

(foglio bianco)

Cognome
(STAMPATELLO)

Nome

Matr.

Prof. L. Aranco. Fisica Tecnica e Macchine 8 Cr. Prova del 18 gennaio 2019, aula 5.1.1, ore 11.30
E' consentito l'uso di: -calcolatrice, -tavole e tabelle, un -formulario (1 pagina A4 F/R)
Non sono consentiti: libri, esercizi svolti.

Specificare sempre: 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** foglio **1 di 2**, tempo a disposizione 2h30 ore (sono indicati i punteggi indicativi)

Foglio	1 (Tr. calore)	Parte 2 (TD+M)			Ordine	Tot	Normalizzato	Orale	Verbale
Es	1	2	3	4	5	6	7		
Punti	6	9	9	5	8	10	NO	1	48
TOT/3*2 = 32									
Voto									

1) Una lastra avente dimensioni cm 50x120x8 (calore specifico 1.8 kJ/kg K, conducibilità termica 0.8 W/m.K, densità 1.4 kg/dm³) si scalda per reazioni chimiche interne, ed è raffreddata dall'aria ambiente. Sono note a regime la temperatura dell'aria 20°C, la temperatura misurata alla superficie della piastra 55°C, la temperatura misurata al centro 70°C. Disegnare qualitativamente il profilo di temperatura, determinare i valori della potenza generata internamente e del coefficiente di convezione.

2) Un tubo di acciaio avente $D_{est} = 60$ mm e spessore 4 mm viene scaldato ad una estremità alla temperatura di 400°C per eseguire una saldatura, mentre il resto del tubo viene raffreddato esternamente con aria velocità di 3 m/s. Determinare a quale distanza il tubo può essere maneggiato senza scottarsi. Correlazioni suggerite per Re-Nu attorno a corpi cilindri nella tabella a lato.

Intervallo Re	$Nu_{cilindro} =$
0.4-4	$0.989 Re^{0.330} Pr^{1/3}$
4-40	$0.911 Re^{0.385} Pr^{1/3}$
$40-4 \cdot 10^4$	$0.683 Re^{0.466} Pr^{1/3}$
$4 \cdot 10^4-40 \cdot 10^4$	$0.193 Re^{0.618} Pr^{1/3}$
$40 \cdot 10^4-400 \cdot 10^4$	$0.027 Re^{0.805} Pr^{1/3}$

3) Una lastra di alluminio di forma rettangolare (2000x1000 mm, spessore 6mm) dopo un trattamento di rinvenimento a $T=240^\circ\text{C}$ è raffreddata da un flusso d'aria a 8 m/s. Determinare dopo quanto tempo può essere maneggiata.

Correlazioni suggerite per Re-Nu su lastre piane:	
$Nu = 0.664 Re^{1/2} Pr^{1/3}$	($Re < 500000$)
$Nu = (0.037 Re^{4/5} - 871) Pr^{1/3}$	($0.6 < Pr < 60, Re > 5 \cdot 10^5$)
$Nu = 0.037 Re^{4/5} Pr^{1/3}$	($0.6 < Pr < 60, Re >> 5 \cdot 10^5$)

FTM 18 gennaio 2019 DATI

azzurro=dati comuni

blu=dati diversi

verde=ipotesi

Esercizio 1 Parete generazione interna, q ignota

Lunghezza	0.5 m	ro kg/m ³	1400	facce	2 1 = errore
Larghezza	1.2 m	Cp J/kgK	1800	L_caratt m	0.040
spessore c	8 cm	lambda	0.8	q W/m³	15000
	0.080 m		°C	K	Q'totale W
A 1 faccia	0.6	Tamb °C/K	20	293	Q' W/faccia
volume m ³	0.048	T superf	55	328	Fi W/m ²
massa	67.2	T max	70	343	h
					17.1

