

PROVA COMPLETA (per chi NON ha superato la prima parte). Tempo 3 ore

Es	1 Rank	2 cil	3 flux	4 ciclo	5 umid	6 scar	7 cos	8 irr	9 teor	Tot
Punti	4	4	4	3	4	4	4	3	3	33

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

Disponibili: tabelle vapore, aria e varie sostanze

Potete trattenere il testo dell'esame.

Consegnare: ☐ grafico Rankine + aria umida, ☐ svolgimento, ☐ formulario.

Segnare il Cognome+Nome su OGNI foglio consegnato.

Specificare le ipotesi, convenzioni, semplificazioni adottate.

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

1) Sono date le temperature minima ($40\text{ }^{\circ}\text{C}$) e massima ($550\text{ }^{\circ}\text{C}$) e la pressione massima (150 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 termodinamiche (P, T, h, s, titolo) nei punti necessari ed il rendimento del ciclo.


2) Un recipiente contenente $V_1 = 10$ litri di azoto (gas perfetto) inizialmente a $P_1 = 10\text{ bar}$, $T_1 = 27^{\circ}\text{C}$, viene scaldato a volume costante fino a raggiungere $P_2 = 13\text{ bar}$, V_1 , e poi a pressione costante fino a raggiungere $T_3 = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determinare la quantità di calore necessaria per l'operazione, ed il lavoro svolto dal gas.

3) Un flusso di aria compressa viene accelerato in un condotto adiabatico; all'ingresso sono dati: sezione di passaggio diametro $D_1 = 2\text{ mm}$, velocità $w_1 = 100\text{ m/s}$, $T_1 = 24^{\circ}\text{C}$, $P_1 = 4\text{ bar}$ assoluti, all'uscita $w_2 = 310\text{ m/s}$, $P_2 = 2.5\text{ bar}$. Determinare la temperatura all'uscita, la sezione di uscita necessaria. Commentare se la trasformazione è possibile o no, reversibile o no.

4) In un motore a ciclo Otto ideale l'aria è aspirata a $T = 80^{\circ}\text{C}$, $P = -0.3\text{ bar}$ relativi. Il rapporto di compressione volumetrico è 10, nel riscaldamento vengono forniti al fluido 1500 kJ/kg . Calcolare le condizioni (P,T) nei punti del ciclo e il suo rendimento termodinamico. Disegnare il ciclo nel piano P-v.

5) In un impianto di condizionamento aria fredda ($T_F = 12.5^{\circ}\text{C}$ e $UR_F = 80\%$, 2 kg/s) si mescola con aria ambiente ($T_A = 30^{\circ}$ e $UR_A = 60\%$, 3 kg/s). Riportare i punti (Fredda, Ambiente, Miscela) nel diagramma psicrometrico allegato. Calcolare le condizioni (T_M , UR_M) della miscela formata. Specificare se si forma condensa e come lo capite.

6) I quattro tubi di scarico di una motocicletta hanno il primo tratto (diametro 40 mm, lunghezza 30 cm, temperatura 300°C) disposto verticalmente ed esposto all'aria. Determinare la potenza termica dispersa dai questi condotti quando la motocicletta viaggia a 160 km/h. Specificare le ipotesi e semplificazioni adottate. Correlazioni suggerite per la convezione attorno a tubi cilindrici:

Campo Re	Nu=	
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	$0.0266 Re^{0.805} Pr^{1/3}$	

7) Una costata fiorentina spessa 5 cm viene tolta dal congelatore a -18°C ed esposta all'aria ambiente a 25°C con un coefficiente di convezione pari a 10 W/m²K su entrambi i lati. Determinare dopo quanto tempo la superficie si trova a 0°C, e calcolare la temperatura al centro in quell'istante. Per la carne, in mancanza di dati precisi, usare gli stessi parametri fisici dell'acqua e il buon senso.

8) Una sfera avente diametro 50 cm, temperatura T=300°C, emissività ε=0.8, si trova all'interno di un'altra sfera avente diametro doppio, T=50°C, il cui interno è per metà in acciaio lucido (ε=0.1) e per metà verniciato di nero (ε=0.9). Determinare il calore scambiato per irraggiamento. Specificare le ipotesi o approssimazioni adottate.

