

1/4

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2018 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 6: ENERGETICA - ENERGETICA

Si consideri un impianto frigorifero a doppia compressione che utilizza come fluido operatore l'R134a. Sia la temperatura a monte del compressore di bassa pressione pari a 5°C . Si assuma il rapporto di compressione $\beta_{\text{LPC}} = \beta_{\text{HPC}} = 3$ e sia $k = 1.16$, assunto costante. Si consideri una sezione di condensazione composta da un normale condensatore e da un sotto-raffreddatore: relativamente all'acqua di raffreddamento, si consideri una portata in massa pari a 15 kg/s ed un salto di temperatura di 15°C . Si consideri, inoltre, un rapporto tra la portata in massa del circuito di alta pressione e quello di bassa pressione uguale a 1.5. Si ipotizzino infine perdite di carico pari al 3% ciascuna nell'attraversamento dell'evaporatore, del condensatore e del sotto-raffreddatore.

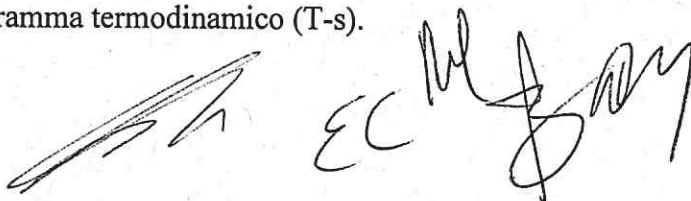
Al candidato viene richiesto di:

1. Rappresentare il layout dell'impianto descritto.
2. Calcolare gli stati fisici (pressione, temperatura, entalpia e titolo) di tutti i punti dell'impianto e le portate in massa.
3. Ricavare il lavoro specifico e la potenza richiesta per ciascuna compressione.
4. Ricavare la potenza frigorifera, il calore scaricato e il calore scambiato nel corpo separatore di media pressione.
5. Valutare le prestazioni del sistema in termini di Energy Efficiency Ratio.
6. Riportare gli stati fisici valutati al punto 2, sul diagramma $\log P$ - h fornito in allegato.

Si ipotizzi successivamente di sostituire il condensatore ed il sotto-raffreddatore con un Ciclo Rankine Organico (ORC) operante con lo stesso fluido organico del gruppo frigorifero (ciclo Rankine surriscaldato). Si assumano una pressione di vaporizzazione e di condensazione rispettivamente di 22 bar e di 6 bar, ed un ΔT_{app} pari a 25°C .

Al candidato viene richiesto di:

7. Rappresentare il layout relativo al sistema integrato in esame
8. Calcolare gli stati fisici (pressione, temperatura, entalpia e titolo) di tutti i punti dell'impianto e rappresentarli sul diagramma termodinamico (T-s).



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2018 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 6: ENERGETICA - ENERGETICA

9. Rappresentare qualitativamente il diagramma di scambio termico dell'evaporatore (riportare i livelli di temperatura delle sezioni interessate).
10. Calcolare le prestazioni complessive del sistema (potenza generata, rendimento termodinamico).

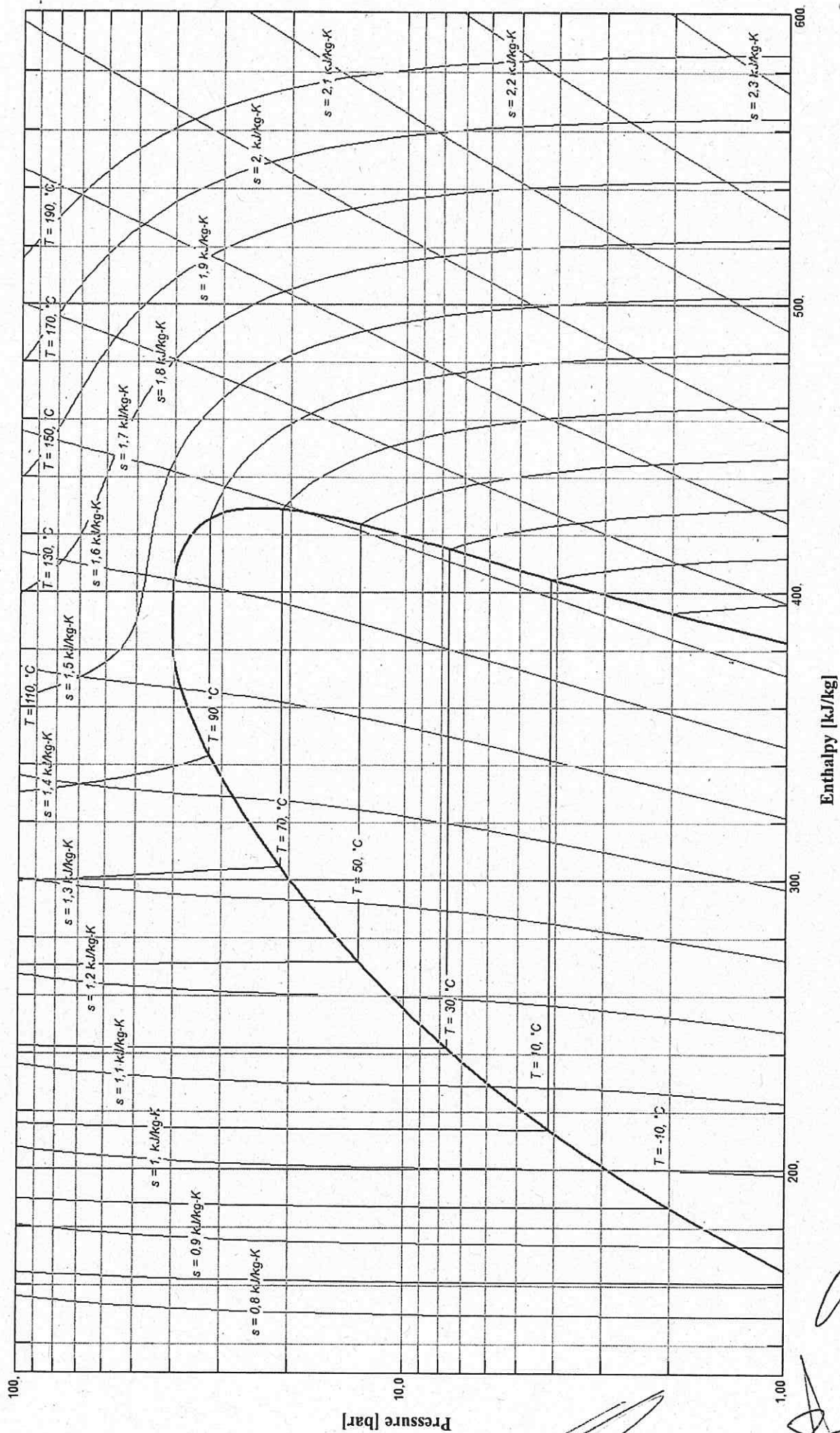
Tutti i parametri non esplicitamente indicati ma utili ai fini del calcolo vengano scelti in base a considerazioni di buon progetto.

