

Esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere

I sessione 2015

Settore INDUSTRIALE

Prova pratica progettuale SEZ. A

Tema2

1.1 Al candidato e' richiesto uno studio di base per la progettazione di un impianto a ciclo combinato di limitata potenza costituito da un turbogas di piccola taglia (normalmente utilizzato per la propulsione di elicotteri) ed una microturbina a vapore. La sezione della turbina a gas è riportata nella figura allegata ed evidenzia la presenza di un compressore assiale, uno centrifugo e, sullo stesso albero, una turbina assiale monostadio seguita da un successivo stadio di potenza (turbina libera). Dell'unità turbogas sono noti i seguenti dati:

- Rapporto di compressione 1° stadio (assiale): $\beta_1 = 1.6$
- Rendimento adiabatico del 1° stadio di compressione: $\eta_{c1} = 0.77$
- Rapporto di compressione 2° stadio (centrifugo): $\beta_2 = 5.0$
- Rendimento adiabatico del 2° stadio di compressione: $\eta_{c2} = 0.74$
- Portata d'aria aspirata $G = 2.5 \text{ kg/s}$
- Temperatura dei gas caldi all'ingresso della turbina (1° stadio) $T_4 = 900^\circ\text{C}$
- Potenza all'albero della turbina libera = 800 cv
- PCI del combustibile (CH_4) = 48300 kJ/kg

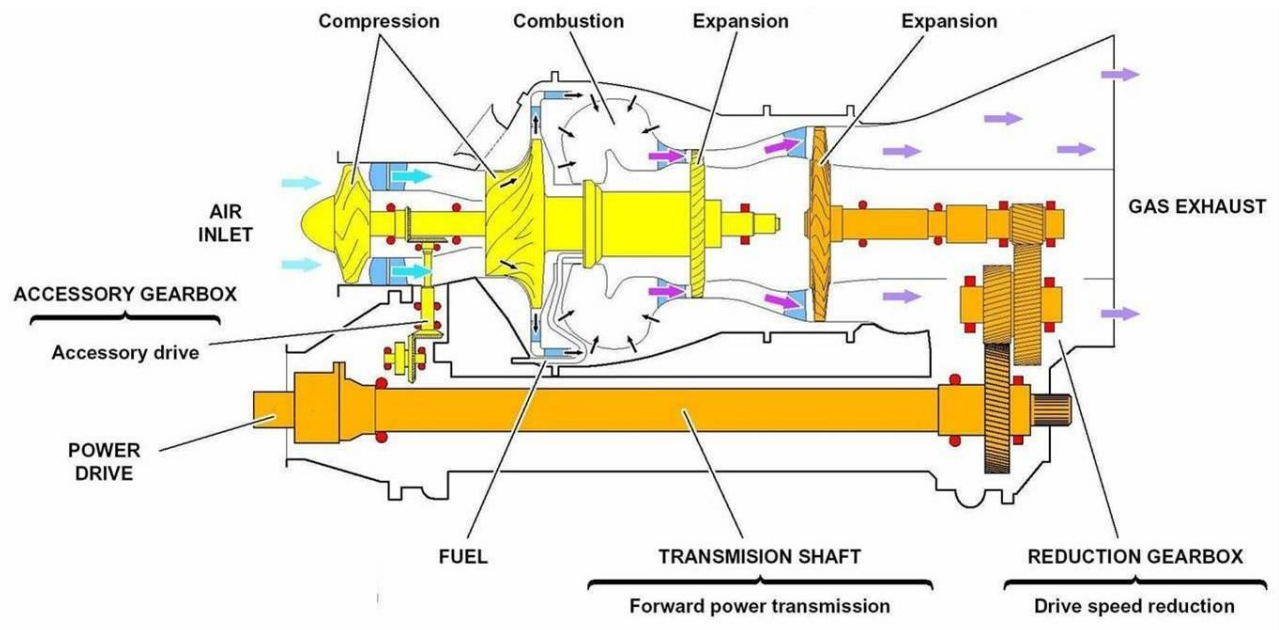
L'aria ed i prodotti della combustione evolventi nelle diverse parti dell'impianto possono essere considerati come gas perfetti con calore specifico costante rispettivamente pari a 1.0045 kJ/KgK e 1.185 kJ/kgK; per le condizioni ambiente di riferimento si considerino 1 bar e 20°C con il 50% di U.R. Determinare: i) l'entalpia e la temperatura nei punti del ciclo a gas; ii) la potenza necessaria per la 'bilanciatura' dell'albero; iii) il consumo di combustibile ed il rendimento dell'unità turbogas.