Esercizio 2 Re-Nu cilindrico, aletta

T_base	400	D_mm	60	T_imp	40
Tamb	20	Sp_mm	4	lambda_ac	60
Tfilm °C, K	115	D_int	52	perim	0.1884
lambda	0.0329	w m/s	3	Area	0.000703
mu	2.08E-05	D= L_Re	0.060	A/P=D/4	0.0037
ro_aria	0.911	Re	7875	m	10.4
ni	2.29E-05	Nu	43.9	1/m	0.097
Pr	0.701	h	24.0	L_ok	0.28

x

Esercizio 3 Bi<<1, Re-Nu piana, striscia

Tfilm °C, K	75	348.0	w m/s	8	lambda_all	200	Biot	0.000418
ro_aria	1.015606		L_Re m	2	ro_all	2700	Tau	1046.99
Cp	1.014		Spessore	0.006	Cp_all	900	T_iniz	240
lambda	0.029852		Re	784040			T_infinito	20
mu	2.07E-05		Nu	933.0	facce	1	T_ok	40
Pr	0.7		h	13.93	L_biot	0.0060	t_ok [s, ']	2510.41

Corretti dati da acciaio ad alluminio

7) **(Esame completo? Questo esercizio NO)** 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 11, i rendimenti di compressore e turbina entrambi pari a 81 %, la temperatura massima raggiunta durante il ciclo 1200°C, determinare i punti del ciclo, il rendimento del ciclo di 1° e 2° principio spiegandone il significato. Disegnare il grafico rappresentante il ciclo nei piani p-v e T-s.

Cognome _____ Nome _____ Matr _____
 (STAMPATELLO)

Prof. L. Araneo. Fisica Tecnica e Macchine 8 Cr. Prova del 18 gennaio 2019, **aule 5.?.1, ore 11.30**
 E' consentito l'uso di: -calcolatrice, -tavole e tabelle, un -formulario (1 pagina A4 F/R)
 Non sono consentiti: libri, esercizi svolti.

Specificare sempre: **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 **2° parte**, foglio Unico, tempo a disposizione 1h40 (sono indicati i punteggi indicativi)

Foglio	Parte 2 / (TD+M)			Totl					
Es	4	5	6	7	Ordine	Parte I	Scritti	Orale	Verbale
Punti	5	8	10	8	1				
Voto									

