

(foglio bianco)

Cognome _____ Nome _____ Matr _____
(STAMPATELLO)

Prof. L. Araneo. 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)								
Es	1	2	3	4	5	6	7	Ordine	Tot	Normalizzato	Orale	Verbale
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 superfici 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 $D_{est}= 60\text{ mm}$ 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	$Nu_{cilindro}=$
$0.4\div4$	$0.989 Re^{0.330} Pr^{1/3}$
$4\div40$	$0.911 Re^{0.385} Pr^{1/3}$
$40\div4'000$	$0.683 Re^{0.466} Pr^{1/3}$
$4'000\div40'000$	$0.193 Re^{0.618} Pr^{1/3}$
$40'000\div400'000$	$0.027 Re^{0.805} Pr^{1/3}$

3) Una lastra di alluminio di forma rettangolare ($2000\times1000\text{ mm}$ spessore 6 mm) 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:	
$Nu = 0.664 Re^{1/2} Pr^{1/3}$	($Re < 500'000$)
$Nu = (0.037 Re^{4/5} - 871) Pr^{1/3}$	($0.6 < Pr < 60, Re > 5*10^5$)
$Nu = 0.037 Re^{4/5} Pr^{1/3}$	($0.6 < Pr < 60, Re >> 5*10^5$)

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	720
A 1 faccia	0.6	Tamb °C/K	20	293	Q' W/faccia	360
volume m ³	0.048	T superf	55	328	Fi W/m ²	600
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	388.0	D_int	52	0.052	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.