1.2 Sulla base della propria esperienza il candidato definisca le condizioni operative più opportune e prosegua con lo studio preliminare di un impianto a vapore con caldaia a recupero e microturbina nel rispetto dei seguenti vincoli:

- Pressione massima di vaporizzazione: $P_{\max} \leq 6 \text{ bar}$
- Temperatura di condensazione: $T_{\text{cond}} \geq 40^\circ\text{C}$
- Temperatura dei fumi emessi nell'ambiente: $\geq 110^\circ\text{C}$
- Rendimento della turbina a vapore: $\eta_t = 0.82$

Si richiede: i) la determinazione, in termini di pressione, temperatura ed entalpia specifica, dei punti appartenenti al ciclo termodinamico; ii) la portata di vapore producibile; iii) Il rendimento del ciclo a vapore e di quello combinato; iv) ipotizzando di raffreddare l'acqua di ritorno dal condensatore (la cui portata deve essere definita dal candidato) mediante una torre di raffreddamento a umido, è richiesta la scelta dell'unità più appropriata, utilizzando il diagramma di selezione in allegato. Per il calcolo della temperatura di bulbo umido T_w [°C] dell'aria si utilizzi la seguente relazione: $T_w = T_{\text{air}} \cdot (0.45 + 0.006 \cdot \text{U.R.} \cdot \text{SQRT}(P_{\text{atm}}/1060))$ in cui: T_{air} [°C] è la temperatura ambiente, U.R. l'umidità relativa [%], mentre P_{atm} rappresenta la pressione atmosferica [hPa].

ALLEGATO 1: SEZIONE DEL TURBOGAS



ALLEGATO 3: DIAGRAMMA PER LA SELEZIONE DELLA TORRE EVAPORATIVA

TRS serie/series

2 METODO DI SELEZIONE

2.1 DIMENSIONAMENTO DELLA TORRE

Noti la temperatura dell'acqua all'ingresso della torre, il salto termico desiderato, la temperatura dell'aria esterna al bulbo umido (B.U.), ricavare il "Fattore K" seguendo le indicazioni tratteggiate sul diagramma di selezione.

Dividere poi la portata acqua per il suddetto valore "K"; il risultato ottenuto è il numero indicante la grandezza della torre. Scegliere la grandezza della torre di raffreddamento la cui grandezza è immediatamente superiore al valore trovato (ad esempio se il risultato è 272 selezionare il modello TRS 280). Leggere poi sul diagramma relativo la perdita.

N.B. Nella scelta della pompa di circolazione acqua, non dimenticare di aggiungere il valore corrispondente all'altezza geodetica da superare, che è di 1.870 mm. per tutti i modelli.

