

Esame completo aula T13

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

Non sono consentiti: libri, esercizi svolti

Lasciare un margine di alcuni cm sull'intestazione di OGNI foglio consegnato, in cui scrivere COGNOME + Nome + Matricola (stampatello, leggibile); in 1° pagina le date preferite per l'orale

Consegnare: ☐ svolgimento (no brutte copie), ☐ formulario.

NON consegnare: ☐ testo, ☐ tabelle

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.

Esame completo 7 esercizi , tempo a disposizione 2h45 ore (sono indicati i punteggi indicativi)

Es	11	12	13	14	15	16	17	Ordine	TOT
Punti	5	5	3	5	4.5	4	4.5	1	32

1) Una lastra di materiale ceramico di dimensioni 30x50x8 cm esce da un forno alla temperatura di 800°C, e viene esposta all'aria ambiente avente velocità di 12 m/s.

Correlazioni suggerite per Re-Nu su lastre piane:

$$\begin{aligned} Nu &= 0.664 Re^{1/2} Pr^{1/3} \quad (Re < 500'000) \\ Nu &= (0.037 Re^{4/5} - 871) Pr^{1/3} \quad (0.6 < Pr < 60, Re > 5 \cdot 10^5) \\ Nu &= 0.037 Re^{4/5} Pr^{1/3} \quad (0.6 < Pr < 60, Re > 5 \cdot 10^5) \end{aligned}$$

Determinare per quanto tempo è pericoloso maneggiarla.

Traccia

Si calcola lo scambio convettivo sulla/e faccia/e 30x50, per cui $L_{RE}=0.3$ o 0.5 , in tal modo la lastra risulta spessa 8cm, e $L_{BI}=0.04$ o 0.08 . Risulterà una lastra spessa, di cui si vuole imporre la T alla superficie ($x/L=1$), ci si arriva in varie ore.

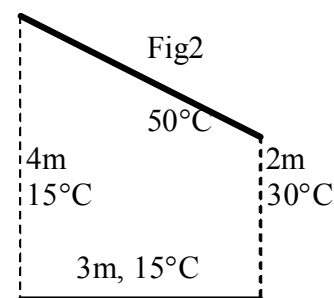
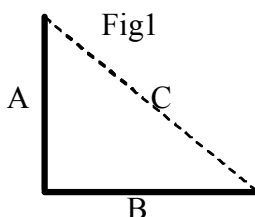
2) Un tubo di alluminio avente $D_{est}=8$ cm $D_{int}=6$ cm esce da un trattamento metallurgico alla temperatura di 400°C, e viene esposta all'aria ambiente avente velocità di 12m/s. Determinare per quanto tempo è pericoloso maneggiarlo.

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	$0.027 Re^{0.805} Pr^{1/3}$

Traccia

Si calcola lo scambio convettivo con $L_{RE}=D_{est}$, quindi si verifica $Bi \ll 1$ con L_{BI} = spessore (1cm), oppure $V_{metallo}/area$ esterna cilindro (8.8mm). Il tempo da attendere è sull'ordine dei 20-25 minuti

3) E' data la formula per calcolare il coefficiente di vista tra due superfici di lunghezza indefinita poste a 90° come in Fig1: $F_{AB} = [(A+B)-C]/(2A)$. Calcolare l'energia scambiata per irraggiamento per metro di lunghezza tra la tettoia e il pavimento di lunghezza indefinita, poste come in Fig 2.



Traccia

Usando la formula si calcolano i fattori pavimento-lato destro e pavimento-lato sinistro, per complemento a 1 si ottiene pavimento-tettoia.

4) Un motore opera secondo il ciclo Otto utilizzando come fluido di lavoro aria inizialmente a $T=60^{\circ}\text{C}$, $P= -0.4$ bar relativi. Dati il rapporto di compressione volumetrico 10, la quantità di calore ricevuta dal fluido pari a 1200 kJ/kg, calcolare i rendimenti del ciclo di 1° e 2° principio. Disegnare il grafico delle trasformazioni calcolando i valori necessari. Nell'ipotesi che il ciclo scambi energia alle temperature estreme del ciclo con due sorgenti isoterme, calcolare la produzione di entropia.

Traccia

Si calcola un ciclo Otto ideale. A fine ciclo la sua entropia sarà invariata proprio perché è un ciclo, la sola entropia prodotta è quella dovuta allo scambio con le sorgenti: $-Q_{in}/T_{max}$ e $+Q_{out}/T_{min}$, dove $Q_{out} = Q_{in} - L_{nu} = Q_{in} \cdot (1 - \eta)$

5) Sono date le $T_{min} = 45^{\circ}\text{C}$ e $T_{max} = 500^{\circ}\text{C}$ e la pressione massima 160 bar di un ciclo Rankine a vapore d'acqua, con pompa e turbina isoentropiche. 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.

6) Un condizionatore asporta la potenza termica di 4 kW per mantenere una stanza a $T_{st} 22^{\circ}\text{C}$, quando fuori ci sono $T_{Est} 32^{\circ}\text{C}$. L'evaporatore necessita di una differenza di temperatura di 16°C per scambiare calore, il condensatore di 28°C . L'efficienza è il 55% di quella di una macchina ideale che lavora tra le stesse temperature estreme del ciclo. Determinare i flussi energetici. Disegnare gli schemi necessari per spiegarne il funzionamento. Calcolare il costo giornaliero per 10 ore di uso e prezzo del kWh 0.12 €.