Handwritten signatures and initials at the bottom right of the page. There are three distinct signatures: a long, sweeping one on the left, a more compact one in the middle, and a stylized one on the right.

Tabella- Proprietà termodinamiche R134a

Temperature [°C]	Pressure [bar]	Liquid Density [kg/m ³]	Vapor Density [kg/m ³]	Liquid Enthalpy [kJ/kg]	Vapor Enthalpy [kJ/kg]	Liquid Entropy [kJ/kg-K]	Vapor Entropy [kJ/kg-K]
-100	0,0055940	1582,4	0,039694	75,362	336,85	0,43540	1,9456
-95	0,0093899	1569,1	0,064790	81,288	339,78	0,46913	1,9201
-90	0,015241	1555,8	0,10236	87,226	342,76	0,50201	1,8972
-85	0,023990	1542,5	0,15697	93,182	345,77	0,53409	1,8766
-80	0,036719	1529,0	0,23429	99,161	348,83	0,56544	1,8580
-75	0,054777	1515,5	0,34116	105,17	351,91	0,59613	1,8414
-70	0,079814	1501,9	0,48568	111,20	355,02	0,62619	1,8264
-65	0,11380	1488,2	0,67728	117,26	358,16	0,65568	1,8130
-60	0,15906	1474,3	0,92676	123,36	361,31	0,68462	1,8010
-55	0,21828	1460,4	1,2463	129,50	364,48	0,71305	1,7902
-50	0,29451	1446,3	1,6496	135,67	367,65	0,74101	1,7806
-45	0,39117	1432,1	2,1518	141,89	370,83	0,76852	1,7720
-40	0,51209	1417,7	2,7695	148,14	374,00	0,79561	1,7643
-35	0,66144	1403,1	3,5209	154,44	377,17	0,82230	1,7575
-30	0,84378	1388,4	4,4259	160,79	380,32	0,84863	1,7515
-25	1,0640	1373,4	5,5059	167,19	383,45	0,87460	1,7461
-20	1,3273	1358,3	6,7845	173,64	386,55	0,90025	1,7413
-15	1,6394	1342,8	8,2870	180,14	389,63	0,92559	1,7371
-10	2,0060	1327,1	10,041	186,70	392,66	0,95065	1,7334
-5	2,4334	1311,1	12,077	193,32	395,66	0,97544	1,7300
0	2,9280	1294,8	14,428	200,00	398,60	1,0000	1,7271
5	3,4966	1278,1	17,131	206,75	401,49	1,0243	1,7245
10	4,1461	1261,0	20,226	213,58	404,32	1,0485	1,7221
15	4,8837	1243,4	23,758	220,48	407,07	1,0724	1,7200
20	5,7171	1225,3	27,780	227,47	409,75	1,0962	1,7180
25	6,6538	1206,7	32,350	234,55	412,33	1,1199	1,7162
30	7,7020	1187,5	37,535	241,72	414,82	1,1435	1,7145
35	8,8698	1167,5	43,416	249,01	417,19	1,1670	1,7128
40	10,166	1146,7	50,085	256,41	419,43	1,1905	1,7111
45	11,599	1125,1	57,657	263,94	421,52	1,2139	1,7092
50	13,179	1102,3	66,272	271,62	423,44	1,2375	1,7072
55	14,915	1078,3	76,104	279,47	425,15	1,2611	1,7050
60	16,818	1052,9	87,379	287,50	426,63	1,2848	1,7024
65	18,898	1025,6	100,40	295,76	427,82	1,3088	1,6993
70	21,168	996,25	115,57	304,28	428,65	1,3332	1,6956
75	23,641	964,09	133,49	313,13	429,03	1,3580	1,6909
80	26,332	928,24	155,08	322,39	428,81	1,3836	1,6850
85	29,258	887,16	181,85	332,22	427,76	1,4104	1,6771
90	32,442	837,83	216,76	342,93	425,42	1,4390	1,6662
95	35,912	772,70	267,14	355,25	420,67	1,4715	1,6492
100	39,724	651,18	373,01	373,30	407,68	1,5188	1,6109

Handwritten signatures and initials, including 'MR', 'GC', and a large stylized signature.



4/4