

Prof. L. Araneo. Test di Fisica Tecnica e Macchine del 5 Maggio 2017. 8 Cr  
 Segnare COGNOME (in stampatello) poi NOME poi MATRICOLA, su ogni foglio consegnato.  
**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.

☐ Esame completo, tempo disponibile 3h00, esercizi n1-n8,

Es	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8.	TOT
Punti	4	6	3	5	6	3	4	3	34

1) Un pezzo stampato in vetroresina avente spessore 2 cm (calore specifico 1.5 kJ/kg.K, conducibilità termica 0.2 W/m.K, densità 1,7 kg/dm<sup>3</sup>) durante l'indurimento si scalda per le reazioni interne di polimerizzazione che sviluppano 12 W/kg di potenza. Il pezzo è racchiuso da uno stampo realizzato nello stesso materiale con pareti spesse 1 cm., ed esternamente raffreddata dall'aria con coefficiente di convezione h=10 W/m<sup>2</sup>K. Tracciare un grafico delle temperature riportando i valori significativi.

*Soluzione nell'ipotesi di stampata inclusa tra due pareti. Il calore generato viene smaltito simmetricamente, incontrando su ciascun lato una resistenza termica convettiva più una conduttiva.*

Es X									
Lunghezza m	1	ro kg/m3	1700	q W/m3	20400				
Larghezza m	1	Cp J/kgK	1500	Q'totale W	408				
spessore cm	2	lambda	0.2	Q' W/faccia	204				
sp m	0.020	h	10	Fi W/m2	204				
A m2	1.0	facce	2	deltaT °C		Tamb °C/K	25	298	
volume m3	0.02	L_caratt	0.010	conv	20.4	T sup. ext	45.4	318.4	
massa kg	34	q W/kg	12	stampo	10.2	T interm.	55.6	328.6	
stampo sp m	0.01	lambda	0.2	parabolico	5.1	T centro	60.7	333.7	

*Ipotesi con stampo solo inferiore tipo teglia, adiabatico sotto. In tal caso lo stampo risulta isoterma alla Tmax).*

Es X									
Lunghezza m	1	ro kg/m3	1700	q W/m3	20400				
Larghezza m	1	Cp J/kgK	1500	Q'totale W	408				
spessore cm	2	lambda	0.2	Q' W/faccia	408				
sp m	0.020	h	10	Fi W/m2	408				
A m2	1.0	facce	1	deltaT °C		Tamb °C/K	25	298	
volume m3	0.02	L_caratt	0.020	conv	40.8	T sup sup	65.8	338.8	
massa kg	34	q W/kg	12	parabolico	20.4	T max	86.2	359.2	
stampo sp m	0.01	lambda	0.2	stampo	0	T sup. inf	86.2	359.2	

*Altre ipotesi sono possibili, p.e. stampo solo inferiore tipo teglia, conduttivo e con convezione sotto. Resta la convezione sopra alla stampata.*

2) La paletta del pizzaiolo, con il manico in alluminio, (tubo D<sub>est</sub> 3 cm, spessore 3 mm) è stata dimenticata con un'estremità nel forno a 250°. Sul manico all'esterno l'aria si muove a circa un metro al secondo. A quale distanza si potrà afferrarla senza scottarsi? Correlazioni suggerite per Re-Nu attorno a corpi cilindri nella tabella a lato.

Intervallo Re	Nu <sub>cilindro</sub> =
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	$0.027 Re^{0.805} Pr^{1/3}$

#### Esercizio X Re-Nu cilindrico, aletta

T <sub>base</sub> °C	250	D <sub>cm</sub>	3	T <sub>imp</sub>	45
T <sub>amb</sub>	30	w m/s	1	lambda <sub>Al</sub>	200
T <sub>film</sub> °C, K	85			perim	0.0942
lambda <sub>ARIA</sub>	0.0306	D= L_Re	0.030	Area	0.000254
mu <sub>ARIA</sub>	2.08E-05	Re	1423	A/P	0.0027
ro <sub>aria</sub>	0.987	Nu	17.9	m	5.8
ni	2.11E-05	h	18.2	1/m	0.172
Pr	0.701			L <sub>ok</sub> metri	0.46

3) Una scatola rettangolare, senza coperchio, avente base 20x40 cm alta 15cm, temperatura iniziale 40°C, viene introdotta in un forno cubico avente lato 60 cm e temperatura 200°C. Considerando tutte le superfici grigie con coefficiente di emissività 0.8, determinare lo scambio per irraggiamento tra la scatola e il forno.