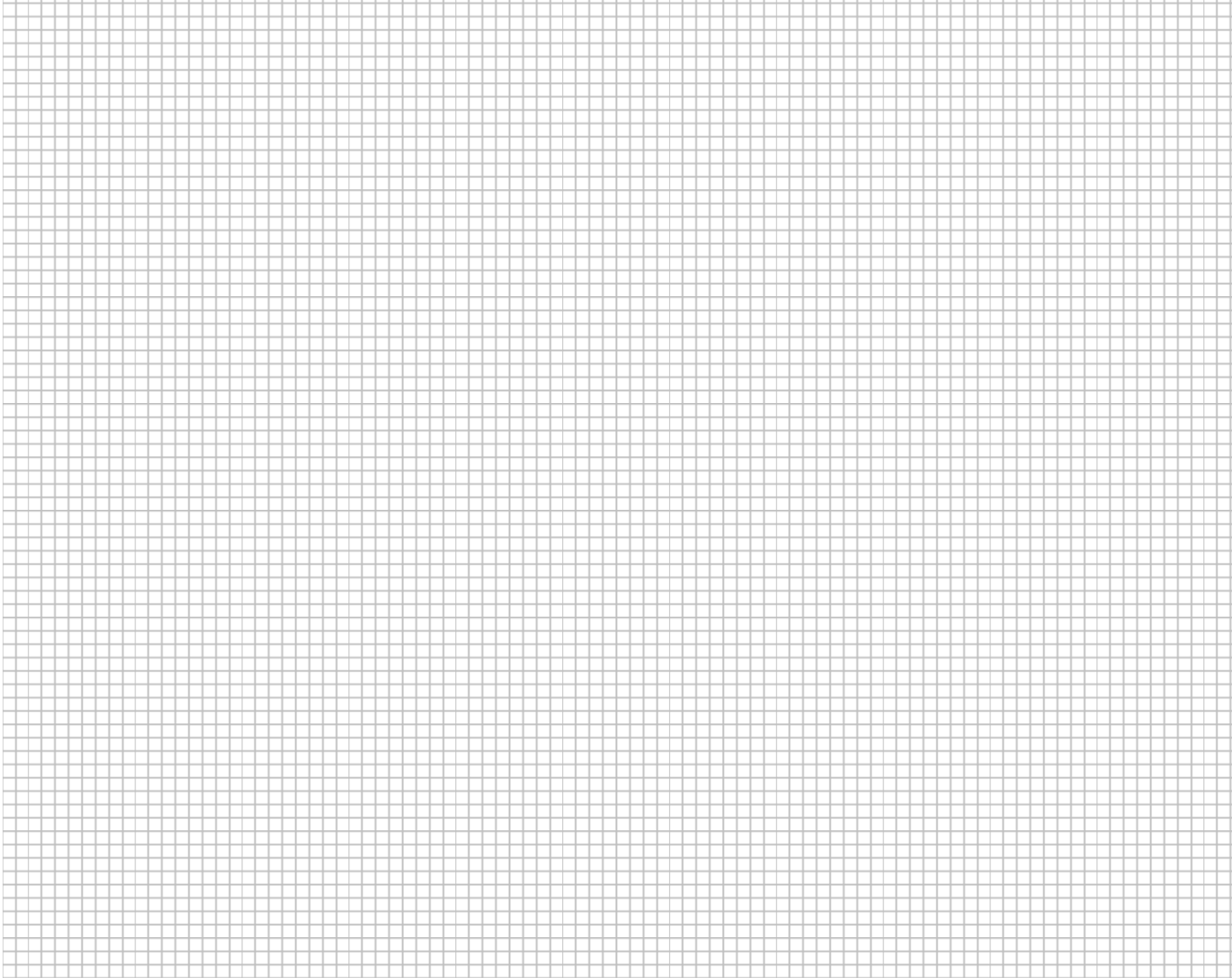
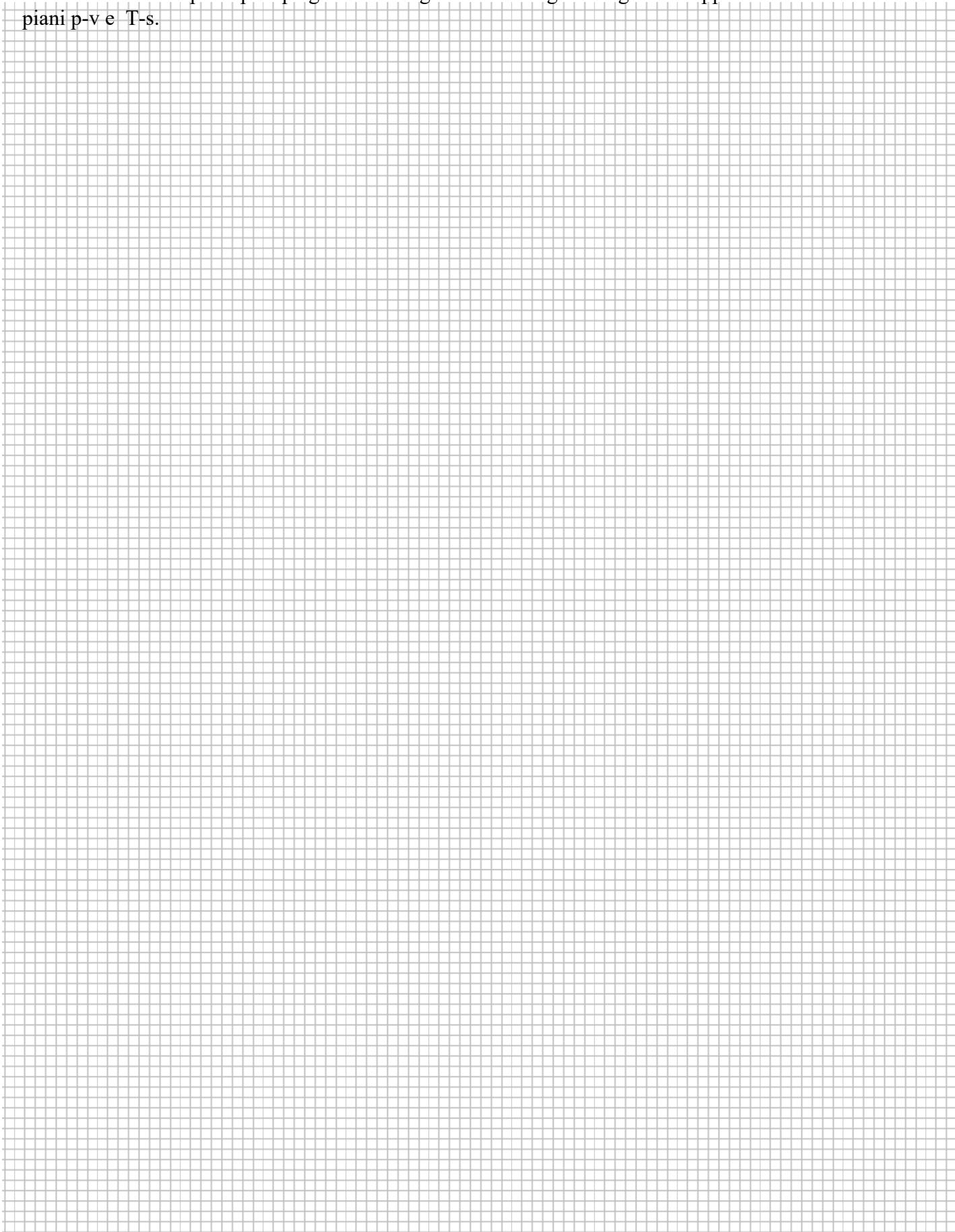
Specificare sempre: Tutte le **ipotesi, convenzioni, semplificazioni** adottate.
Tracciare sempre i **grafici** o **schemi** utili alla comprensione.
I risultati privi di sufficiente calcolo/svolgimento/spiegazione non sono ritenuti validi.

