

Esame di Fisica Tecnica – Ingegneria Gestionale 3 – A.A. 2014/2015
prova del 09/09/2015

Cognome e Nome:

Matricola:

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

x

y

Esercizio 1

Un dispositivo cilindro-pistone contiene $1+x/10$ kg di acqua alla temperatura di $300+5x$ K. Sapendo che il titolo del vapore è pari a $0.1+y/100$, determinare il volume occupato dalla miscela: _____ m³ [3 punti]

```
m = 1 + x / 10 'kg
t = 300 + 5 * x - 273 '°C
tit = 0.1 + y / 100
```

' trovo i volumi totali alla temperatura assegnata

```
v1 = m * vlsatH2O(t)
```

```
vv = m * vvsatH2O(t)
```

' trovo il volume

```
V = (1 - tit) * v1 + tit * vv
```

```
Risultato = V 'm3
```

Esercizio 2

Una corrente d'aria entra in un ugello in regime stazionario a $250+5x$ kPa e a 77 °C, a una velocità di 50 m/s, e ne esce a 85 kPa e a $280+10y$ m/s. Assumendo $c_p = 1.005$ kJ/kgK, e sapendo che la temperatura di uscita dall'ugello è di $270+y$ K, determinare la potenza termica scambiata dall'ugello al mezzo circostante (che si trova a $20+x$ °C): _____ kJ/kg [3 punti]

```
p1 = 250 + 5 * x 'kPa
T1 = 77 + 273 'K
w1 = 50 'm/s
p2 = 85 'kPa
w2 = 280 + 10 * y 'm/s
T2 = 270 + y 'K
cp = 1.005 'kJ/kg/K
tair = 20 + x + 273 'K
```

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

```
' q12-l12 = (h2-h1)+(w2^2 - w1^2)/2 +g(z2-z1)
```

' sappiamo che $l=0$ e $z2=z1$

' assimilando l'aria ad un gas ideale possiamo ricavare la densità

```
' nelle condizioni di ingresso  $\rho_{01}=1/v_1=p_1/(R*t_1)$ 
```

```
R = 0.287 'kJ/kgK
```

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

' quindi il risultato sarà espresso in kg/m³

```
 $\rho_{01} = p_1 / (R * T_1)$ 
```

' a questo punto posso calcolare la potenza termica scambiata

```
Q12 = cp * (T2 - T1) + (w2 ^ (2) - w1 ^ (2)) / (2 * 1000)
```

' la divisione per 1000 serve a mantenere la congruenza dimensionale

```
Risultato = Q12 'kJ/kg
```

Esercizio 3

Con riferimento ai dati dell'esercizio precedente, determinare l'entropia totale generata durante la trasformazione:

```
_____ kJ/kgK [3 punti]
```

NOTE: E' necessario consegnare solo il presente foglio debitamente compilato. Salvo diversa indicazione i risultati saranno considerati corretti se il valore sarà contenuto entro un intervallo del $\pm 2\%$ rispetto al valore di riferimento. La consegna con almeno 40 min di anticipo dà diritto al 10% di incremento sulla valutazione conseguita, mentre l'incremento sarà proporzionalmente ridotto se l'anticipo è inferiore.

```

' uso l'equazione del Tds
' DS = cp*ln(t2/t1)-R*ln(p2/p1) = s2-s1
' questa è la variazione di entropia dell'aria che fluisce nell'ugello
DSair = cp * Log(T2 / T1) - R * Log(p2 / p1)
' tuttavia per trovare l'entropia generata devo scrivere il bilancio globale
' ds/dt = q1/T1 + m(s1-s2) + Sgen
' poichè q12 è fornito all'ambiente
Sgen = Q12 / tair + DSair

Risultato = Sgen 'kJ/kgK

```

Esercizio 4

Un impianto motore funziona in base ad un ciclo Brayton con rigenerazione, prelevando aria alla temperatura di 300 K e 1 bar, per portarla, all'ingresso in turbina, ad una pressione di $7+x/10$ bar e a una temperatura di $1200+10y$ K. Sapendo che viene bruciata una portata massica di $3+y/10$ kg/min di un combustibile avente potere calorifico $H_c = 9000+100x$ kcal/kg, e che l'efficienza del rigeneratore è pari a $0.75+y/100$, determinare:

- la temperatura di uscita dalla turbina: _____ K [3 punti]
- il lavoro specifico erogato dalla turbina: _____ kJ/kg [3 punti]
- la potenza utile netta dell'impianto: _____ MW [3 punti]

```

T1 = 300 'K
p1 = 1 'bar
beta = 7 + x / 10
t3 = 1200 + 10 * y 'K
eps = 0.75 + y / 100 'efficienza rigeneratore
mc = 3 + y / 10 'kg/min
mc = mc / 60 'kg/s
hc = (9000 + 100 * x) * 4.187 'kJ/kg
' parametri per ciclo ad aria standard
k = 1.4
cp = 1.005
cv = 0.718

' trovo prima t2 e t4
T2 = T1 * (beta ^ ((k - 1) / k))
t4 = t3 * beta ^ ((1 - k) / k)

' trovo i lavori specifici
Lc = cp * (T2 - T1)
lT = cp * (t3 - t4)

' qrig = eps * qrig_max
t5 = T2 + eps * (t4 - T2)

' il calore da somministrare risulta pertanto
' q=m*cp*(t3-t5)

' sapendo che
Q = mc * hc 'kW

'calcolo la portata massica di fluido evolvente e poi la potenza utile netta
m = Q / (cp * (t3 - t5)) 'kg/s
PUn = m * (lT - Lc) 'kW

Risultato 1 = t4 'K
Risultato 2 = lT 'kJ/kg
Risultato 3 = PUn / 1000 'MW

