

SOLUZIONI

Scrivere su ogni foglio consegnato 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	n8	TOT
Punti indicativi	4	5	3	5	5	4	4	3	33

1) Una lastra di materiale cementizio avente dimensioni 100x100x10 cm a temperatura ambiente è introdotta in un forno a 600°C, dove il coefficiente di convezione è 20 W/m²K. Determinare dopo quanto tempo la temperatura al centro ha raggiunto i 300°C, e qual è in quel momento la temperatura alla superficie.

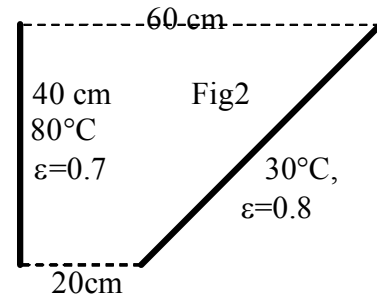
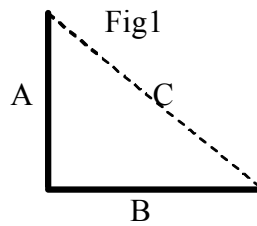
Esercizio: Re-Nu piana, Bi>0.1, piastrelle si raffreddano									
spessore, cm	12		centro		superficie				
facce	2	2	T _{inf}	600					
Lc per Bi	0.05		T _(x,t)	300	382				
h	20.0		T _{iniz}	25					
			Bi	0.714		0.7	0.714	0.8	Bi
lambda cer	1.4		lambda1	0.756371		0.7506	0.756371	0.791	Lambda1
ro ceramic	2300		A1	1.093286		1.0919	1.093286	1.1016	A1
Cp	880		teta_C	0.52	0.379				
alfa	6.92E-07		Fo	1.29	Fo<0.2 ok	18			indice
			tempo s	4674					
			tempo min	78					
			tempo h	1.30					

2) Un lastra in alluminio avente spessore = 3 cm, larghezza = 40 cm, lunghezza= 80 cm, inizialmente a T=300°C è raffreddata da un flusso d'aria a 7 m/s. Determinare dopo quanto tempo può essere maneggiata senza scottarsi.

Correlazioni suggerite per superfici piane:	
Re < 500'000	Nu = 0.664 Re ^{1/2} Pr ^{1/3}
Re > 500'000	Nu = (0.037 Re ^{4/5} - 871) Pr ^{1/3}
Re >> 500'000	Nu = 0.037 Re ^{4/5} Pr ^{1/3}

Es X Bi<<1, Re-Nu piana, striscia									
Tfilm [°C,K]	95	368	w m/s	7	lambda_Al	200	Biot	0.000865	
ro_aria		0.96041	L_Re m	0.800	ro-Al	3000	Tau	3511	
Cp		1.014	Spessore	0.03	Cp_Al	900	T_infinity	20	
lambda		0.031368	Re	248898			T_iniz	300	
mu		2.16E-05	Nu	294.2	facce	2	T_ok	40	
Pr		0.7	h	11.53	L_biot	0.0150	t_ok [s,min]	9266	154.4

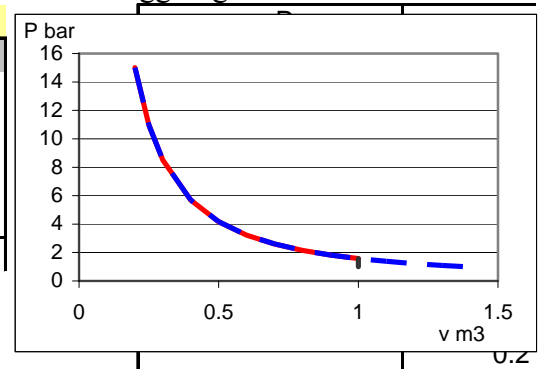
3) E' data la formula per calcolare il coefficiente di vista tra due superfici di lunghezza indefinita poste a 90° come in Fig1: $F_{AB} = [(A+B)-C]/(2A)$. Calcolare l'energia scambiata per irraggiamento per metro di lunghezza tra due superfici di lunghezza indefinita, poste come in Fig 2.



Es X	Fattori vista					
	da 40 a 20	da 40 a 60	da 20 a diag	L metri	0.40	0.57
A	40	40		T °C	80	30
B	20	60		T K/100	3.53	3.03
C	44.72	72.11		eps	0.7	0.8
F vista	0.191	0.349	0.460	F_12	0.460	
				Q' W/m	57.97	

4) Aria a condizioni ambiente viene scaldata a volume costante fino a 200°C, quindi compressa isoentropicamente fino a ridurne il volume ad un quinto dell'iniziale, quindi rilasciata verso l'ambiente tramite un ugello in cui avviene una trasformazione reversibile. Indicare le ipotesi e approssimazioni effettuate. Tracciare le trasformazioni su opportuni grafici. Identificare e quantificare gli scambi energetici avvenuti, calcolare la velocità massima raggiungibile dall'aria.