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

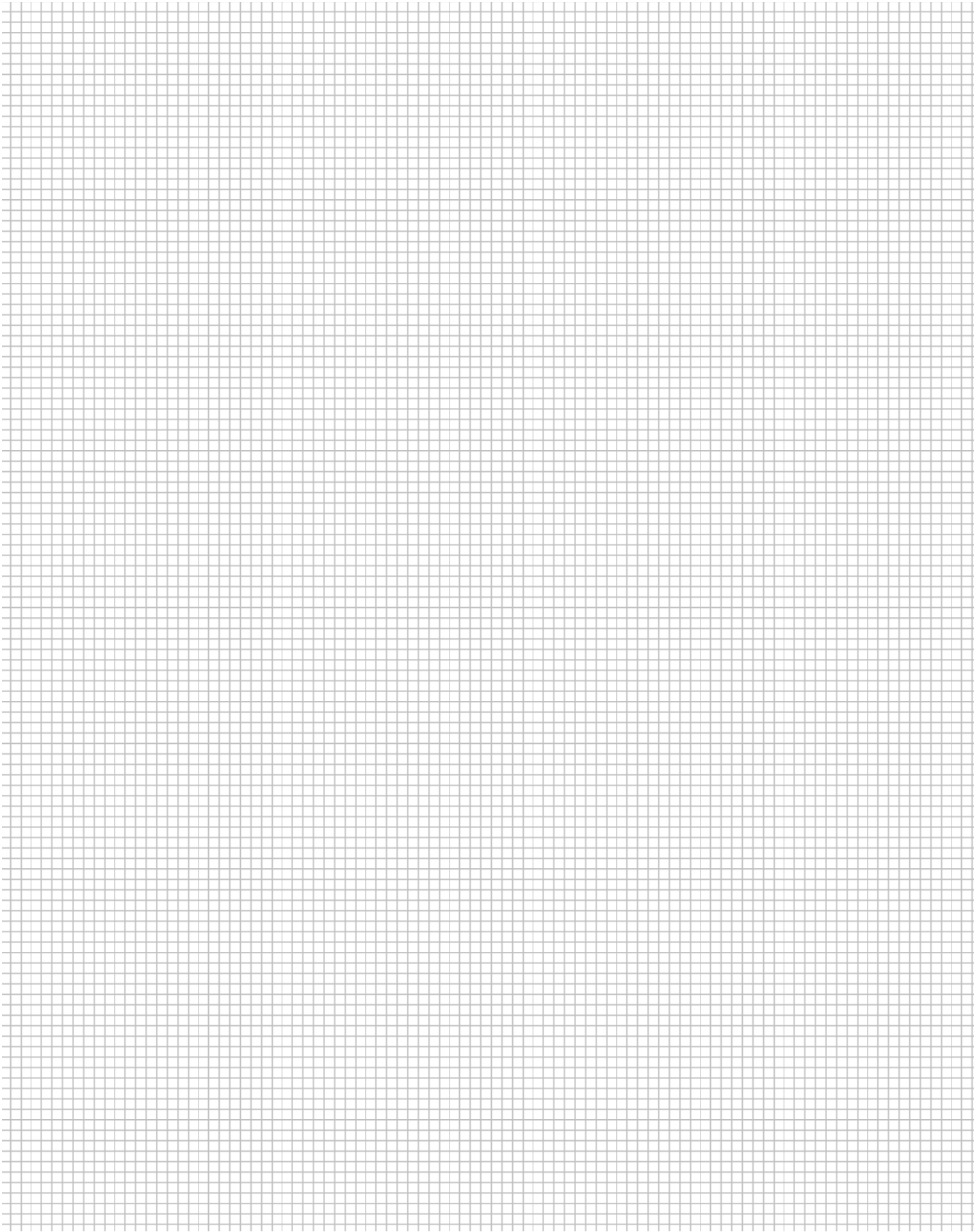
Foglio	Parte 2 /TD+M)									
Es	4	5	6	7	Ordine	Tot1	Parte1	Scritti	Orale	Verbale
Punti	5	8	10	8	1	32				
Voto										