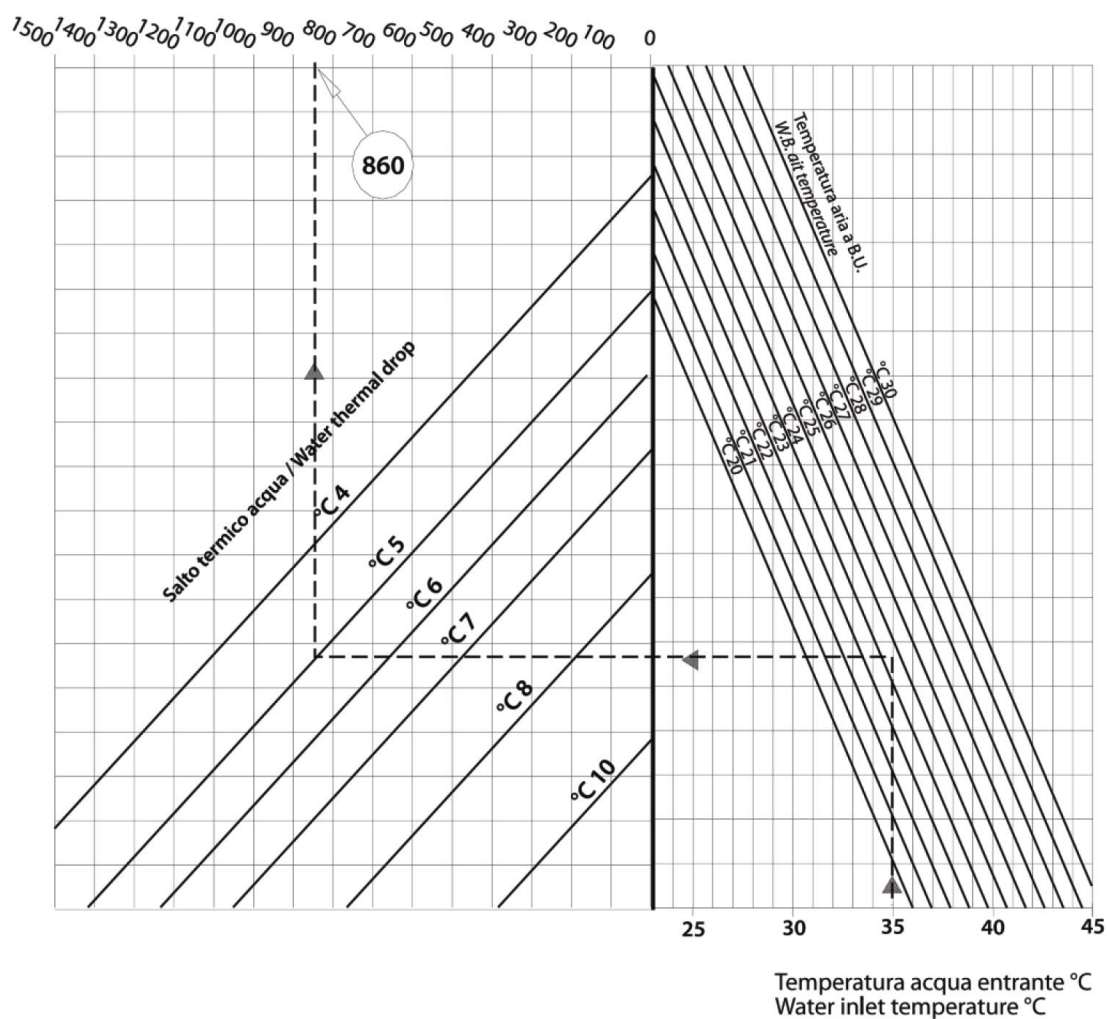
2 SELECTION METHOD

2.1 SIZING THE COOLING TOWER

Identify the water temperature at the inlet to the tower, the temperature difference required, the wet bulb temperature of the outside air, and calculate the "K Factor" following the instructions shown on the selection diagram.

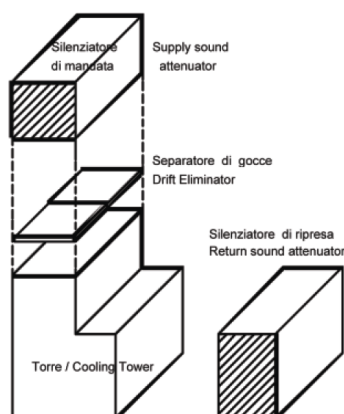
Then divide the water flow-rate by the above value "K"; and the result is the number that indicates the size of the cooling tower. Choose the size of the cooling tower immediately higher than the resulting value (for example, if the result is 272, select model TRS 280). Then read the pressure drop on the corresponding diagram.

N.B. When selecting the water pump, do not forget to add the value corresponding to the geodetic height to be overcome, which is 1,870 mm for all models.