9) Teoria. Specificando le ipotesi e semplificazioni utilizzate, e i limiti di utilizzo della formula ottenuta:

- Numero di matricola termina per 0-4: dimostrare come si ricava il raggio critico per un isolante cilindrico, e spiegarne il significato
- Numero di matricola termina per 5-9: dimostrare come si ricava la variazione di temperatura nel tempo T=T(t) per un corpo a temperatura omogenea con condizioni convettive alla superficie.

ALCUNE TRACCE

3) Il flusso è adiabatico, ma non è detto isoentropico. $q-l=0-0=\Delta h+\Delta e_{cin}$. Si trova quindi la variazione di temperatura ($T_{out}<T_{in}$, visto che l'energia cinetica aumenta, ciò avviene a spese dell'entalpia h che diminuisce). Con i dati presenti risulta $\Delta s<0$, perciò impossibile.

6) Si usano i dati dell'aria a T_{film} . In Re e Nu L_C =diametro D. In $Q' = h A \Delta T$, $A=\pi D L$.

7) se la costata è riscaldata su un solo lato, L=spessore, altrimenti L=semispessore. Quando la superficie è a 0°C, il centro deve risultare ancora sotto zero.

8) Si considerino sfere_interna=1, semisfera_lucida=2, semisfera_nera=3. Per simmetria, $F_{12}=F_{13}=0.5$

Esercizio 1 Rankine

Tmin °C	40	1=liq.sat 2 3 4 5 6 v.sat	P kPa	X	h	s
Pmax bar	150		7.384	0	167.57	0.5725
Tmax °C	550		15000	nd	182.59	"
				0		
				1		
Qin	3266.01		15000	nd	3448.6	6.5199
L_nu	1403.32		7.384	0.774	2030.3	6.5199
eta1	43.0%		7.384	1	2574.3	8.257

Esercizio 2 pistone

Mm	28	V litri P bar T °C T K	1	2	3	Q12=dU12	7500
R	296.93		10	10	14.69	Q23=dH23	21350
Cp	1039.25		10	13	13	Q23=Qtot	28850
Cv	742.32		27		300	L23=Ltot	6100
m [kg]	0.112		300	390	573	deltaU13	22750

Esercizio 3 flusso d'aria

	IN	OUT	Mm	29
D m	0.002	0.0013	R	286.7
A m2	0.0000031	0.0000014	Cp	1003.4
P bar ass	4	2.5	m'	0.00148
T °C	24		delta_s	-21.81 >0 irreversibile <0 impossibile
T K	297	254.1		
w m/s	100	310		
ro kg/m3	4.70	3.43		

Esercizio 4 ciclo Otto

ro	10	T°C T K P bar	1	2	3	4
eta	60%		80	614	2707	913
R	286.7		353	887	2980	1186
Cv	716.7		0.7	17.58	59.08	2.35
gamma	1.4					
q_in	1500					

Esercizio 5 Aria umida

	fredda	calda	mix
m' kg/s	2	3	5
T °C	12.5	30	23.1
UR	80%	60%	70%
Psat	1466.35	4246	2847.811
Pvap	1173.08	2547.6	2002.3
x	0.0073	0.0160	0.0125
h	31.0	71.2	55.0719
Trug			17.52

Esercizio 6 Moto

T_film	160	433	Re	63366	Area*4	0.15072
ro aria	0.8162		Nu	169.39	deltaT	270
mi aria	0.0000229		lambda aria	0.035	Q'	6032
w aria m/s	44.44		h	148.2		
L_car_Re_N	0.04					

Esercizio 7 Bistecca

Lc=semisp	0.025	h	10	Tiniz	-18 t(s)	4830.828
lambda	0.58	Biot	0.431034	Tfin	25 t(ore)	1.341897
ro	1030	lambda1	0.615359	T_sup_Fo	0 teta_centrc	0.712
Cp	4000	A1	1.075034	teta_sup_F	0.581395 T_centro	-5.616001
alfa	1.4078E-07			Fo (= tau)	1.088109	

Esercizio 8 Sfere

	1 int	2 lucida	3 vernic		
D	0.5	1	1	F12=F13	0.5
A	0.785	1.57	1.57	Q' 12	639.1
eps	0.8	0.1	0.9	Q' 13	1871.0
T K	573	323	323	Q'tot	2510.0