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

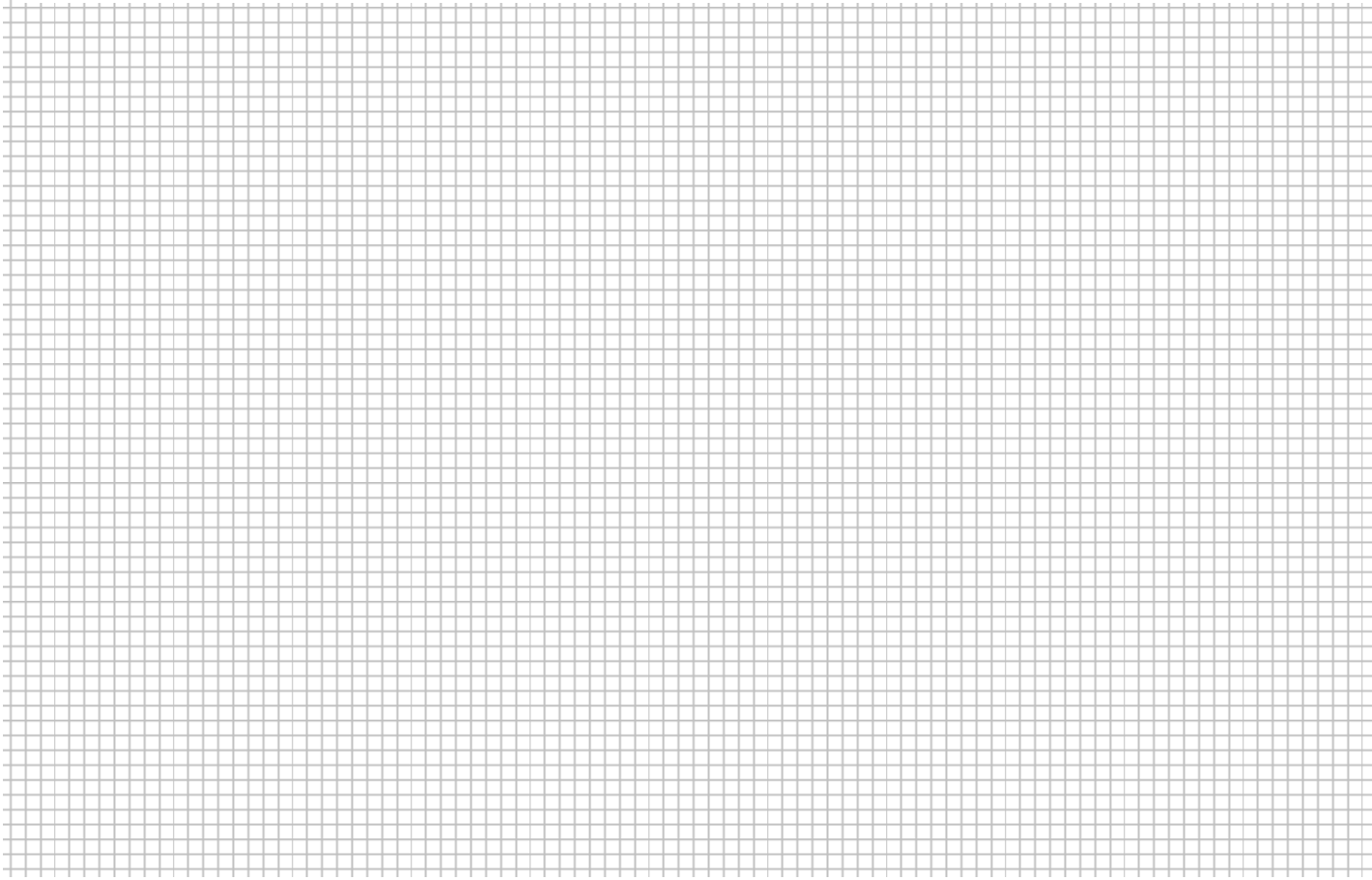
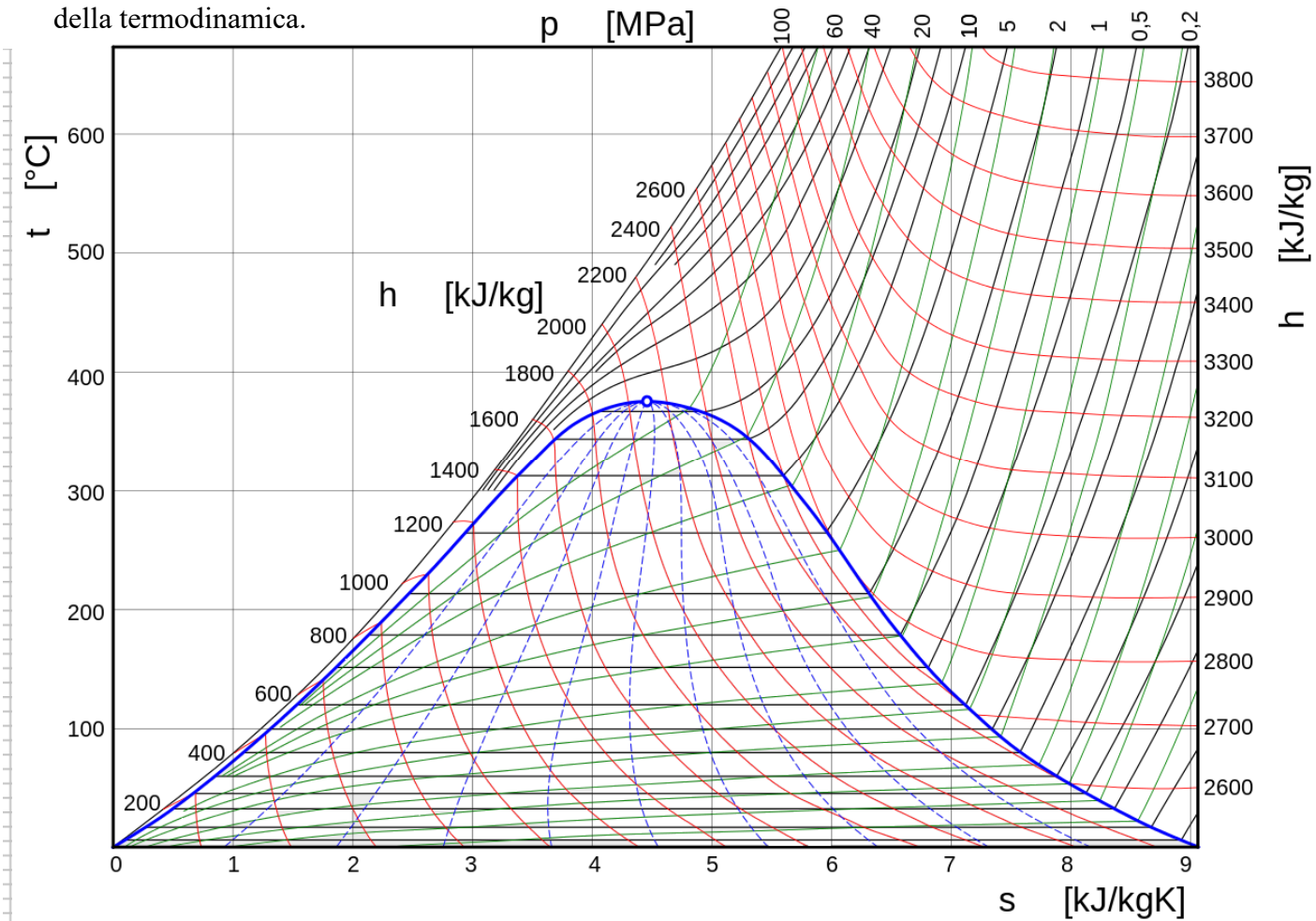
4) Una pompa di calore è usata per fornire 1 kW di potenza termica ad una stanza a 21 °C mentre all’esterno si hanno 8 °C. L’evaporatore necessita di una differenza di temperatura di 7 °C per scambiare calore, il condensatore di 27°C. L’efficienza è il 55% di quella di una macchina ideale che lavora 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 spiegarne il funzionamento..