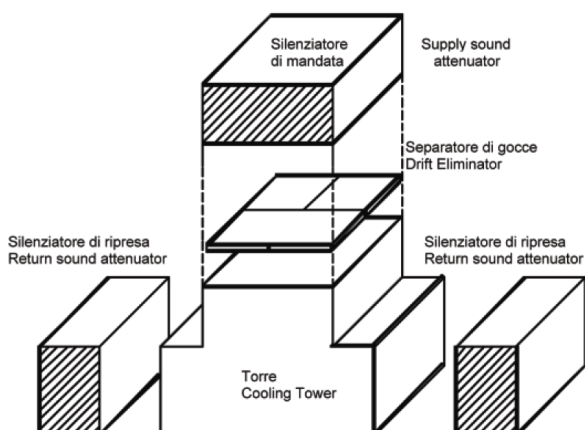


TRS serie/series

A) Sezioni torre singola / Single cooling tower section



B) Sezioni torre doppia / Double cooling tower section



TRS	DIMENSIONI COLLI PER SPEDIZIONE TORRE SILENZIATA (dimensioni A x B x Altezza in millimetri) SHIPPING DIMENSIONS OF COOLING TOWER and SOUND ATTENUATORS (Dimensions [mm]: A x B x Height)					
	Colli comuni Standard pieces		Colli da aggiungere nelle due diverse configurazioni Additional pieces for the two different solutions			
	Corpo torre (1 collo) Cooling tower (1 piece)	Sparatori di gocce (1 collo) su bancale Drift eliminator (1 piece) on pallet	Torre con attenuazione 10 dB Cooling tower silenced to 10 dB		Torre con attenuazione 20 dB Cooling tower silenced to 20 dB	
			Silenziatore di ripresa Return sound attenuator	Silenziatore mandata Supply sound attenuator	Silenziatore di ripresa Return sound attenuator	Silenziatore mandata Supply sound attenuator
20	1520x1690x2270h	900x600x200h	1 da 1520x650x1350h	1 da 1520x1000x870h	1 da 1520x950x1350h	1 da 1520x1000x117h
25	1520x1690x2270h	900x600x200h	1 da 1520x650x1350h	1 da 1520x1000x870h	1 da 1520x950x1350h	1 da 1520x1000x117h
30	1520x1690x2270h	900x600x200h	1 da 1520x650x1350h	1 da 1520x1000x870h	1 da 1520x950x1350h	1 da 1520x1000x117h
35	1520x1690x2270h	900x600x200h	1 da 1520x650x1350h	1 da 1520x1000x870h	1 da 1520x950x1350h	1 da 1520x1000x117h
40	1520x1690x2270h	900x600x200h	1 da 1520x650x1350h	1 da 1520x1000x870h	1 da 1520x950x1350h	1 da 1520x1000x117h
45	2620x1690x2270h	900x600x400h	1 da 2620x650x1350h	1 da 2620x1000x870h	1 da 2620x950x1350h	1 da 2620x1000x117h
50	2620x1690x2270h	900x600x400h	1 da 2620x650x1350h	1 da 2620x1000x870h	1 da 2620x950x1350h	1 da 2620x1000x117h
60	2620x1690x2270h	900x600x400h	1 da 2620x650x1350h	1 da 2620x1000x870h	1 da 2620x950x1350h	1 da 2620x1000x117h
70	2620x1690x2270h	900x600x400h	1 da 2620x650x1350h	1 da 2620x1000x870h	1 da 2620x950x1350h	1 da 2620x1000x117h
80	2620x1690x2270h	900x600x400h	1 da 2620x650x1350h	1 da 2620x1000x870h	1 da 2620x950x1350h	1 da 2620x1000x117h
90	3170x1690x2270h	900x600x500h	1 da 3170x650x1350h	1 da 3170x1000x870h	1 da 3170x950x1350h	1 da 3170x1000x117h
100	3170x1690x2270h	900x600x500h	1 da 3170x650x1350h	1 da 3170x1000x870h	1 da 3170x950x1350h	1 da 3170x1000x117h
120	2620x2280x2270h	1800x600x400h	2 da 2620x1130x1350h	1 da 2620x2000x870h	2 da 2620x1430x1350h	1 da 2620x2000x117h
140	2620x2280x2270h	1800x600x400h	2 da 2620x1130x1350h	1 da 2620x2000x870h	2 da 2620x1430x1350h	1 da 2620x2000x117h
160	2620x2280x2270h	1800x600x400h	2 da 2620x1130x1350h	1 da 2620x2000x870h	2 da 2620x1430x1350h	1 da 2620x2000x117h
180	3170x2280x2270h	1800x600x500h	2 da 3170x1130x1350h	1 da 3170x2000x870h	2 da 3170x1430x1350h	1 da 3170x2000x117h
200	3170x2280x2270h	1800x600x500h	2 da 3170x1130x1350h	1 da 3170x2000x870h	2 da 3170x1430x1350h	1 da 3170x2000x117h
240	5040x2280x2270h	1800x600x800h	2 da 5040x1130x1350h	1 da 5040x2000x870h	2 da 5040x1430x1350h	1 da 5040x2000x117h
280	5040x2280x2270h	1800x600x800h	2 da 5040x1130x1350h	1 da 5040x2000x870h	2 da 5040x1430x1350h	1 da 5040x2000x117h
320	5040x2280x2270h	1800x600x800h	2 da 5040x1130x1350h	1 da 5040x2000x870h	2 da 5040x1430x1350h	1 da 5040x2000x117h
360	6140x2280x2270h	1800x600x1000h	2 da 6140x1130x1350h	1 da 6140x2000x870h	2 da 6140x1430x1350h	1 da 6140x2000x117h
400	6140x2280x2270h	1800x600x1000h	2 da 6140x1130x1350h	1 da 6140x2000x870h	2 da 6140x1430x1350h	1 da 6140x2000x117h

