

Esame di Fisica Tecnica – Ingegneria Gestionale 3 – A.A. 2015/2016
prova del 08/09/2016

Cognome e Nome:

Matricola:

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

x

y

Esercizio 1

In un dispositivo cilindro pistone senza attrito è contenuta inizialmente una massa di $10+y$ g di aria alla pressione di $0.5 + x/10$ Mpa e alla temperatura di $1000+50y$ K. Successivamente il gas viene fatto espandere adiabaticamente producendo un lavoro di $3+x/3$ kJ. Calcolare quanto vale la pressione alla fine del processo di espansione: _____ kPa [3 punti]

$$m = (10 + y) / 1000 \text{ 'kg}$$

$$p_1 = (0.5 + x / 10) * 1000 \text{ 'kPa}$$

$$T_1 = 1000 + 50 * y \text{ 'K}$$

$$l = 3 + x / 3 \text{ 'kJ}$$

' Dalla Tabella A.2 ricaviamo R e k per l'Aria

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

$$k = 1.4$$

' essendo la trasformazione adiabatica avremo

$$p_1 * V_1^k = p_2 * V_2^k$$

' ovvero

$$p_1^{(1-k)} * T_1^k = p_2^{(1-k)} * T_2^k$$

' considerato che il lavoro è pari a:

$$L = \int p \, dV = \int C * V^{(-k)} \, dV$$

$$\text{' integrando si avrà } L = (p_2 V_2 - p_1 V_1) / (1-k) = m * R * (T_2 - T_1) / (1-k)$$

' calcoliamo quindi T2

$$T_2 = T_1 + l * (1 - k) / (m * r)$$

' da cui consegue che

$$p_2 = p_1 * (T_1 / T_2)^{k / (1 - k)}$$

Esercizio 2

In un turbocompressore entra aria alla pressione di $100+10y$ kPa e alla temperatura di 20°C , con una velocità di 100 m/s, e ne esce a 10 bar e $250+10x$ °C. Sapendo che la sezione d'ingresso/uscita è pari a $100+10x$ cm², determinarne la potenza meccanica assorbita dal turbocompressore: _____ kW [3 punti]

$$p_1 = 100 + 10 * y \text{ 'kPa}$$

$$T_1 = 20 + 273.15 \text{ 'K}$$

$$w_1 = 100 \text{ 'm/s}$$

$$A_1 = 100 + 10 * x \text{ 'cm}^2$$

$$A_1 = A_1 / 10000 \text{ 'm}^2$$

$$T_2 = 250 + 10 * x + 273.15 \text{ 'K}$$

$$p_2 = 1000 \text{ 'kPa}$$

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

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

$$Q - L = m[(h_2 - h_1) + (w_2^2 - w_1^2) / 2 + g(z_2 - z_1)]$$

' sappiamo che $Q=0$ e anche $z_2=z_1$, per trovare L dobbiamo trovare m e w_2

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

$$\text{' nelle condizioni di ingresso } \rho_{o1} = 1/v_1 = p_1 / (R * T_1)$$

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

' quindi il risultato sarà espresso in kg/m³

$$\rho_{o1} = p_1 / (r * T_1) \text{ 'kg/m}^3$$

' e quindi, nota la sezione d'ingresso si ha

$$m = \rho_{o1} * A_1 * w_1 \text{ 'm/s}$$

' per la conservazione della massa, avrò che $m = \rho_{o2} * A_2 * w_2 ==>$

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.

```

rho2 = p2 / (r * T2) 'kg/m3
' w2 = rho1 * A * w1 / (rho2 * A) = (p1*w1/T1)/(p2/T2)
w2 = (p1 * w1 / T1) / (p2 / T2) 'm/s

' a questo punto per calcolare la variazione di entalpia 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)
' quindi,
l = m * (cp * (T1 - T2) + (w1 ^ 2 - w2 ^ 2) / 2000) 'KJ/s

```

Esercizio 3

Una pompa di calore opera secondo un ciclo inverso di Carnot mentre sottrae calore da un serbatoio a $10+y$ °C e lo cede ad un dispositivo di accumulo che opera a temperatura di $40+2x$ °C. Determinare il coefficiente di prestazione COP della pompa di calore: _____ [3 punti]

NB: LE TEMPERATURE DEVONO ESSERE IN KELVIN!!

```

ti = 10 + y + 273.15 'K
Ts = 40 + 2 * x + 273.15 'K
' COP = Qs/(Qs-Qi)=Ts/(Ts-Ti)
COP = Ts / (Ts - ti)

```

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 $400+10y$ °C e a 16 bar di pressione, e ne esce in condizione di vapore saturo secco. Sapendo che la camera di combustione è alimentata da una portata massica di $1+x/10$ kg/min di un combustibile avente potere calorifico di 9500 kcal/kg, e che il rendimento di combustione è del 93%, 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 * y '°C
p3 = 16 'bar
x4 = 1

```

```

mb = (1 + x / 10) / 60 'kg/s
Hb = 9500 * 4.187 'kJ/kg
Q23 = 0.93 * mb * Hb 'kW

```

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

```

h400 = 3254.9
h500 = 3472.6
s400 = 7.2394
s500 = 7.541

```

```

h3 = h400 + (h500 - h400) / 100 * (T3 - 400)
s3 = s400 + (s500 - s400) / 100 * (T3 - 400)

```

'ora dalle tabelle (o dal grafico) troviamo le condizioni di uscita posto $s4 = s3$

T4 = tturb(s3)

```

p4 = psatH2O(T4)
h4 = hturb(T4)

```

' poi per il punto 1 poniamo (o leggiamo il valore dalla Tab., che è lo stesso).

