

Prof. L. Araneo. Test di Fisica Tecnica e Macchine del 4 settembre 2017. 8 Cr. Aula F01

TESTO

Su ogni foglio consegnato lasciare un'intestazione di alcuni centimetri con scritti COGNOME (in stampatello) poi NOME poi MATRICOLA.

Firmare il foglio presenze anche alla consegna dello svolgimento.

Consegnare: svolgimento (no brutte copie), formulario.

NON consegnare: testo, tabelle

E' consentito l'uso di: -calcolatrice, -tavole e tabelle, un -formulario (1 pagina A4 F/R)

Specificare:

Tutte le **ipotesi, convenzioni, semplificazioni** adottate.

Tracciare sempre i **grafici** o **schemi** utili alla comprensione

I risultati privi di sufficiente calcolo/svolgimento/spiegazione non sono ritenuti validi.

Es	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	Ordine	TOT
Punti indicativi	5	5	5	4	4	5	4	1	33

CON SOLUZIONI NUMERICHE

(i risultati variano a seconda delle assunzioni fatte, dati in verde)

1) Una colata di resina plastica avente dimensioni cm 80x160x3 (calore specifico 1.1 kJ/kg.K, conducibilità termica 0.4 W/m.K, densità 1.8 kg/dm³) si scalda per le

Correlazioni suggerite per Re-Nu su lastre piane:

$$Nu = 0.664 Re^{1/2} Pr^{1/3} \quad (Re < 500'000)$$

$$Nu = (0.037 Re^{4/5} - 871) Pr^{1/3} \quad (0.6 < Pr < 60, Re > 5 \cdot 10^5)$$

$$Nu = 0.037 Re^{4/5} Pr^{1/3} \quad (0.6 < Pr < 60, Re >> 5 \cdot 10^5)$$

reazioni interne di polimerizzazione che sviluppano 10 W/kg. La piastra è raffreddata dall'aria che lambisce la piastra con velocità 15 km/h. Disegnare il profilo delle temperature raggiunte a regime calcolandone i valori significativi.

Esercizio Re-Nu piana, parete con generazione interna

L Re-Nu,m	1.6	T_film °C	30	300	303	350
w_aria km/	15	lambda_ar	0.026522	0.0263	0.026522	0.03
w_aria	4.17	mi_aria	0.000018	1.85E-05	1.85E-05	1.85E-05
Re	421249	Pr	0.701	5		
Nu	371.6	Ro_aria	1.166			
h	6.2					

Lunghezza	0.8	ro kg/m3	1800	q W/m3	18000	
Larghezza	1.6	Cp J/kgK	1100	Q'totale W	691.2	
spess. cm	3	lambda	0.4	Q' W/faccia	346	
m	0.030	h	6.2	Fi W/m2	270	
A m2	1.3	facce	2	delta	Tamb°C/K	20 293
volume m3	0.0384	L_caratt	0.015	43.8	T superf	63.8 336.8
massa	69.12	q W/kg	10	5.1	T max	68.9 341.9

Con diverse ipotesi

Esercizio Re-Nu piana, parete con generazione interna

L Re-Nu,m	0.8	T_film °C	30	300	303	350
h	8.7					
A m2	1.3	facce	1	delta	Tamb°C/K	20 293
volume m3	0.0384	L_caratt	0.030	62.0	T superf	82.0 355.0
massa	69.12	q W/kg	10	20.3	T max	102.2 375.2

2) Una barra di acciaio avente $D=4$ cm esce da un trattamento metallurgico alla temperatura di 500°C , e viene esposta all'aria ambiente avente velocità di 10m/s . Determinare per quanto tempo è pericoloso maneggiarla.

Intervallo Re	$Nu_{cilindro} =$
0.4÷4	$0.989 Re^{0.330} Pr^{1/3}$
4÷40	$0.911 Re^{0.385} Pr^{1/3}$
40÷4'000	$0.683 Re^{0.466} Pr^{1/3}$
4'000÷40'000	$0.193 Re^{0.618} Pr^{1/3}$
40'000÷400'000	$0.027 Re^{0.805} Pr^{1/3}$

Per Reynolds: $L = \text{Diametro}$

Per Biot, tau: $L=V/A = D/4$

Es X $Bi \ll 1$, Re-Nu cilindrico, raffreddamento barra calda

T_iniz	500	T_finale	40	lambda acc	13
T_film	145	Tamb	20	ro acc	7850
ro_aria	0.8	w m/s	10	Cp acc	434
Cp	1007	D=L_Re	0.040	Biot	0.042
lambda	0.036	Re	13061	tau	631
mu	2.45E-05	Nu	60.0	t_finale s	2006
Pr	0.701	h	53.96	t_min	33.4

3) Sono date le $T_{min} = 45^{\circ}\text{C}$ e $T_{max} = 550^{\circ}\text{C}$ e la pressione massima 140 bar di un ciclo Rankine a vapore d'acqua, con pompa ideale e turbina avente rendimento 90%. Disegnare il ciclo nel diagramma T-s allegato. Calcolare i valori delle grandezze nei punti necessari ed i rendimenti del ciclo secondo i due principi della termodinamica.