ALLEGATO 2: TABELLE DEL VAPORE

p (bar)	T (°C)	v_cli m³/kg	v_cls m³/kg	h_cli kJ/kg	h_cls kJ/kg	r kJ/kg	s_cli kJ/kgK	s_cls kJ/kgK
0.010	6.97	0.001000	129.183351	29.30	2513.68	2484.38	0.1059	8.9749
0.015	13.02	0.001001	87.962125	54.68	2524.75	2470.06	0.1956	8.8271
0.020	17.50	0.001001	66.989656	73.43	2532.91	2459.48	0.2606	8.7227
0.025	21.08	0.001002	54.242123	88.43	2539.43	2451.00	0.3119	8.6422
0.030	24.08	0.001003	45.655044	100.99	2544.88	2443.89	0.3543	8.5766
0.035	26.67	0.001003	39.467828	111.84	2549.57	2437.74	0.3907	8.5213
0.040	28.96	0.001004	34.792482	121.40	2553.71	2432.31	0.4224	8.4735
0.045	31.01	0.001005	31.132018	129.98	2557.41	2427.43	0.4507	8.4314
0.050	32.88	0.001005	28.186314	137.76	2560.77	2423.00	0.4763	8.3939
0.055	34.58	0.001006	25.763289	144.90	2563.84	2418.93	0.4995	8.3600
0.060	36.16	0.001006	23.734226	151.49	2566.67	2415.17	0.5209	8.3291
0.065	37.63	0.001007	22.009592	157.63	2569.30	2411.67	0.5407	8.3008
0.070	39.00	0.001007	20.525162	163.37	2571.76	2408.39	0.5591	8.2746
0.075	40.29	0.001008	19.233646	168.76	2574.06	2405.30	0.5763	8.2502
0.080	41.51	0.001008	18.099447	173.85	2576.24	2402.39	0.5925	8.2274
0.085	42.66	0.001009	17.095247	178.68	2578.30	2399.62	0.6078	8.2060
0.090	43.76	0.001009	16.199731	183.26	2580.25	2396.99	0.6223	8.1859
0.095	44.81	0.001010	15.396018	187.63	2582.11	2394.48	0.6361	8.1669
0.100	45.81	0.001010	14.670563	191.81	2583.89	2392.08	0.6492	8.1489
0.110	47.68	0.001011	13.412428	199.66	2587.21	2387.56	0.6737	8.1155
0.120	49.42	0.001012	12.358624	206.91	2590.29	2383.38	0.6963	8.0850
0.130	51.04	0.001013	11.462746	213.66	2593.14	2379.47	0.7172	8.0570
0.140	52.55	0.001013	10.691500	219.99	2595.80	2375.82	0.7366	8.0312
0.150	53.97	0.001014	10.020366	225.93	2598.30	2372.37	0.7548	8.0071
0.160	55.31	0.001015	9.430884	231.55	2600.66	2369.11	0.7720	7.9847
0.170	56.59	0.001015	8.908887	236.88	2602.89	2366.01	0.7882	7.9636
0.180	57.80	0.001016	8.443316	241.95	2605.01	2363.06	0.8035	7.9437
0.190	58.95	0.001017	8.025414	246.78	2607.02	2360.25	0.8181	7.9250
0.200	60.06	0.001017	7.648154	251.40	2608.95	2357.55	0.8320	7.9072
0.210	61.12	0.001018	7.305830	255.83	2610.79	2354.96	0.8452	7.8904
0.220	62.13	0.001018	6.993761	260.08	2612.55	2352.47	0.8579	7.8743
0.230	63.11	0.001019	6.708071	264.17	2614.25	2350.07	0.8701	7.8589
0.240	64.05	0.001019	6.445519	268.12	2615.88	2347.76	0.8818	7.8442
0.250	64.96	0.001020	6.203379	271.92	2617.45	2345.52	0.8931	7.8302
0.260	65.84	0.001020	5.979338	275.61	2618.96	2343.36	0.9040	7.8167
0.270	66.69	0.001021	5.771421	279.17	2620.43	2341.26	0.9145	7.8037
0.280	67.52	0.001021	5.577930	282.62	2621.85	2339.22	0.9246	7.7912
0.290	68.32	0.001022	5.397401	285.97	2623.22	2337.25	0.9344	7.7791
0.300	69.10	0.001022	5.228562	289.23	2624.55	2335.32	0.9439	7.7675
0.320	70.59	0.001023	4.921645	295.47	2627.10	2331.63	0.9621	7.7453
0.340	72.00	0.001024	4.649819	301.40	2629.51	2328.11	0.9793	7.7245
0.360	73.35	0.001025	4.407339	307.04	2631.80	2324.76	0.9956	7.7050
0.380	74.63	0.001026	4.189654	312.42	2633.97	2321.56	1.0111	7.6865
0.400	75.86	0.001026	3.993111	317.57	2636.05	2318.48	1.0259	7.6690
0.450	78.71	0.001028	3.576072	329.55	2640.86	2311.31	1.0601	7.6288
0.500	81.32	0.001030	3.240150	340.48	2645.21	2304.74	1.0910	7.5930
0.550	83.71	0.001032	2.963598	350.52	2649.19	2298.67	1.1192	7.5606
0.600	85.93	0.001033	2.731830	359.84	2652.85	2293.02	1.1452	7.5311
0.650	87.99	0.001035	2.534693	368.53	2656.25	2287.72	1.1694	7.5040
0.700	89.93	0.001036	2.364900	376.68	2659.42	2282.74	1.1919	7.4790
0.750	91.76	0.001037	2.217080	384.37	2662.39	2278.02	1.2130	7.4557
0.800	93.49	0.001038	2.087190	391.64	2665.18	2273.54	1.2328	7.4339
0.850	95.13	0.001040	1.972124	398.55	2667.82	2269.27	1.2516	7.4135
0.900	96.69	0.001041	1.869459	405.13	2670.31	2265.19	1.2694	7.3942
0.950	98.18	0.001042	1.777272	411.41	2672.69	2261.27	1.2864	7.3760
1.000	99.61	0.001043	1.694023	417.44	2674.95	2257.51	1.3026	7.3588
1.100	102.29	0.001045	1.549552	428.77	2679.18	2250.40	1.3328	7.3268
1.200	104.78	0.001047	1.428446	439.30	2683.06	2243.76	1.3608	7.2976
1.300	107.11	0.001049	1.325411	449.13	2686.65	2237.52	1.3867	7.2708
1.400	109.29	0.001051	1.236649	458.37	2689.99	2231.62	1.4108	7.2460
1.500	111.35	0.001053	1.159358	467.08	2693.11	2226.03	1.4335	7.2229
1.600	113.30	0.001054	1.091429	475.34	2696.04	2220.71	1.4549	7.2014
1.700	115.15	0.001056	1.031243	483.18	2698.81	2215.62	1.4752	7.1811
1.800	116.91	0.001058	0.977534	490.67	2701.42	2210.75	1.4944	7.1620
1.900	118.60	0.001059	0.929300	497.82	2703.89	2206.07	1.5127	7.1440
2.000	120.21	0.001061	0.885735	504.68	2706.24	2201.56	1.5301	7.1269
2.100	121.76	0.001062	0.846187	511.27	2708.48	2197.21	1.5468	7.1106
2.200	123.25	0.001063	0.810119	517.61	2710.62	2193.00	1.5628	7.0951
2.300	124.69	0.001065	0.777086	523.73	2712.66	2188.93	1.5782	7.0802
2.400	126.07	0.001066	0.746716	529.64	2714.62	2184.98	1.5930	7.0660