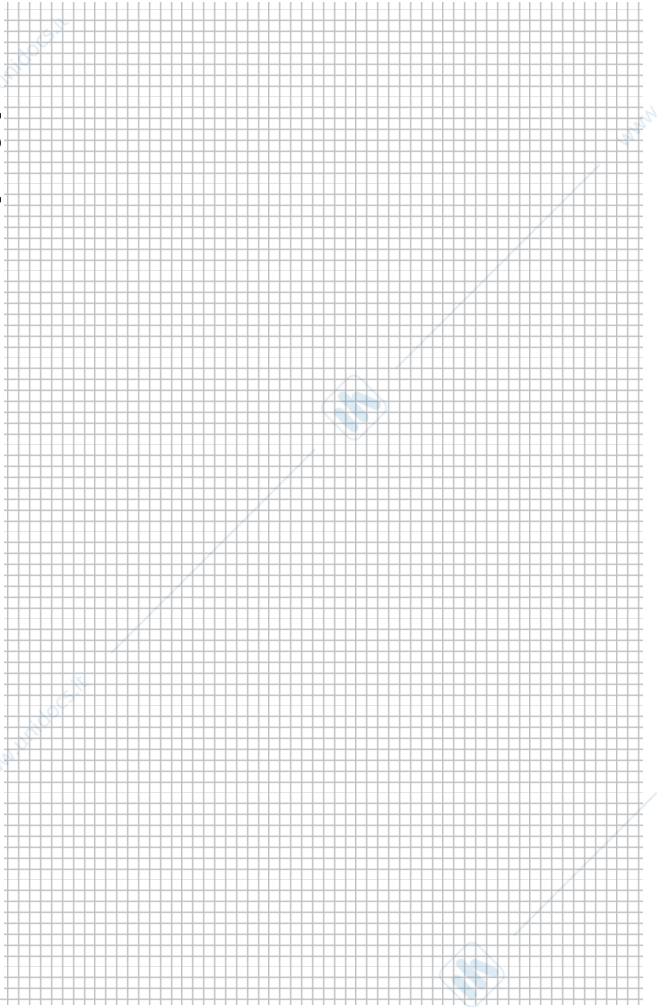
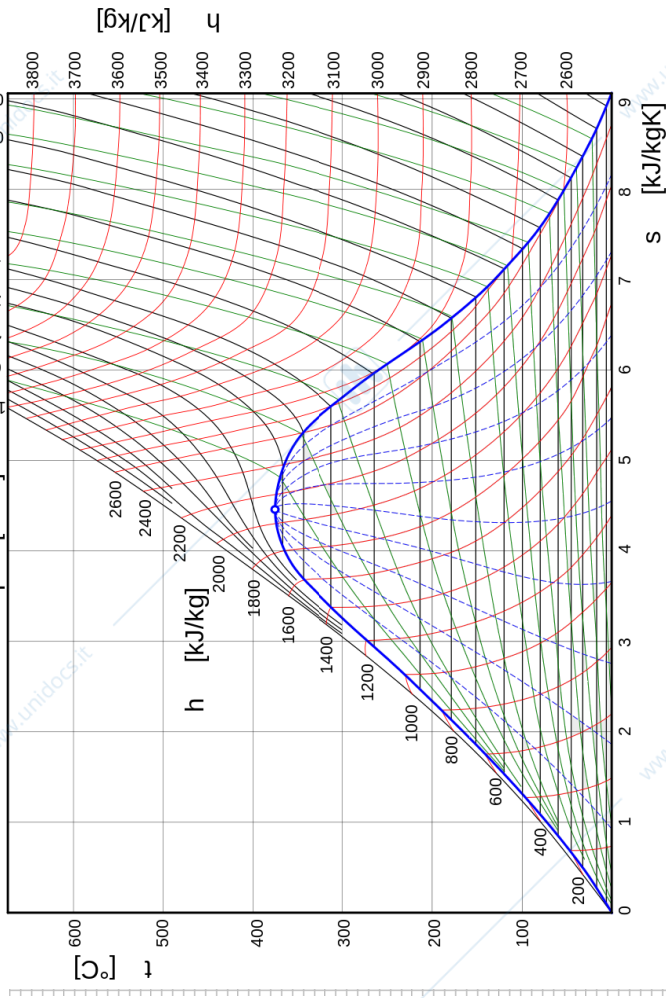
Per esame **completo** questo è il 2° foglio, istruzioni sul 1° foglio.

4) Una pompa di calore è usata per fornire 1 kW di potenza termica ad una stanza a 21 °C mentre all'esterno si hanno 8 °C. L'evaporatore necessita di una differenza di temperatura di 7 °C per scambiare calore, il condensatore di 27°C. L'efficienza è il 55% di quella di una macchina ideale che lavora tra le stesse temperature estreme del ciclo. Calcolare il COP della macchina reale ed i suoi scambi energetici. Disegnare uno o più schemi della macchina per spiegare il funzionamento..

5) Aria a condizioni ambiente viene scaldata a volume costante fino a 200 °C, quindi compressa isentropicamente fino a ridurne il volume di un rapporto 1: 3, quindi rilasciata verso l'ambiente tramite un ugello in cui avviene una trasformazione ideale reversibile. Indicare le ipotesi e approssimazioni effettuate. Identificare e quantificare gli scambi energetici avvenuti, calcolare la velocità massima raggiungibile dall'aria.



6) Sono date le $T_{\min} = 40\text{ °C}$ e $T_{\max} = 400\text{ °C}$ e la pressione massima 120 bar di un ciclo Rankine a vapore d'acqua, con pompa e turbina **isentropriche**. 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.



