

Esame di Fisica Tecnica – Ingegneria Gestionale 3 – A.A. 2015/2016
prova del 23/06/2016

Cognome e Nome:

Matricola:

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

x y

Esercizio 1

Un freezer domestico ha uno sportello di 60 cm per 100+10x cm, e quando viene aperto entra aria alla temperatura di 30+y °C a pressione atmosferica (1 bar). Successivamente alla chiusura dello sportello l'aria interna si raffredda fino alla temperatura di -20°C. Determinare la forza che è necessario applicare per aprire lo sportello: _____ kN [3 punti]

$$A = 0.6 * (1 + x / 10) \text{ 'm}^2$$

$$T1 = 30 + y + 273.15 \text{ 'K}$$

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

$$T2 = -20 + 273.15 \text{ 'K}$$

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

' applichiamo l'eq. di stato dei gas ideali

' abbiamo un sistema chiuso in cui avviene una trasformazione a volume costante

$$p1 * V = m * R * T1 \implies m = p1 * V / R * T1$$

$$p2 = m * R * T2 / V = p1 * V / (R * T1) * R * T2 / V = p1 * T2 / T1$$

$$p2 = p1 * T2 / T1 \text{ [kPa]}$$

$$\text{Risposta} = A * (p1 - p2) \text{ 'kN}$$

Esercizio 2

In una turbina entra del vapore saturo secco alla temperatura di 250+5x °C, uscendone alla pressione di 50 kPa. Determinare il titolo della miscela nelle condizioni di uscita: _____ [3 punti]

$$t_i = 250 + 5 * x \text{ '°C}$$

'dalle tabelle trovo l'entropia di saturazione alla temp t_i

$$s_i = s_{v_sat}(t_i)$$

' alla $p_u = 50$ kPa si ha

$$s_l = 1.0912 \text{ 'kJ/kgK entropia specifica del liquido saturo}$$

$$s_{lv} = 6.5019 \text{ 'kJ/kgK entropia specifica di vaporizzazione}$$

ricordando che $s_i = s_l + \text{titolo} * s_{lv}$

$$\text{titolo} = (s_i - s_l) / s_{lv}$$

$$\text{Risposta} = \text{titolo}$$

Esercizio 3

Un compressore reversibile comprime adiabaticamente elio da 100 kPa a 600+10y kPa. Sapendo che la temperatura iniziale è di 85+x°C, calcolare il lavoro specifico compiuto durante la trasformazione: _____ kJ/kg [3 punti]

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

$$p2 = 600 + 10 * y \text{ 'kPa}$$

$$T1 = 85 + x + 273 \text{ 'K}$$

$$R = 2.0769 \text{ 'kJ/kgK}$$

$$k = 1.667$$

Richiamando la formula del lavoro di compressione isoentropico, si ha:

$$l_c = k * R * T1 / (k - 1) * ((p2 / p1) ^ ((k - 1) / k) - 1)$$

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

Esercizio 4

L'unità di trattamento aria di un impianto di condizionamento utilizza un ciclo inverso a compressione di vapore basato sul

refrigerante R134a. L'evaporatore porta l'aria ad una temperatura di $x^{\circ}\text{C}$, mentre il condensatore cede calore all'aria esterna alla temperatura di 34.4°C . Sapendo che la potenza elettrica assorbita dalla UTA è pari a $8+x$ kW, che il rendimento elettrico è del 95% e che gli scambiatori di calore sono ottimizzati per una differenza di temperatura di 5°C , determinare:

- il COP della macchina frigorifera : _____ [3 punti]

- la potenza termica che viene sottratta dall'evaporatore: _____ kW [3 punti]

```
tex = 34.4 '°C
```

```
tf = x '°C
```

```
' definisco le temperature nel condensatore e nell'evaporatore
```

```
te = tf - 5 '°C
```

```
tc = tex + 5 '°C
```

```
Lm = 8 + x 'kW
```

```
eta = 0.95
```

```
' per trovare il COP dobbiamo trovare l'effetto utile (h1-h4)
```

```
' e il lavoro fornito (h2-h1)
```

```
' per cominciare troviamo le coord del punto 1 usando la tabella dell'R134a in saturazione
```

```
h1 = hvsat134(te)
```

```
s1 = svsat134(te)
```

```
' il punto 2 avrà la stessa entropia ma pressione pari a 1Mpa (tabella vapore surriscaldato)
```

```
h2 = findh134_p10(s1)
```

```
' il punto 3 avrà la stessa pressione del punto 2
```

```
h3 = hlsat134(tc)
```

```
h4 = h3
```

```
' pertanto abbiamo tutti gli elementi per procedere al calcolo 'COP=effetto utile/energia spesa
```

```
COP = (h1 - h4) / (h2 - h1)
```

```
Qf = COP * Lm * eta
```

```
Risposta 1 = COP '
```

```
Risposta 2 = Qf 'kW
```