5) Aria a condizioni ambiente viene scaldata a volume costante fino a 200 °C, quindi compressa isoentropicamente 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 $T_{\min} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $T_{\max} = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ e la pressione massima 120 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 nei punti necessari ed i rendimenti del ciclo secondo i due principi della termodinamica.



Esercizio 4 pompa calore

COP_{id}	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
COP_{re}	3.76	Q'_{inf} W	733.8	deltaT _{ev}	7	deltaT	47	47
				deltaT _{cor}	27		K	°C

Esercizio 5 Q, L ipotesi sistema chiuso

Mm	29		1	2	3	4
R	286.69	volume	0.87	0.86867	0.29	?
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
m=1?	1	w [m/s]	0	0	0	798
m [kg]	1.0000	deltaU J	121843.1	187081.5		
v	0.86867	deltaH J	170580.3		-318623	aggiunto deltaH
V	0.86867	Lin [J]		0.0	187081.5	0 scambiati L23 Q23
x		Q _{in} [J]	121843.1	0.0		0

Esercizio 6 Rankine

			T °C	P kPa	x	h	s
T _{min} °C	40	1=LiqSat	40	7.384	0	167.6	0.5725
P _{max} bar	120	2	40	12000	nd (<0)	179.6	"
T _{max} °C	400	2re				179.6	
etaP _{pomp}	1	5	400	12000	nd (>1)	3051.3	6.0747
eta _{Turb}	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
Q _{in}	2871.71	2871.71
L _{nu}	1148.46	1148.46
eta1	40.0%	40.0%
eta _C	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	T2 _{id} [K]	595	322	l'	228.2
P2=3 ass	11	deltaT12 _{id}	295.2		q'	811.8
eta _C	81%	deltaT12 _{re}	364		eta1	28.1%
eta _T	81%	T2 _{re}	664	391	eta _C	79.6%
T _{max} °C	1200	T3	1473	1200	eta2	35.3%
		T4 _{id}	742	469		
R kJ/kgK	286.7	deltaT34 _{id}	730.6			
Cp	1003.4	deltaT34 _{re}	592			
x		T4 _{re}	881	608		

Esercizio 4 pompa calore

COP_{id}	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
COP_{re}	3.69	Q'_{inf} W	1457.9	deltaT _{ev}	8	deltaT	48	47
				deltaT _{cor}	27		K	°C

Esercizio 5 Q, L ipotesi sistema chiuso

Mm	29		1	2	3	4
R	286.69	volume	1	1	0.33	?
Cp	1003.41	P bar	1	1.785	8.31	1.00
Cv	716.72	T °C	20	250	539	170
compressi	3	T K	293	523	812	443
m=1?		w [m/s]	0	0	0	860
m [kg]	1.1905	deltaU J	196245.7	246258.7		
v	0.840001	deltaH J	274744.0		-440079	aggiunto deltaH
V	1	Lin [J]		0.0	246258.7	0 scambiati L23 Q23
x		Qin [J]	196245.7	0.0		0

Esercizio 6 Rankine

			T °C	P kPa	x	h	s
Tmin °C	40	1=LiqSat	40	7.384	0	167.6	0.5725
Pmax bar	140	2	40	14000	nd (<0)	181.6	"
Tmax °C	450	2re				181.6	
etaPomp	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 K °C