FTM 18 gennaio 2019 DATI azzurro=dati comuni blu=dati diversi verde=ipotesi

Esercizio 4 pompa calore

COPid	6.83	Lin	266.2	T _{uff}	21	T _{sup}	321	48
eta	55%	Q' _{sup} W	1000	T _{esterno}	8	T _{inf}	274	1
COPre	3.76	Q' _{inf} W	733.8	deltaT _{ev}	7	deltaT	47	47
				deltaT _{cor}	27		K	°C

Esercizio 5 Q, L

Mm	29		1	2	3	4
R	286.69	volume	1	1	0.33	?
Cp	1003.41	P bar	1	1.561	7.27	1.00
Cv	716.72	T °C	30	200	461	143
compressi	3	T K	303	473	734	416
		w [m/s]	0	0	0	798
m [kg]	1.1600	deltaU J	141338.0	217014.5		
v	0.86867	deltaH J	197873.2	303820.3		
V	1.007657	Lin [J]		0.0	0	0
x		Qin [J]	141338.0	217014.5		0

Esercizio 6 Rankine

Tmin °C	40	1=LiqSat	T °C	P kPa	x	h	s
Pmax bar	120	2	40	7.384	0	167.6	0.5725
Tmax °C	400	2re	40	12000	nd (<0)	179.6	"
etaPpomp:	1	5	400	12000	nd (>1)	3051.3	6.0747
etaTurb	1	6	40	7.384	0.716	1890.8	6.0747
		6re			0.716	1890.8	
		VapSat	40	7.384	1	2574.3	8.257

	ideale	reale
Qin	2871.71	2871.71
L_nu	1148.46	1148.46
eta1	40.0%	40.0%
etaC	53.5%	53.5%
eta2	74.8%	74.8%

x

Esercizio 7 ciclo bryton K °C

T1 °C	20	T1 [K]	300	27	eta id	49.6%
P1=4 ass	1	T2id [K]	595	322	l'	228.2
P2=3 ass	11	deltaT12id	295.2		q'	811.8
etaC	81%	deltaT12re	364		eta1	28.1%
etaT	81%	T2re	664	391	etaC	79.6%
Tmax °C	1200	T3	1473	1200	eta2	35.3%
		T4id	742	469		
R kj/kgK	286.7	deltaT34id	730.6			
Cp	1003.4	deltaT34re	592			
x		T4re	881	608		

FTM 18 gennaio 2019 DATI azzurro=dati comuni blu=dati diversi verde=ipotesi

Esercizio 4 pompa calore								
COPid	6.71	Lin	542.1	T _{uff}	22	T _{sup}	322	49
eta	55%	Q' _{sup} W	2000	T _{esterno}	9	T _{inf}	274	1
COPre	3.69	Q'_{inf} W	1457.9	deltaT _{ev}	8	deltaT	48	47
				deltaT _{cor}	27		K	°C

Esercizio 5 Q, L							
Mm	29		1	2	3	4	
R	286.69	volume	1	1	0.33	?	
Cp	1003.41	P bar	1	1.726	8.04	1.00	
Cv	716.72	T °C	30	250	539	174	
compressi	3	T K	303	523	812	447	
		w [m/s]	0	0	0	855	
m [kg]	1.1600	deltaU J		182908.0	239954.7		
v	0.86867	deltaH J		256071.2	335936.6		
V	1.007657	Lin [J]		0.0	0	0	
x		Qin [J]		182908.0	239954.7	0	