#### Es X irraggiamento

Base X,Y	0.2	0.4	altezza Z	0.15				
Area est.	0.26	"coperchi	0.08	A forno m	6	Fscatola-C	0.307692	
	A1	A2	eps	T1	T2	F12	Q'	
Q' int-forn	0.26	6	0.8	293	473	0.307692	-179.23	
Q' est-forn	0.26	6	0.8	293	473	1	-499.08	-678.31

4) Sono date le T<sub>min</sub> = 45°C e T<sub>max</sub> = 500°C e la pressione massima 150 bar di un ciclo Rankine a vapore d'acqua, con turbina ideali Disegnare il ciclo nel diagramma T-s allegato. Calcolare i rendimenti del ciclo secondo i due principi della termodinamica.

#### Esercizio 1 Rankine

T <sub>min</sub> °C	45	1=LiqSat	T °C	P kPa	x	h	s
P <sub>max</sub> bar	150	2	45	9.593	0	188.5	0.6387
T <sub>max</sub> °C	500	2re	45	15000	nd (<0)	203.5	"
eta <sub>Ppompa</sub>	1	5	500	15000	nd (>1)	203.5	
eta <sub>Turb</sub>	1	6	45	9.593	0.758	2003.5	6.343
		6re			0.758	2003.5	
		VapSat	45	9.593	1	2583.2	8.1648

ideale

Q <sub>in</sub>	3104.03
L <sub>nu</sub>	1288.96
eta1	41.5%
etaC	58.9%
eta2	70.5%

5) Una turbina a gas lavora secondo il ciclo Joule-Brayton approssimabile come chiuso, in cui evolve aria inizialmente a condizioni atmosferiche. Noti il rapporto di compressione 14, i rendimenti di compressore e turbina entrambi pari a 85%, la temperatura massima raggiunta durante il ciclo 1300°C, determinare i punti del ciclo, il rendimento del ciclo di 1° e 2° principio spiegandone il significato. Disegnare il grafico rappresentante il ciclo nel piano T-s.

Es X ciclo bryton		K		°C		
T1 °C	25	T1 [K]	298	25	I'	314.7
P1=4 ass	1	T2id [K]	633	360	q'	883.9
P2=3 ass	14	deltaT12id	335.4		eta1	35.6%
etaC	85%	deltaT12re	395		etaC	81.1%
etaT	85%	T2re	693	420	eta2	43.9%
Tmax °C	1300	T3	1573	1300		
		T4id	740	467	w4id m/s	1293
R kj/kgK	286.7	deltaT34id	832.9		rho 4	0.471
Cp	1003.4	deltaT34re	708		A4 m2	0.0000785
		T4re	865	592	m' kg/s	0.0478

Se dell'aria alla stesse condizioni di temperatura massima raggiunta viene espansa verso l'ambiente tramite un ugello isentropico con diametro finale di 1 cm, quanta portata fluisce attraverso tale ugello?

6) Un congelatore, posto in una stanza a 25°C, mantiene il contenuto a -16°C. L'evaporatore necessita di una differenza di temperatura di 12°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. Sapendo che a regime il motore del congelatore consuma in media 250 W, determinare i flussi termici. Utilizzare gli schemi necessari a spiegare il funzionamento

Es X frigorifero		K		°C		
T_stanza	25 Lin	200	Tinf	245	-28	
T_frigor	-16 COPid	3.02	Tsup	326	53	
deltaT_ev	12 COPre	1.66	deltaT	81		
deltaT_cor	28 Q'sup W	533				
eff	55% Q'inf W	333				

7) All'interno di un'automobile la portata d'aria di 50 litri/s entra nell'unità raffreddante del condizionatore alla temperatura di 30°C con umidità relativa 65% e ne esce a 15°C e satura di umidità. Riportare la trasformazione seguita dall'aria sul diagramma psicrometrico allegato. Calcolare la potenza termica asportata e il liquido che eventualmente condensa

Es X aria umida condensa							
punto	T °C	UR	Psat	Pvap	x	h	
1	30	70%	4231.9	2962.32	0.0187	78.03	
2	15	100%	1703.1	1703.07	0.0106	41.96	
Q'	2.1	m'aria	0.0583	delta	0.0081	36.1	
		m'cond	0.000472	si trascura h condensa			

8) Si vuole riempire di acqua un serbatoio da 1 m<sup>3</sup> in un quarto d'ora. Il serbatoio si trova ad un'atezza di 2 metri, e si usa un tubo con diametro di 2 cm e lunghezza 10 metri. Determinare la prevalenza necessaria. Indicare dalla seguente pagina di catalogo il modello più adatto, se esiste