Esercizio 5

Una lastra piana delle dimensioni di 1m per $2+x/5$ m viene laminata a caldo e, al termine del processo, giunge alla temperatura di $400+10y$ °C sulla griglia di raffreddamento. Sapendo che l'aria circostante si trova alla temperatura di 18°C e che alla stessa temperatura si trovano anche le pareti che delimitano il capannone, determinare:

- il coefficiente di scambio termico convettivo relativo alla faccia superiore della lastra: _____ $\text{W/m}^2\text{K}$ [3 punti]

- il coefficiente di scambio termico convettivo relativo alla faccia inferiore della lastra: _____ $\text{W/m}^2\text{K}$ [3 punti]

- il coefficiente di scambio termico per irraggiamento, identico per le due facce, assumendo l'ambiente circostante come una

cavità isoterma, e ipotizzando che la lastra abbia una emissività superficiale pari a $0.2+x/50$: _____ $\text{W/m}^2\text{K}$ [3 punti]

```
w = 1 'm
```

```
L = 2 + x / 5 'm
```

```
Ts = 400 + 10 * y '°C
```

```
tinf = 18 '°C
```

```
' dobbiamo trovare i coefficienti di scambio convettivo per le due facce della lastra
```

```
' dalla Tab. 13.1 l'unica cosa che cambia nei due casi è Nu
```

```
' ricavo perciò le grandezze fisiche caratterizzanti l'aria alla temperatura intermedia
```

```
Tm = (Ts + tinf) / 2
```

```
Pr = prandtl(Tm)
```

```
lam = conducibilità(Tm)
```

```
visc = visc_cinem(Tm)
```

```
beta = 1 / (Tm + 273.15)
```

```
' la dimensione caratteristica è A/p
```

```
Lc = (w * L) / (2 * (w + L))
```

```
' calcolo Ra
```

```
Ra = 9.81 * beta * (Ts - tinf) * (Lc ^ 3) * Pr / (visc ^ 2)
```

```
' per il lato superiore si ha
```

```
Se Ra > 10000000 → Nup = 0.15 * Ra ^ (1 / 3)
```

```
Altrimenti → Nup = 0.54 * Ra ^ (1 / 4)
```

```

' e quindi:
hup = Nup * lam / Lc
' per il lato inferiore invece
Nud = 0.27 * Ra ^ (1 / 4)
hdn = Nud * lam / Lc

eps = 0.2 + x / 50
sigma = 5.67 * 10 ^ -8 'W/m2K4
' per concludere ricordo che la potenza termica scambiata per irraggiamento fra una superficie
grigia e una cavità isoterma è pari a Q12 = eps*sigma*A*(T1^4 -T2^4)
' e quindi posso scrivere
T1 = Ts + 273
T2 = tinf + 273
hr = eps * sigma * (T1 ^ 2 + T2 ^ 2) * (T1 + T2)

Risposta 1 = hup 'W/m2K
Risposta 2 = hdn 'W/m2K
Risposta 3 = hr

```

Esercizio 6 [tolleranza 5%]

In una unità di trattamento aria entra una portata volumetrica di $10+x$ m³/h di aria a $T = 28+y$ °C e UR = $55+2x$ %. Dopo il passaggio nella batteria fredda l'aria si porta alla temperatura di $5+x$ °C in condizioni di saturazione. Determinare la potenza frigorifera che deve essere sottratta nella batteria fredda per portare l'aria nelle condizioni assegnate: _____ W [3 punti]
 Inoltre, sapendo che è possibile ricircolare fino a 8 m³/h di aria prelevati dall'ambiente da condizionare, alla temperatura di 24 °C e UR = 50%, determinare la massima variazione della potenza frigorifera che è possibile conseguire operando il ricircolo: _____ W [3 punti]

```

V = 10 + x 'm3/h
T1 = 28 + y '°C
UR1 = 55 + 2 * x '%'
T2 = 5 + x '°C

rho = 1.2 'kg/m3 aria
' trovo le condizioni iniziali (dal grafico o usando le formule)
x1 = titolo(T1, UR1)
h1 = entalpia_x(T1, x1)

' alla temp T2 le proprietà saranno
x2 = titolo(T2, 100)
h2 = entalpia_x(T2, x2)

' quindi la potenza frigorifera richiesta è
Qf = V * rho * (h1 - h2) / 3.6 'W

' però c'è la miscelazione
VR = 8 'm3/h questa è la portata volumetrica che posso prelevare dall'ambiente interno, pertanto
dall'ambiente esterno la portata volumetrica prelevata sarà:
VE = V - VR 'mc/h N.B. La portata volumetrica totale deve rimanere quella iniziale

T3 = 24 '°C
UR3 = 50 '%'

x3 = titolo(T3, UR3)
h3 = entalpia_x(T3, x3)

'trovo il punto di miscela
'esprimo tutto in funzione delle portate volumetriche tanto è lo stesso,

hM = (VE * h1 + VR * h3) / V 'kJ/kg
xM = (VE * x1 + VR * x3) / V 'g/kg
' non resta che determinare la nuova potenza frigorifera

Qf2 = V * rho * (hM - h2) / 3.6 'W

Risultato 1 = Qf 'W
Risultato 2 = Qf - Qf2 'W

```