7) Un compressore azionato da un motore elettrico preleva un flusso di aria ambiente e la comprime fino alla pressione di 1.5 bar relativi con rendimento 85%. Il flusso d'aria viene poi scaldato di ulteriori 300°C tramite delle resistenze elettriche, quindi fatto espandere in un ugello isoentropico. Sapendo che il consumo di energia elettrica è di 6 kW, determinare la portata di aria compressa, la velocità massima all'ugello. Disegnare il grafico della trasformazione calcolando i valori necessari. Specificare le ipotesi e approssimazioni utilizzate

Traccia

È la prima parte metà di un ciclo Bryton reale, dove poi $l_{IN} = c_p \Delta T_{12re}$, $q_{IN} = c_p \Delta T_{2re3}$, e $m'(l_{IN} + q_{IN}) = 6\text{kW}$ da cui m' . Infine $\Delta h_{34} = c_p \Delta T_{34} = w_4^2/2$.

Es 1 5pt Re-Nu piana, Bi>0.1, piastrelle si raffreddano						
spessore, cm	8	T_film °C	221.25	ok 220		
w_aria	12	lambda_aria	0.040309		L Re-Nu,m	0.5 ok 0.3, 0.5
T_iniz	800	mi_aria	0.000025		Re	171141
T_finale_sup	45	Ro_aria	0.715		Nu	236.6
T_amb	20	Pr	0.705		h	19.1

lambda ceramic	1.4	Lc per Bi	0.04	teta_centr	0.0376	
ro ceramica	2500	Bi	0.340	Fo	11.0	ok>0.2
Cp	750	lambda1	0.55036	tempo s	23556	
alfa	7.47E-07	A1	1.0502	tempo min	393	
facce	2	teta_sup	0.0321	tempo h	6.54	

Es 2 5pt Bi<<1, Re-Nu cilindrico, raffreddamento tubo caldo						
w m/s	12	Tfilm	121.25	ok 120	lambda Al	200
Dest m	0.08	lambda	0.033363		ro Al	2800
Dint m	0.06	mu	2.08E-05		Cp Al	875
T_iniz	400	ro_aria	0.90			
Tfinale	45	Pr	0.701		L_Biot	0.00875 ok 0.01
Tamb	20	L_Re	0.080		Biot	0.00223
V=	0.002198	Re	41336		tau	421 s
A=	0.2512	Nu	122.2		t_finale s	1145 s
		h	50.96		t min	19.1 min

Es 3 3pt irraggiamento						
	da p3 a 4	da p3 a 2	da p3 a tetto diag	L metri	3.00	3.61
A	3	3		T °C	15	50
B	4	2		T K/100	2.88	3.23
C	5.00	3.61		eps	0.8	0.8
F vista	0.333	0.232	0.434	F_pt	0.434	(F_tp) 0.361325
				Q' W/m	246.75	

Es 4 4.5pt Ciclo Otto						
		P bar	T°C	T K	eta1	0.60
P1 rel	-0.4	1	0.6	60	333	etaC 0.87
rapp_comp	10	2	15.1	563	836	eta2 0.69
Qin kJ/kg	1200	3	45.2	2238	2511	Qout kJ/kg 477.7
R	286.7	4	1.80	727	1000	delta_s_su -0.478
Cv	716.7241					delta_s_inf 1.435
Cp	1003.4	gamma	1.4			delta_sTO 0.957 kJ/kgK

Es 5 4.5pt Rankine						
		T °C	P kPa	x	h	s
Tmin °C	45	1=LiqSat	45	9.593	0	188.5 0.6387
Pmax bar	160	2	45	16000	nd (<0)	204.5 "
Tmax °C	500	2re				204.5
etaPpompa	1	5	500	16000	nd (>1)	3293.85 6.29835
etaTurb	1	6	45	9.593	0.752	1989.3 6.29835
		6re			0.752	1989.3
		VapSat	45	9.593	1	2583.2 8.1648

	ideale	reale
Qin	3089.38	3089.38
L_nu	1288.52	1288.52
eta1	41.7%	41.7%
etaC	58.9%	58.9%
eta2	70.9%	70.9%

Es 6		4 pt	condizionatore				
			°C	K		ore	10
Q'inf W	4000		Tsup	60	333	pr €/kWh	0.12
			deltaTcond	28		kWh	14.1
COPid	5.17		T esterno	32		costo €	1.69
COPre	2.84		deltaT fluido		54		
Lin W	1408		T locali	22			
Q'sup W	5408		deltaTevap	16			
			Tinf	6	279		

Es 7		4.5pt	compressore e w^2					
			1		2 isoS	2 reale	3	4
R, Cp	286.69	1003.414	T °C	25	113.3	128.9	428.9	
eta	85%		T K	298	386.3	401.9	601.9	464.3
l 12 in	104249		P_ass Pa	101325	251325	251325	251325	101325
q 23 in	200683		ro kg/m3	1.186	2.269	2.181	1.456	0.761
delta h in	304932	6000	v	0.843163	0.440669	0.458446	0.686588	1.313699
m' kg/s	0.0197		w	0	0	0	0	525