p (bar)	T (°C)	v_cli m^3/kg	v_cls m^3/kg	h_cli kJ/kg	h_cls kJ/kg	r kJ/kg	s_cli kJ/kgK	s_cls kJ/kgK
2.500	127.41	0.001067	0.718697	535.35	2716.50	2181.15	1.6072	7.0524
2.600	128.71	0.001068	0.692763	540.88	2718.31	2177.42	1.6210	7.0393
2.700	129.97	0.001070	0.668687	546.25	2720.04	2173.79	1.6343	7.0267
2.800	131.19	0.001071	0.646274	551.46	2721.72	2170.26	1.6472	7.0146
2.900	132.37	0.001072	0.625355	556.53	2723.33	2166.81	1.6597	7.0029
3.000	133.53	0.001073	0.605786	561.45	2724.89	2163.44	1.6718	6.9916
3.100	134.65	0.001074	0.587437	566.26	2726.40	2160.14	1.6835	6.9806
3.200	135.74	0.001075	0.570196	570.93	2727.86	2156.92	1.6950	6.9700
3.300	136.81	0.001076	0.553966	575.50	2729.27	2153.77	1.7061	6.9597
3.400	137.85	0.001078	0.538658	579.96	2730.64	2150.68	1.7169	6.9498
3.500	138.86	0.001079	0.524196	584.31	2731.97	2147.65	1.7275	6.9401
3.600	139.85	0.001080	0.510510	588.57	2733.25	2144.69	1.7378	6.9307
3.700	140.82	0.001081	0.497540	592.73	2734.51	2141.77	1.7478	6.9215
3.800	141.77	0.001082	0.485229	596.81	2735.72	2138.91	1.7576	6.9126
3.900	142.70	0.001083	0.473528	600.81	2736.91	2136.10	1.7672	6.9039
4.000	143.61	0.001084	0.462392	604.72	2738.06	2133.33	1.7766	6.8954
4.100	144.50	0.001085	0.451781	608.56	2739.18	2130.62	1.7858	6.8872
4.200	145.38	0.001085	0.441658	612.33	2740.27	2127.94	1.7948	6.8791
4.300	146.24	0.001086	0.431990	616.03	2741.34	2125.31	1.8036	6.8712
4.400	147.08	0.001087	0.422747	619.66	2742.37	2122.72	1.8122	6.8635
4.500	147.91	0.001088	0.413901	623.22	2743.39	2120.16	1.8206	6.8560
4.600	148.72	0.001089	0.405426	626.73	2744.38	2117.65	1.8289	6.8486
4.700	149.52	0.001090	0.397299	630.18	2745.34	2115.17	1.8371	6.8414
4.800	150.30	0.001091	0.389499	633.57	2746.28	2112.72	1.8450	6.8343
4.900	151.08	0.001092	0.382007	636.90	2747.21	2110.30	1.8529	6.8274
5.000	151.84	0.001093	0.374805	640.18	2748.11	2107.92	1.8606	6.8206
5.200	153.32	0.001094	0.361202	646.60	2749.85	2103.25	1.8756	6.8074
5.400	154.76	0.001096	0.348573	652.83	2751.52	2098.69	1.8901	6.7947
5.600	156.15	0.001097	0.336816	658.88	2753.12	2094.24	1.9042	6.7824
5.800	157.51	0.001099	0.325842	664.77	2754.66	2089.89	1.9179	6.7706
6.000	158.83	0.001101	0.315575	670.50	2756.14	2085.64	1.9311	6.7592
6.200	160.12	0.001102	0.305948	676.09	2757.56	2081.47	1.9440	6.7481
6.400	161.37	0.001104	0.296902	681.54	2758.93	2077.39	1.9565	6.7374
6.600	162.59	0.001105	0.288386	686.86	2760.25	2073.39	1.9686	6.7269
6.800	163.79	0.001107	0.280353	692.06	2761.52	2069.46	1.9805	6.7168