### Esercizio 1 Moody

V' l/min	66.66667	ro w2/2	6261
V' l/s	1.1	L metri	10
rho kg/m3	1000	z metri	1
m' kg/s	1.1	mi	0.001
D m	0.02	ni	0.000001
A m2	0.000314	Re	70771
w m/s	3.54	f attrito	0.035

	deltaP Pa	deltaP Bar metri	J/kg	1
attrito	109563	1.10	11.18	110
altezza Z	9800	0.10	1	10
totale	119363	1.19	12.18	119

POMPA	ELETTROPOMPA			Q = PORTATA							
TIPO	P <sub>N</sub> kW	* P <sub>1</sub> kW	* I 220-240 V A	l/min 0	11,7	16,0	21,0	26,0	31,0	36,0	40,0
HM..P				m³/h 0	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,2	2,4
H = PREVALENZA TOTALE IN METRI COLONNA ACQUA											
1HM03	0,50	0,56	2,62	33,6	30,3	28,8	26,7	24,3	21,5	18,5	15,9
1HM04	0,50	0,65	2,90	44,0	39,3	37,2	34,4	31,1	27,4	23,3	19,9
1HM05	0,50	0,74	3,22	54,0	47,8	45,1	41,4	37,2	32,4	27,3	23,1
1HM06	0,75	0,94	4,33	67,1	60,1	57,0	52,8	48,0	42,4	36,3	31,1

  

POMPA	ELETTROPOMPA			Q = PORTATA							
TIPO	P <sub>N</sub> kW	* P <sub>1</sub> kW	* I 220-240 V A	l/min 0	20,0	28,0	36,0	44,0	52,0	60,0	70,0
HM..P				m³/h 0	1,2	1,7	2,2	2,6	3,1	3,6	4,2
H = PREVALENZA TOTALE IN METRI COLONNA ACQUA											
3HM02	0,50	0,53	2,55	23,6	21,5	20,4	18,9	17,1	15,1	12,9	9,9
3HM03	0,50	0,65	2,90	34,8	31,2	29,3	27,0	24,3	21,2	17,9	13,4
3HM04	0,50	0,77	3,34	45,5	40,3	37,5	34,2	30,3	26,2	21,8	15,9
3HM05	0,75	1,01	4,56	58,4	52,5	49,4	45,5	40,9	35,8	30,3	22,8
3HM06	0,95	1,20	5,29	70,2	63,0	59,2	54,4	48,9	42,8	36,2	27,2

  

POMPA	ELETTROPOMPA			Q = PORTATA							
TIPO	P <sub>N</sub> kW	* P <sub>1</sub> kW	* I 220-240 V A	l/min 0	40,0	53,0	66,0	79,0	92,0	105	120
HM..P				m³/h 0	2,4	3,2	4,0	4,7	5,5	6,3	7,2
H = PREVALENZA TOTALE IN METRI COLONNA ACQUA											
5HM02	0,50	0,62	2,79	23,8	20,1	18,7	17,2	15,5	13,4	10,7	7,0
5HM03	0,50	0,78	3,38	35,0	28,6	26,3	23,8	21,1	17,8	13,8	8,3
5HM04	0,75	1,07	4,79	47,6	39,7	36,8	33,7	30,2	25,9	20,6	13,2
5HM05	0,95	1,31	5,69	59,4	49,3	45,6	41,7	37,3	31,9	25,2	16,0
5HM06	1,1	1,53	6,84	72,0	60,4	56,1	51,5	46,2	39,8	31,9	20,8

  

POMPA	ELETTROPOMPA			Q = PORTATA							
TIPO	P <sub>N</sub> kW	* P <sub>1</sub> kW	* I 220-240 V A	l/min 0	83,3	108	133	158	183	208	233
HM..P				m³/h 0	5,0	6,5	8,0	9,5	11,0	12,5	14,0
H = PREVALENZA TOTALE IN METRI COLONNA ACQUA											
10HM02	1,1	1,33	6,06	30,6	26,9	25,2	23,4	21,4	19,1	16,2	12,6
10HM03	1,5	1,88	8,29	45,6	39,7	37,2	34,7	31,9	28,4	24,0	18,8
10HM04	2,2	2,40	10,83	60,6	54,4	51,3	48,1	44,5	40,2	34,9	28,5
10HM05	2,2	2,87	12,84	75,3	66,7	62,7	58,5	53,8	48,3	41,5	33,5