

Prof. L. Araneo. Prova di Fisica Tecnica del 28 settembre 2009. Lecco, IPI 7 e 7.5 Cr.

**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 ( $150\text{ bar}$ ) 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  $1500\text{ kJ/kg}$ . Calcolare le condizioni (P,T) nei punti del ciclo e il suo rendimento termodinamico. Diegnare il ciclo nel piano P-v.
- 5) In un impianto di condizionamento aria fredda ( $T_F=12,5^{\circ}\text{C}$  e  $UR_F=80\%$ ,  $2\text{ kg/s}$ ) si mescola con aria ambiente ( $T_A=30^{\circ}$  e  $UR_A=60\%$ ,  $3\text{ kg/s}$ ). 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 <sup>0.330</sup> Pr <sup>1/3</sup>	
4÷40	0.911 Re <sup>0.385</sup> Pr <sup>1/3</sup>	
40÷4'000	0.683 Re <sup>0.466</sup> Pr <sup>1/3</sup>	
4'000÷40'000	0.193 Re <sup>0.618</sup> Pr <sup>1/3</sup>	
40'000÷400'000	0.0266 Re <sup>0.805</sup> Pr <sup>1/3</sup>	

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/m<sup>2</sup>K 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 sfera\_interna=1, semisfera\_lucida=2, semisfera\_nera=3. Per simmetria,  $F_{12}=F_{13}=0.5$

**Esercizio 1 Rankine**

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

**Esercizio 2 pistone**

Mm	28		1	2	3	Q12=dU12	7500
R	296.93	V litri	10	10	14.69	Q23=dH23	21350
Cp	1039.25	P bar	10	13	13	<b>Q23=Qtot</b>	<b>28850</b>
Cv	742.32	T °C	27		300	<b>L23=Ltot</b>	<b>6100</b>
m [kg]	0.112	T K	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	<b>2.5</b>	<b>m'</b>	<b>0.00148</b>
T °C	24		delta_s	-21.81 >0 irreversibile <0 impossibile
T K	297	<b>254.1</b>		
w m/s	100	<b>310</b>		
ro kg/m3	4.70	3.43		

**Esercizio 4 ciclo Otto**

ro	10		1	2	3	4
eta	60%	T°C	80	614	2707	913
R	286.7	T K	353	887	2980	1186
Cv	716.7	P bar	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	<b>23.1</b>
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			<b>17.52</b>

**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	<b>148.2</b>		
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)
ro	1030	lambda1	0.615359	T_sup_Fo	0 teta_centrc
Cp	4000	A1	1.075034	teta_sup_F	0.581395
alfa	1.4078E-07			Fo (= tau)	1.088109
				T_centro	-5.616001

**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