7.000	164.95	0.001108	0.272764	697.14	2762.75	2065.61	1.9921	6.7070
7.200	166.09	0.001109	0.265582	702.12	2763.94	2061.82	2.0034	6.6974
7.400	167.21	0.001111	0.258775	706.99	2765.08	2058.10	2.0144	6.6881
7.600	168.30	0.001112	0.252314	711.76	2766.19	2054.43	2.0252	6.6790
7.800	169.37	0.001113	0.246172	716.43	2767.26	2050.83	2.0357	6.6702
8.000	170.41	0.001115	0.240328	721.02	2768.30	2047.29	2.0460	6.6615
8.200	171.44	0.001116	0.234758	725.52	2769.31	2043.79	2.0561	6.6531
8.400	172.45	0.001117	0.229445	729.93	2770.28	2040.35	2.0659	6.6449
8.600	173.43	0.001119	0.224370	734.27	2771.23	2036.96	2.0756	6.6368
8.800	174.41	0.001120	0.219518	738.53	2772.15	2033.61	2.0851	6.6289
9.000	175.36	0.001121	0.214874	742.72	2773.04	2030.31	2.0944	6.6212
9.200	176.29	0.001122	0.210425	746.84	2773.90	2027.06	2.1035	6.6137
9.400	177.21	0.001124	0.206158	750.90	2774.74	2023.84	2.1125	6.6063
9.600	178.12	0.001125	0.202064	754.89	2775.56	2020.67	2.1213	6.5991
9.800	179.01	0.001126	0.198130	758.81	2776.35	2017.53	2.1299	6.5919
10.000	179.89	0.001127	0.194349	762.68	2777.12	2014.44	2.1384	6.5850
10.500	182.02	0.001130	0.185504	772.10	2778.95	2006.85	2.1591	6.5681
11.000	184.07	0.001133	0.177436	781.20	2780.67	1999.47	2.1789	6.5520
11.500	186.05	0.001136	0.170045	789.99	2782.27	1992.28	2.1979	6.5365
12.000	187.96	0.001139	0.163250	798.50	2783.77	1985.27	2.2163	6.5217
12.500	189.82	0.001141	0.156980	806.75	2785.18	1978.42	2.2340	6.5074
13.000	191.61	0.001144	0.151175	814.76	2786.49	1971.73	2.2512	6.4936
13.500	193.35	0.001146	0.145786	822.55	2787.73	1965.18	2.2678	6.4804
14.000	195.05	0.001149	0.140768	830.13	2788.89	1958.76	2.2839	6.4675
14.500	196.69	0.001151	0.136084	837.52	2789.99	1952.47	2.2995	6.4551
15.000	198.30	0.001154	0.131702	844.72	2791.01	1946.29	2.3147	6.4431
15.500	199.86	0.001156	0.127593	851.74	2791.97	1940.23	2.3294	6.4314
16.000	201.38	0.001159	0.123732	858.61	2792.88	1934.27	2.3438	6.4200
16.500	202.86	0.001161	0.120097	865.32	2793.73	1928.41	2.3578	6.4090
17.000	204.31	0.001163	0.116668	871.89	2794.53	1922.64	2.3715	6.3983
17.500	205.73	0.001166	0.113428	878.32	2795.28	1916.97	2.3848	6.3878
18.000	207.12	0.001168	0.110362	884.61	2795.99	1911.37	2.3978	6.3776
18.500	208.48	0.001170	0.107456	890.79	2796.65	1905.86	2.4105	6.3676
19.000	209.81	0.001172	0.104698	896.84	2797.26	1900.42	2.4229	6.3579
19.500	211.11	0.001175	0.102076	902.79	2797.84	1895.06	2.4351	6.3484
20.000	212.38	0.001177	0.099581	908.62	2798.38	1889.76	2.4470	6.3392