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		

Esercizio 4 pompa calore

COP_{id}	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
COP_{re}	3.63	Q'_{inf} W	2172.5	deltaT _{ev}	9	deltaT	49	47
				deltaT _{cor}	27		K	°C

Esercizio 5 Q, L ipotesi sistema chiuso

Mm	29		1	2	3	4	
R	286.69	volume	1	1	0.25	?	
Cp	1003.41	P bar	1	1.614	11.24	1.00	
Cv	716.72	T °C	20	200	551	140	
compressio	4	T K	293	473	824	413	823.5408
m=1?		w [m/s]	0	0	0	908	
m [kg]	1.1905	deltaU J		153583.6	299096.3		
v	0.840001	deltaH J		215017.1		-490993	aggiunto deltaH
V	1	Lin [J]		0.0	299096.3	0	scambiati L23 Q23
x		Qin [J]		153583.6	0.0	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	
etaPomp	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		

Esercizio 4 pompa calore

COP_{id}	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
COP_{re}	3.56	Q'_{inf} W	2877.7	deltaT _{ev}	10	deltaT	50	47
				deltaT _{cor}	27		K	°C

Esercizio 5 Q, L ipotesi sistema chiuso

Mm	29		1	2	3	4
R	286.69	volume	0.84	0.84	0.21	?
Cp	1003.41	P bar	1	1.785	12.43	1.00
Cv	716.72	T °C	20	250	638	170
compressi	4	T K	293	523	911	443
m=1?	1	w [m/s]	0	0	0	968
m [kg]	1.0000	deltaU J	164846.6	277799.3		
v	0.840001	deltaH J	230785.2		-468985	aggiunto deltaH
V	0.840001	Lin [J]		0.0	277799.3	0 scambiati L23 Q23
x		Q _{in} [J]	164846.6	0.0		0

Esercizio 6 Rankine

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

	ideale	reale
Q _{in}	3084.12	3084.12
L _{nu}	1309.71	1309.71
eta1	42.5%	42.5%
etaC	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	T2 _{id} [K]	638	365	l'	321.2
P2=3 ass	14	deltaT12 _{id}	337.7		q'	924.7
etaC	84%	deltaT12 _{re}	402		eta1	34.7%
etaT	84%	T2 _{re}	702	429	etaC	81.5%
T _{max} °C	1350	T3	1623	1350	eta2	42.6%
		T4 _{id}	764	491		
R kj/kgK	286.7	deltaT34 _{id}	859.4			
Cp	1003.4	deltaT34 _{re}	722			
x		T4 _{re}	901	628		

Esercizio 4 pompa calore

COP_{id}	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
COP_{re}	3.50	Q'_{inf} W	3573.4	deltaT _{ev}	11	deltaT	51	47
				deltaT _{cor}	27		K	°C

Esercizio 5 Q, L ipotesi sistema chiuso

Mm	29		1	2	3	4
R	286.69	volume	0.840001	0.840001	0.17	?
Cp	1003.41	P bar	1	1.785	16.99	1.00
Cv	716.72	T °C	20	250	723	170
compressi	5	T K	293	523	996	443
m=1?	1	w [m/s]	0	0	0	1053
m [kg]	1.0000	deltaU J		164846.6	338731.7	
v	0.840001	deltaH J		230785.2		-554290 aggiunto deltaH
V	0.840001	Lin [J]		0.0	338731.7	0 scambiati L23 Q23
x		Qin [J]		164846.6	0.0	0

Esercizio 6 Rankine

			T °C	P kPa	x	h	s
Tmin °C	50	1=LiqSat	50	12.349	0	209.3	0.7038
Pmax bar	150	2	50	15000	nd (<0)	224.3	"
Tmax °C	550	2re				224.3	
etaPomp	1	5	550	15000	nd (>1)	3448.163	6.519763
etaTurb	1	6	50	12.349	0.789	2089.0	6.519763
		6re			0.789	2089.0	
		VapSat	50	12.349	1	2592.1	8.0763

	ideale	reale
Qin	3223.81	3223.81
L _{nu}	1344.11	1344.11
eta1	41.7%	41.7%
etaC	60.8%	60.8%
eta2	68.6%	68.6%

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		