Es X	Q, L, w				
Mm	29		1	2	3
R	287	volume	1	1	0.20
Cp	1003	P bar	1	1.577	15.01
Cv	717	T °C	27	200	627
gamma	1.4	T K	300	473	900
m [kg]	1.1627	w [m/s]	0	0	0
v	0.860	delta_u J/kg	123993	306348	
V	1	delta_h J/kg			-486782
		Lin [J]		0	356190
		Q_in [J]	106643	0	0



1→2→3 sistema chiuso, 3→4 sistema aperto. Il primo tratto di 34 ricalca 23 al contrario e prosegue fino al punto 4 di cui è nota la P=ambiente. Imporre anche la T=ambiente è come dire che i gas di scarico di un motore d'aereo devono essere a T ambiente....

5) Sono date le $T_{\min} = 40^{\circ}\text{C}$ e $T_{\max} = 550^{\circ}\text{C}$ e la pressione massima 180 bar di un ciclo Rankine a vapore d'acqua, con pompa e turbina ideale, Disegnare il ciclo nel diagramma T-s allegato. Calcolare i rendimenti del ciclo secondo i due principi della termodinamica.

Esercizio x Rankine

			T °C	P kPa	x	h	s
Tmin °C	40	1=LiqSat	40	7.384	0	167.6	0.5725
Pmax bar	180	2	40	18000	nd (<0)	185.6	"
Tmax °C	550	2re				185.6	
etaPpompa	1	5	550	18000	nd (>1)	3427.8	6.4034
etaTurb	1	6	40	7.384	0.759	1993.8	6.4034
		6re			0.759	1993.8	
		VapSat	40	7.384	1	2574.3	8.257

	ideale	reale
Qin	3242.20	3242.20
L_nu	1416.01	1416.01
eta1	43.7%	43.7%
etaC	62.0%	62.0%
eta2	70.5%	70.5%

6) Un motore opera secondo il ciclo Otto utilizzando come fluido di lavoro aria inizialmente a $T=60^{\circ}\text{C}$, $P= -0.3$ bar relativi. Dati il rapporto di compressione volumetrico 10, la quantità di calore ricevuta dal fluido pari a 1300 kJ/kg, calcolare i rendimento del ciclo di 1° e 2° principio. Disegnare il grafico delle trasformazioni nei piani P-v e T-s calcolando i valori necessari. Descrivere e disegnare il ciclo reale spiegando l'origine delle differenze.

Es x Ciclo Otto

				P bar	T °C	T K		
P1 rel	-0.3 R	286.7	1	0.7	60	333	eta1	0.60
rapp_comp	10 Cv	716.7241	2	17.6	563	836	etaC	0.87
Q kJ/kg	1300 Cp	1003.4	3	55.7	2377	2650	eta2	0.69
	gamma	1.4	4	2.22	782	1055		

7) Un condizionatore asporta la potenza termica di 4 kW per mantenere una stanza a 24°C, quando fuori ci sono 33°C. L'evaporatore necessita di una differenza di temperatura di 18°C per scambiare calore, il condensatore di 24°C. L'efficienza è il 50% 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 8 ore di uso e prezzo del kWh di 0.12 €

Esercizio x		condizionatore					
		°C	K	ore		8	
Q'inf W	4000	Tsup	57	330	prezzo €/h	0.15	
eta	50%	deltaTconc	24		kWh	11.70	
COPid	5.47	T esterno	33		costo	1.754839	
COPre	2.74	deltaT fluido		51			
Lin W	1462	T locali	24				
Q'sup W	5462	deltaTevap	18				
		Tinf	6	279			

8) In un impianto di condizionamento l'aria raffreddata a $T_1=7^\circ\text{C}$ e satura di vapore si mescola a pressione atmosferica con una quantità doppia di aria a $T_2=25^\circ\text{C}$ e u.r.₂=70%. Trovare graficamente e riportare i valori caratteristici della miscela formatasi, con le corrette unità di misura, spiegando il procedimento grafico seguito per ciascun valore.

Esercizio x		aria umida mix, no condensa							
		m' kg/s	T °C	UR	Psat	Pvap	x	h	Trug
fredda	1	7	100%	1014	1014	0.0063	22.8		
calda	2	25	70%	3169	2218	0.0139	60.6		
mix	3	19.1	82%	2219	1820	0.0114	48.0	15.89	