```

Esercizio 5

Uno scambiatore di calore è costituito da una lastra piana verticale avente altezza di $50+x$ cm per $100+10y$ cm di lunghezza, all'interno della quale è immesso un fluido alla temperatura media di $40+5x$ °C, mentre all'esterno vi è aria alla temperatura di 20°C. Una faccia è lambita da una corrente che si muove a $3+x/10$ m/s lungo il lato maggiore, mentre l'altra è soggetta al solo moto convettivo naturale. Determinare:

- il coefficiente di scambio convettivo sulla faccia ventilata: _____ $W/m^2°C$ [3 punti]
- il coefficiente di scambio convettivo sulla faccia non ventilata: _____ $W/m^2°C$ [3 punti]

NOTE: E' necessario consegnare solo il presente foglio debitamente compilato. Salvo diversa indicazione i risultati saranno considerati corretti se il valore sarà contenuto entro un intervallo del $\pm 2\%$ rispetto al valore di riferimento. La consegna con almeno 40 min di anticipo dà diritto al 10% di incremento sulla valutazione conseguita, mentre l'incremento sarà proporzionalmente ridotto se l'anticipo è inferiore.

```

h = 0.5 + x / 100 'm
L = (100 + 10 * y) / 100 'm
Ts = 40 + 5 * x '°C
ta = 20 '°C
w = 3 + x / 10 'm/s

' troviamo i parametri caratterizzanti il fluido
tm = (Ts + ta) / 2
Pr = prandtl(tm)
lam = conducibilità(tm)
visc = visc_cinem(tm)
beta = 1 / (tm + 273.15)

' nel caso del lato ventilato avremo
' hl = Nu1*lam/Lc
' dove la dimensione caratteristica è
Lc = L 'm
' mentre Nu lo ricaviamo sapendo che
Re = w * Lc / visc

'uso da subito la formula del campo intero
Se Re > 5 * 10 ^ 5 → Nu = (0.037 * Re ^ 0.8 - 871) * Pr ^ (1 / 3)
Altrimenti → Nu = 0.664 * Re ^ 0.5 * Pr ^ (1 / 3)

hl = Nu * lam / Lc

' per il lato non ventilato si avrà invece
Lc = h 'm
Ra = (9.81 * beta * (Ts - ta) * Pr * Lc ^ 3) / (visc ^ 2)
Se Ra > 10 ^ 9 → Nu = 0.1 * Ra ^ (1 / 3)
Altrimenti → Nu = 0.59 * Ra ^ (1 / 4)

Formula per il campo intero:
Nu = (0.825 + (0.387 * Ra ^ (1 / 6)) / ((1 + (0.492 / Pr) ^ (9 / 16)) ^ (8 / 27))) ^ 2

h2 = Nu * lam / Lc

Q = (L * h) * (hl + h2) * (Ts - ta)

Risultato 1 = hl 'W/m2°C
Risultato 2 = h2 'W/m2°C

```

Esercizio 6

L'impianto di condizionamento di una palestra deve compensare l'effetto di un carico termico di $1000+10x$ kcal/h e un carico igrometrico di $2+y/5$ kg/h di vapore d'acqua, mantenendo l'ambiente a 24°C con UR del 50%. Fissando la temperatura di immissione dell'aria a 17°C, determinare:

- la pendenza della retta d'immissione: _____ kJ/g [3 punti]
- la portata massica di aria secca che deve circolare nell'impianto: _____ kg/min [3 punti, tolleranza ±5%]

```

Qs = 1000 + 10 * x 'kcal/h
mv = 2 + y / 5 'kg/h
ta = 24 '°C
ura = 50 '%'
ti = 17 '°C

hv = 2501 + 1.82 * ta 'kJ/kg

pend = Qs * 4.187 / mv + hv 'kJ/kg
pend = pend / 1000
Leggo dal diagramma ha e xa e, tracciata la retta di immissione vado a leggere il valore di xi
corrispondente alla temperatura ti

m = 1000 * mv / (xa - xi)

Risultato 1 = pend 'kJ/g
Risultato 2 = m / 60 'kg/min

```

NOTE: E' necessario consegnare solo il presente foglio debitamente compilato. Salvo diversa indicazione i risultati saranno considerati corretti se il valore sarà contenuto entro un intervallo del ±2% rispetto al valore di riferimento. La consegna con almeno 40 min di anticipo dà diritto al 10% di incremento sulla valutazione conseguita, mentre l'incremento sarà proporzionalmente ridotto se l'anticipo è inferiore.