + 273 'K
p2 = 700 + 20 * y 'kPa
' trasf adiabatica rev
' p*v^k = p^(1-k)*T^k =>
k = 1.667
T2 = T1 * (p2 / p1) ^ ((k - 1) / k)
```

Risultato = T2 - 273.15 '°C

Esercizio 4

Un motore a 4 tempi ad accensione comandata, funzionante in base ad un ciclo Otto, è caratterizzato da un rapporto volumetrico di compressione pari a $7+x/3$. Sapendo che l'aria entra nel cilindro alla pressione di 100 kPa e alla temperatura di $15+y$ °C e, dopo la compressione, viene somministrata una quantità di calore pari a $50+5x$ kJ/kg, determinare:

- il rendimento termico del motore: _____ % [3 punti]
- la temperatura massima raggiunta nel motore: _____ K [3 punti]
- il lavoro specifico erogato in fase di espansione: _____ kJ/kg [3 punti]

```
rho = 7 + x / 3
p1 = 100 'kPa
T1 = 15 + y + 273.15 'K
mc = 68 / 1000 'kg/(kg di aria)
Hc = 44000 'kJ/kg
```

```
' trovo subito il rendimento termico
k = 1.4
cv = 0.718 'kJ/kgK
```

```
eta_t = 1 - 1 / (rho ^ (k - 1))
```

```
'per calcolare la temperatura massima possiamo partire dalle condizioni iniziali e determinare
prima T2=T1*(v1/v2)^(k-1)
```

```
T2 = T1 * (rho ^ (k - 1))
```

```
' a questo punto, posso ricavare la potenza termica somministrata in caldaia
```

```
q23 = 50 + 5 * x 'kJ/kg
```

```
' e applicando il 1° PTD alla trasf 2-3, per cui q23 = cv (T3 - T2) ==>
```

```
T3 = T2 + q23 / cv
```

```
' a questo punto, non resta che trovare T4
```

```
T4 = T3 * (rho ^ (1 - k))
```

```
' e quindi l34
```

```
l34 = cv * (T3 - T4)
```

Risultato 1 = eta_t * 100 '%

Risultato 2 = T3 'K

Risultato 3 = l34 'kJ/kg

Esercizio 5

Il processore di un PC ha dimensioni di 5 x 5 cm e in condizioni normali deve dissipare una potenza termica di $1+x/10$ W per poter rimanere in condizioni di equilibrio termico alla temperatura di $40+y$ °C, mentre l'aria circostante è alla temperatura di 20 °C. Ipotizzando che lo scambio termico possa avvenire solo su una faccia del processore e che su essa sia montato un ventilatore, determinare:

- il coefficiente di scambio termico convettivo necessario a garantire l'equilibrio termico: _____ W/m²K [3 punti]
- la velocità alla quale l'aria deve lambire il processore per poter ottenere il valore del coefficiente di scambio termico desiderato (utilizzare la formula del moto laminare, ipotizzando il flusso d'aria parallelo alla lastra): _____ m/s [3 punti]

```
l = 0.05 'm
q = 1 + x / 10 'W
t = 40 + y '°C
tinf = 20 '°C
```

```

'troviamo prima di tutto h
'q = h*A*(t-tinf) ==>
h = q / (l * l * (t - tinf))

' a questo punto, sapendo che Nu=h*L/lambda
' vado a trovare le proprietà del fluido alla temperatura intermedia
' dalla tabella A.25

tm = (t + tinf) / 2
pr = prandtl(tm)
lam = conducibilità(tm)
visc = visc_cinem(tm)

' la dimensione caratteristica sarà la lunghezza della piastra
' ricavo quindi Nu
Nu = h * l / lam

' Sapendo che Nu = 0.664(Re^0.5)*(Pr^(1/3))
' vado a trovare Re
Re = (Nu / (pr ^ (1 / 3)) / 0.664) ^ 2
' e infine, sapendo che Re = w*L/visc ==>
w = Re * visc / l

Risultato 1 = h 'W/m2K
Risultato 2 = w 'm/s

```

Esercizio 6

In un'aula delle dimensioni di $10 * (10+x) * 6$ m viene mantenuta alla temperatura di $20+y/2$ °C con UR = 50% mediante l'immissione di una portata volumetrica di aria di $.2500+200y$ mc/h. Sapendo che al suo interno sono presenti $100+10x$ persone che emettono ciascuna 70 W di potenza termica e 60 g/h di vapor d'acqua, determinare:

- l'umidità assoluta alla quale l'aria viene immessa in ambiente: _____ g/kg [3 punti]
- la temperatura alla quale l'aria viene immessa in ambiente: _____ °C [3 punti]

```

t = 20 + y / 2 '°C
ur = 50 '%'
vdot = 2500 + 200 * y 'mc/h
N = 100 + 10 * x 'persone
qs = 70 * N / 1000 'kW
mv = (60 * N) / 3600 'g/s
' costanti
hv0 = 2501.3 'kJ/kg
cpv = 1.82 'kJ/kgK
cpa = 1.005 'kJ/kgK

' calcolo subito la portata massica di aria in circolo
ma = vdot * 1.2 / 3600 'kg/s

'applico il bilancio di massa ed energia per l'ambiente confinato
' ma*hi + Qs + mv*hv = ma*ha
' ma*xi + mv = ma*xa

' devo trovare le condizioni di arrivo
ha = entalpia(t, ur) 'kJ/kg
xa = titolo(t, ur) 'g/kg
' l'entalpia del vapore d'acqua la calcolo
hv = hv0 + cpv * t 'kJ/kg
' pertanto
xi = xa - mv / ma 'g/kg
hi = ha - (qs + (mv / 1000) * hv) / ma 'kJ/kg

'ricordo che
'h = (ca + x * cv / 1000) * ta + x * hv0 / 1000
' e poichè x è nota ==>
ti = (hi - xi * hv0 / 1000) / (cpa + xi * cpv / 1000)

Risultato 1 = xi 'g/kg
Risultato 2 = ti '°C

```