Cognome ……	Nome ……..	Matricola ……..

Ing. Navale, Ing. Civile e Ambientale

Prova scritta di Fisica Tecnica – Termodinamica – 6.11.2026

Esercizio

Un ciclo frigorifero a compressione di vapore ideale (vapore surriscaldato) opera con fluido R134a tra la temperatura T_F all'evaporatore e la pressione $p_{23} = 1$ MPa al condensatore (corrispondente ad una temperatura di condensazione $T_C = 39.39$ °C)

Tema	T_F [°C]
A	-8
B	-4

Calcolare:

- $COP_{F,id} = \beta_{id} =$ coefficiente di prestazione, nel caso di compressione ideale isoentropica
- $COP_{F,reale} = \beta_{reale} =$ coefficiente di prestazione, nel caso di compressione reale con rendimento isoentropico di compressione $\eta_{ic} = 0.7$
- Titolo del vapore x_4 all'uscita dalla valvola di laminazione/espansione
- $COP_{F,max} =$ coefficiente di prestazione massimo di ciclo reversibile che opera tra T_F e T_C

proprietà termodinamiche dell'R134a surriscaldato

t °C	v $m^3\,kg^{-1}$	u $kJ\,kg^{-1}$	h $kJ\,kg^{-1}$	s $kJ\,kg^{-1}\,K^{-1}$	v $m^3\,kg^{-1}$	u $kJ\,kg^{-1}$	h $kJ\,kg^{-1}$	s $kJ\,kg^{-1}\,K^{-1}$
	p= 0.8 MPa (Tsat=31.33°C)				p= 1.00 MPa (Tsat=39.39°C)			
sat	0.02547	243.78	264.15	0.9066	0.02020	247.77	267.97	0.9043
40	0.02691	252.13	273.66	0.9374	0.02029	248.39	268.68	0.9066
50	0.02846	261.62	284.39	0.9711	0.02171	258.48	280.19	0.9428
60	0.02992	271.04	294.98	1.0034	0.02301	268.35	291.36	0.9768

Proprieta' dell'R134a alla saturazione - temperatura

temperatura °C	pressione MPa	entalpia $kJ\cdot kg^{-1}$			entropia $kJ\cdot kg^{-1}\cdot K^{-1}$	
t	p_{sat}	h_l	$h_v - h_l$	h_v	s_l	s_v
-12	0.18540	34.39	205.77	240.15	0.1388	0.9267
-8	0.21704	39.54	203.00	242.54	0.1583	0.9239
-4	0.25274	44.75	200.15	244.90	0.1777	0.9213
0	0.29282	50.02	197.21	247.23	0.1970	0.9190

Proprieta' dell'R134a alla saturazione - pressione

pressione MPa	temperatura °C	entalpia $kJ\cdot kg^{-1}$			entropia $kJ\cdot kg^{-1}\cdot K^{-1}$	
p_{sat}	t	h_l	$h_v - h_l$	h_v	s_l	s_v
0.9	35.53	99.56	166.62	266.18	0.3656	0.9054
1.0	39.39	105.29	162.68	267.97	0.3838	0.9043
1.2	46.32	115.76	155.23	270.99	0.4164	0.9023

Importante: riportare chiaramente <u>tutti i passaggi svolti, sia simbolici che numerici e con le relative unità di misura</u> (non basta riportare il semplice risultato numerico finale ad ogni passaggio)

Teoria

Ciclo Brayton-Joule ideale:

- rappresentazione schematica d'impianto
- rappresentazione del ciclo termodinamico nei piani $p - v$ e $T - s$ con indicazione delle varie fasi del ciclo
- ricavare il rendimento in funzione del rapporto di compressione r nel caso di analisi ad aria standard fredda

A		
T_F	-8	°C
p_{23}	1	MPa
η_{ic}	0.7	-
Tc	39.39	°C
h1	242.54	kJ/kg
s1=s2s	0.9239	kJ/(kg K)
s(40°C, 1MPa)	0.9066	kJ/(kg K)
s(50°C, 1MPa)	0.9428	kJ/(kg K)
h(40°C, 1MPa)	268.68	kJ/kg
h(50°C, 1MPa)	280.19	kJ/kg
h2s	274.18	kJ/kg
h2	287.74	kJ/kg
h3=h4	105.29	kJ/kg
hl(-8°C)	39.54	kJ/kg
hv(-8°C)	242.54	kJ/kg
x4	0.324	-
COP_F,id	4.34	-
COP_F,reale	3.04	-
COP_F,max	5.60	-

B		
T_F	-4	°C
p_{23}	1	MPa
η_{ic}	0.7	-
Tc	39.39	°C
h1	244.9	kJ/kg
s1=s2s	0.9213	kJ/(kg K)
s(40°C, 1MPa)	0.9066	kJ/(kg K)
s(50°C, 1MPa)	0.9428	kJ/(kg K)
h(40°C, 1MPa)	268.68	kJ/kg
h(50°C, 1MPa)	280.19	kJ/kg
h2s	273.35	kJ/kg
h2	285.55	kJ/kg
h3=h4	105.29	kJ/kg
hl(-4°C)	44.75	kJ/kg
hv(-4°C)	244.9	kJ/kg
x4	0.302	-
COP_F,id	4.91	-
COP_F,reale	3.43	-
COP_F,max	6.20	-