```

h1 = 4.18 * T4

```

eta_t = (h3 - h4) / (h3 - h1)

' posto $h1=h2$

m = Q23 / (h3 - h1) 'kg/s

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.

Esercizio 5

Un container refrigerato ha dimensioni di 2.44 m di larghezza per 2.59 m di altezza e 6.1 m di lunghezza. Al suo interno è necessario mantenere la temperatura di x °C, mentre all'esterno la temperatura è di $18+y$ °C. Assumendo che la temperatura superficiale esterna al container possa essere assunta pari a 10° C e sapendo che il container è lambito lungo il lato lungo da una corrente d'aria pari a $2+x/10$ m/s determinare il coefficiente di scambio termico superficiale esterno: _____ W/m²K [3 punti]

Infine, sapendo che l'impianto refrigerante è in grado di sottrarre una potenza termica non superiore a $300+10y$ W, che il coefficiente di scambio termico superficiale interno può essere assunto pari a 5 W/m²K, e che il coefficiente di scambio termico superficiale precedentemente calcolato può essere applicato alle quattro facce verticali e a quella orizzontale di copertura, mentre si possono trascurare gli scambi verso il pavimento, determinare lo spessore di materiale isolante ($\lambda = 0.03+x/1000$ W/mK) da interporre fra le due lamiere d'acciaio ($\lambda = 20$ W/mK) di 5 mm di spessore, affinché la temperatura interna non superi il valore desiderato: _____ cm [3 punti]

```
w = 2.44 'm
h = 2.59 'm
l = 6.1 'm
ti = x '°C
te = 18 + y '°C
Ts = 10 '°C
v = 2 + x / 10 'm/s
' determinare hse
tm = (Ts + te) / 2
```

```
' Dalle tabelle...
Pr = prandtl(tm)
lam = conducibilità(tm)
visc = visc_cinem(tm)
```

```
Re = v * l / visc
'uso la formula del moto combinato
Nu = (0.037 * Re ^ 0.8 - 871) * Pr ^ (1 / 3)
hse = Nu * lam / l
```

```
Qmax = 300 + 10 * y 'W
hsi = 5 'W/m2K
lam_is = 0.03 + x / 1000 'W/mK
```

```
Ri = 1 / hsi
Re = 1 / hse
A = 2 * (h * l) + w * l + 2 * w * h
'calcolo la Rtot richiesta affinché la potenza termica dissipata eguagli la potenza massima
'dell'impianto refrigerante
Rtot = A * (te - ti) / Qmax
Rc = Rtot - Ri - Re
sp = Rc * lam_is*100 '[cm]
```

Esercizio 6 [tolleranza 5%]

In un impianto di essiccazione industriale si impiega una portata massica di aria secca di $10+y$ kg/s che viene prelevata dall'ambiente esterno alla temperatura di $10+y$ °C con umidità relativa del $50+5x$ % per poi essere portata alla temperatura di $37+x$ °C con umidità relativa del 10%. Definire le trasformazioni necessarie a portare l'aria dalle condizioni di ingresso a quelle di uscita e determinare:

- La potenza termica da somministrare durante il processo: _____ kW [3 punti]
- La portata massica di vapore d'acqua che (eventualmente) condensa: _____ kg/min [3 punti]

```
m = 10 + y 'kg/s
ti = 10 + y '°C
Uri = 50 + 5 * x '%'
```

```
tf = 37 + x '°C
Urf = 10 '%'
```

```
hi = entalpia_ur(ti, Uri)
xi = titolo(ti, Uri)
```

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.

'troviamo il punto di rugiada corrispondente ad un raffreddamento a titolo costante

```
tr = rugiada(ti, Uri)  
hr = entalpia_x(tr, xi)
```

'troviamo le coordinate del punto di arrivo

```
hf = entalpia_ur(tf, Urf)  
xf = titolo(tf, Urf)
```

'e il corrispondente punto di rugiada

```
td = rugiada(tf, Urf)  
hd = entalpia_x(td, xf)
```

'Pertanto si dovrà procedere con un raffreddamento con deumidificazione fino alla temperatura td
'seguito da un riscaldamento a titolo costante dal punto D al punto F

Potenza somministrata = $m * (hf - hd)$ 'kW

Condensa = $m * (xi - xf) * 60 / 1000$ 'kg/min