Esercizio 1 Rankine

			T °C	P kPa	x	h	s
Tmin °C	45	1=LiqSat	45	9.593	0	188.5	0.6387
Pmax bar	140	2	45	14000	nd (<0)	202.5	"
Tmax °C	550	2re				202.5	
etaPpompa	100%	5	550	14000	nd (>1)	3458.95	6.560825
etaTurb	90%	6	45	9.593	0.787	2072.8	6.560825
		6re			0.845	2211.4	
		VapSat	45	9.593	1	2583.2	8.1648

	ideale	reale
Qin	3256.48	3256.48
L_nu	1372.10	1233.49
eta1	42.1%	37.9%
etaC	61.4%	61.4%
eta2	68.7%	61.7%

4) Un compressore azionato da un motore elettrico preleva aria ambiente e la comprime fino alla pressione di 0.6 bar relativi con rendimento 80%. L'aria viene poi scaldata di ulteriori 200°C tramite delle resistenze elettriche, quindi fatta espandere in un ugello isoentropico. Sapendo che il consumo di energia elettrica del compressore è 5 kW, determinare la portata di aria compressa, la potenza necessaria per il riscaldamento, la velocità massima raggiunta. Disegnare il grafico della trasformazione calcolando i valori necessari. Specificare le ipotesi e approssimazioni utilizzate

Si schematizza come sistema aperto. Notare che assomiglia molto ad un ciclo Bryton.

Es X	compressore e w^2		1	2 iso	2 reale	3	4
R, Cp	286.69	1003.414	T °C	20	61.6	72.0	272.0
eta	80%		T K	293	334.6	345.0	545.0
l 12 in	52227	5000	P _{ass} Pa	101325	161325	161325	161325
q 23 in	200683	19212	rho kg/m3	1.206	1.682	1.631	1.032
delta h in	252910		v	0.829016	0.594686	0.613186	0.968605
m'	0.0957		w				0
							369

5) Una pompa di calore è usata per fornire 2 kW di potenza termica ad una stanza a 21°C mentre all'esterno si hanno 8°C. L'evaporatore necessita di una differenza di temperatura di 7°C per scambiare calore, il condensatore di 30°C. L'efficienza è il 60% di quella di una macchina ideale che lavora tra le stesse temperature estreme del ciclo. Calcolare il COP della macchina reale, i suoi scambi energetici, il costo mensile per un uso di 12 ore/giorno con prezzo dell'energia 0.15€/kWh. Disegnare uno o più schemi della macchina per spiegarne il funzionamento.

Es X	pompa calore			K	°C
COP _{id}	6.48	Lin	514.4	T _{uff}	21
eta	60%	Q' _{sup} W	2000	T _{esterno}	8
COP _{re}	3.89	Q' _{inf} W	1485.6	deltaT _{ev}	7
				deltaT _{cor}	30
€/kWh	0.15	kWh/mese	185.2	costo €	27.78
				T _{sup}	324
				T _{inf}	274
				deltaT	50
					51
					1

6) In un impianto di condizionamento l'aria raffreddata a T₁=10°C e saturata di vapore si mescola a pressione atmosferica con una quantità doppia di aria a T₂=27°C e u.r.₂=70%. Calcolare numericamente temperatura, umidità assoluta (g/kg_{as}) e relativa (%) della miscela formata. Specificare se si avrà condensa e perché. Riportare punti e trasformazioni sul diagramma psicrometrico allegato. Riconoscere ed indicare sulle scale del diagramma tutti i valori calcolati numericamente che è possibile indicarli.

Esercizio 1	aria umida mix, no condensa							
	m' kg/s	T °C	UR	Psat	Pvap	x	h	Trug
fredda	1	10	100%	1227.6	1227.6	0.0076	29.3	
calda	2	27	70%	3599.8	2519.9	0.0159	67.6	
mix	3	21.4	81%	2569.468	2092.8	0.0131	54.82	18.16

L'umidità relativa in 3, o il grafico, dicono che non ci sarà condensa

7) In un tubo di rame (diametro esterno 16 mm, spessore 1 mm, rugosità interna 50 micron) scorre una portata di 3 litri al minuto di acqua calda a 60°C, con coefficiente di convezione interno molto elevato. Il tubo è esposto all'aria ambiente con coefficiente di convezione $h=10\text{W/m}^2\text{K}$. Determinare a quale lunghezza del tubo la temperatura dell'acqua si è abbassata di 5°C. Determinare la perdita di pressione lungo tale tratto.

Ipotesi: resistenza termica del tubo di rame trascurabile

Si disegna lo schema e si affronta come uno scambiatore di calore

Es X scambiatori NTU, tubo acqua calda					
Rint mm	7	Tin	60	deltaTml	37.4
Rest mm	8	Tout	55	h	10.0
m' kg/s	0.05	Tamb	20	A m2	2.793
		Q'h20	1046.0	L	55.6
ro kg/m3	1000	D m	0.014	Re	9099
mu @57°C	0.0005	A m2	0.000154	attr	0.03
m' kg/s	0.05	w	0.32	L	55.6
				ro*w2/2	53
				L/D	3972
				deltaP Pa	6291