Esercizio 6 Rankine							
Tmin °C	40	1=LiqSat	T °C	P kPa	x	h	s
Pmax bar	140	2	40	7.384	0	167.6	0.5725
Tmax °C	450	2re	40	14000	nd (<0)	181.6	"
etaPpomp:	1	5	450	14000	nd (>1)	3172.775	6.189125
etaTurb	1	6	40	7.384	0.731	1926.7	6.189125
		6re			0.731	1926.7	
		VapSat	40	7.384	1	2574.3	8.257

	ideale	reale
Qin	2991.18	2991.18
L_nu	1232.10	1232.10
eta1	41.2%	41.2%
etaC	56.7%	56.7%
eta2	72.6%	72.6%

x

Esercizio 7 ciclo bryton							
T1 °C	20	T1 [K]	300	27	eta id	50.8%	
P1=4 ass	1	T2id [K]	610	337	l'	257.6	
P2=3 ass	12	deltaT12id	310.2		q'	848.1	
etaC	82%	deltaT12re	378		eta1	30.4%	
etaT	82%	T2re	678	405	etaC	80.3%	
Tmax °C	1250	T3	1523	1250	eta2	37.8%	
		T4id	749	476			
R kj/kgK	286.7	deltaT34id	774.2				
Cp	1003.4	deltaT34re	635				
x		T4re	888	615			

FTM 18 gennaio 2019 DATI azzurro=dati comuni blu=dati diversi verde=ipotesi

Esercizio 4 pompa calore

COPid	6.59	Lin	827.5	T _{uff}	23	T _{sup}	323	50
eta	55%	Q' _{sup} W	3000	T _{esterno}	10	T _{inf}	274	1
COPre	3.63	Q' _{inf} W	2172.5	deltaT _{ev}	9	deltaT	49	47
				deltaT _{cor}	27		K	°C

Esercizio 5 Q, L

Mm	29		1	2	3	4
R	286.69	volume	1	1	0.25 ?	
Cp	1003.41	P bar	1	1.561	10.87	1.00
Cv	716.72	T °C	30	200	551	143
compressi	4	T K	303	473	824	416
		w [m/s]	0	0	0	904
m [kg]	1.1600	deltaU J		141338.0	291439.6	
v	0.86867	deltaH J		197873.2	408015.5	
V	1.007657	Lin [J]		0.0	0	0
x		Qin [J]		141338.0	291439.6	0

Esercizio 6 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	450	2re				204.5	
etaPpomp:	1	5	450	16000	nd (>1)	3136.375	6.08755
etaTurb	1	6	45	9.593	0.724	1922.2	6.08755
		6re			0.724	1922.2	
		VapSat	45	9.593	1	2583.2	8.1648

	ideale	reale
Qin	2931.90	2931.90
L_nu	1198.12	1198.12
eta1	40.9%	40.9%
etaC	56.0%	56.0%
eta2	73.0%	73.0%

x

Esercizio 7 ciclo bryton K °C

T1 °C	20	T1 [K]	300	27	eta id	51.9%
P1=4 ass	1	T2id [K]	624	351	l'	288.6
P2=3 ass	13	deltaT12id	324.3		q'	885.8
etaC	83%	deltaT12re	391		eta1	32.6%
etaT	83%	T2re	691	418	etaC	80.9%
Tmax °C	1300	T3	1573	1300	eta2	40.3%
		T4id	756	483		
R kj/kgK	286.7	deltaT34id	817.1			
Cp	1003.4	deltaT34re	678			
x		T4re	895	622		

FTM 18 gennaio 2019 DATI azzurro=dati comuni blu=dati diversi verde=ipotesi

Esercizio 4 pompa calore

COPid	6.48	Lin	1122.3	T _{uff}	24	T _{sup}	324	51
eta	55%	Q' _{sup} W	4000	T _{esterno}	11	T _{inf}	274	1
COPre	3.56	Q' _{inf} W	2877.7	deltaT _{ev}	10	deltaT	50	47
				deltaT _{cor}	27		K	°C

Esercizio 5 Q, L

Mm	29		1	2	3	4
R	286.69	volume	1	1	0.25 ?	
Cp	1003.41	P bar	1	1.726	12.02	1.00
Cv	716.72	T °C	30	250	638	174
compressi	4	T K	303	523	911	447
		w [m/s]	0	0	0	964
m [kg]	1.1600	deltaU J		182908.0	322247.2	
v	0.86867	deltaH J		256071.2	451146.1	
V	1.007657	Lin [J]		0.0	0	0
x		Qin [J]		182908.0	322247.2	0

Esercizio 6 Rankine

T _{min} °C	45	1=LiqSat	T °C	P kPa	x	h	s
P _{max} bar	180	2	45	9.593	0	188.5	0.6387
T _{max} °C	500	2re	45	18000	nd (<0)	206.5	"
eta _{Ppomp}	1	5	500	18000	nd (>1)	206.5	
eta _{Turb}	1	6	45	9.593	0.741	3290.6	6.21525
		6re			0.741	1962.9	6.21525
		VapSat	45	9.593	1	2583.2	8.1648

	ideale	reale
Qin	3084.12	3084.12
L _{nu}	1309.71	1309.71
eta1	42.5%	42.5%
eta _C	58.9%	58.9%
eta2	72.1%	72.1%

x

Esercizio 7 ciclo bryton K °C

T1 °C	20	T1 [K]	300	27	eta id	53.0%
P1=4 ass	1	T2id [K]	638	365	l'	321.2
P2=3 ass	14	deltaT12id	337.7		q'	924.7
eta _C	84%	deltaT12re	402		eta1	34.7%
eta _T	84%	T2re	702	429	eta _C	81.5%
T _{max} °C	1350	T3	1623	1350	eta2	42.6%
		T4id	764	491		
R kj/kgK	286.7	deltaT34id	859.4			
Cp	1003.4	deltaT34re	722			
x		T4re	901	628		

FTM 18 gennaio 2019 DATI azzurro=dati comuni blu=dati diversi verde=ipotesi

Esercizio 4 pompa calore

COPid	6.37	Lin	1426.6	T _{uff}	25	T _{sup}	325	52
eta	55%	Q' _{sup} W	5000	T _{esterno}	12	T _{inf}	274	1
COPre	3.50	Q' _{inf} W	3573.4	deltaT _{ev}	11	deltaT	51	47
				deltaT _{cor}	27		K	°C

Esercizio 5 Q, L

Mm	29		1	2	3	4
R	286.69	volume	1	1	0.20	?
Cp	1003.41	P bar	1	1.726	16.43	1.00
Cv	716.72	T °C	30	250	723	174
compressi	5	T K	303	523	996	447
		w [m/s]	0	0	0	1049
m [kg]	1.1600	deltaU J		182908.0	392928.8	
v	0.86867	deltaH J		256071.2	550100.3	
V	1.007657	Lin [J]		0.0	0	0
x		Qin [J]		182908.0	392928.8	0

Esercizio 6 Rankine

T _{min} °C	50	1=LiqSat	T °C	P kPa	x	h	s
P _{max} bar	200	2	50	12.349	0	209.3	0.7038
T _{max} °C	550	2re	50	20000	nd (<0)	229.4	"
etaPpomp:	1	5	550	20000	nd (>1)	3392.8	6.333325
etaTurb	1	6	50	12.349	0.764	2028.8	6.333325
		6re			0.764	2028.8	
		VapSat	50	12.349	1	2592.1	8.0763

	ideale	reale
Qin	3163.44	3163.44
L _{nu}	1344.00	1344.00
eta1	42.5%	42.5%
etaC	60.8%	60.8%
eta2	69.9%	69.9%

x

Esercizio 7 ciclo bryton K °C

T1 °C	20	T1 [K]	300	27	eta id	53.9%
P1=4 ass	1	T2id [K]	650	377	l'	355.3
P2=3 ass	15	deltaT12id	350.4		q'	964.7
etaC	85%	deltaT12re	412		eta1	36.8%
etaT	85%	T2re	712	439	etaC	82.1%
Tmax °C	1400	T3	1673	1400	eta2	44.9%
		T4id	772	499		
R kj/kgK	286.7	deltaT34id	901.3			
Cp	1003.4	deltaT34re	766			
x		T4re	907	634		