Temper. (°C)	P= 4.0 bar			P= 5.0 bar			P= 6.0 bar			P= 8.0 bar		
	$T_{sat}= 143.61^{\circ}\text{C}$			$T_{sat}= 151.84^{\circ}\text{C}$			$T_{sat}= 158.83^{\circ}\text{C}$			$T_{sat}= 170.41^{\circ}\text{C}$		
	$v_{dl}= 0.001084\text{ m}^3/\text{kg}$			$v_{dl}= 0.001093\text{ m}^3/\text{kg}$			$v_{dl}= 0.001101\text{ m}^3/\text{kg}$			$v_{dl}= 0.001115\text{ m}^3/\text{kg}$		
	$v_{ds}= 0.462392\text{ m}^3/\text{kg}$			$v_{ds}= 0.374805\text{ m}^3/\text{kg}$			$v_{ds}= 0.315575\text{ m}^3/\text{kg}$			$v_{ds}= 0.240328\text{ m}^3/\text{kg}$		
	$h_{dl}= 604.723\text{ kJ/kg}$			$h_{dl}= 640.185\text{ kJ/kg}$			$h_{dl}= 670.501\text{ kJ/kg}$			$h_{dl}= 721.017\text{ kJ/kg}$		
	$h_{ds}= 2738.057\text{ kJ/kg}$			$h_{ds}= 2748.108\text{ kJ/kg}$			$h_{ds}= 2756.139\text{ kJ/kg}$			$h_{ds}= 2768.303\text{ kJ/kg}$		
	$s_{dl}= 1.7766\text{ kJ/kgK}$			$s_{dl}= 1.8606\text{ kJ/kgK}$			$s_{dl}= 1.9311\text{ kJ/kgK}$			$s_{dl}= 2.0460\text{ kJ/kgK}$		
	$s_{ds}= 6.8954\text{ kJ/kgK}$			$s_{ds}= 6.8206\text{ kJ/kgK}$			$s_{ds}= 6.7592\text{ kJ/kgK}$			$s_{ds}= 6.6615\text{ kJ/kgK}$		
	$v\text{ (m}^3/\text{kg)}$	$h\text{ (kJ/kg)}$	$s\text{ (kJ/kgK)}$	$v\text{ (m}^3/\text{kg)}$	$h\text{ (kJ/kg)}$	$s\text{ (kJ/kgK)}$	$v\text{ (m}^3/\text{kg)}$	$h\text{ (kJ/kg)}$	$s\text{ (kJ/kgK)}$	$v\text{ (m}^3/\text{kg)}$	$h\text{ (kJ/kg)}$	$s\text{ (kJ/kgK)}$
10.0	0.0010	42.410	0.1510	0.0010	42.507	0.1510	0.0010	42.605	0.1510	0.0010	42.800	0.1510
20.0	0.0010	84.294	0.2964	0.0010	84.388	0.2964	0.0010	84.482	0.2964	0.0010	84.670	0.2963
30.0	0.0010	126.106	0.4367	0.0010	126.197	0.4366	0.0010	126.288	0.4366	0.0010	126.471	0.4366
40.0	0.0010	167.889	0.5723	0.0010	167.978	0.5722	0.0010	168.066	0.5722	0.0010	168.243	0.5721
50.0	0.0010	209.671	0.7036	0.0010	209.757	0.7036	0.0010	209.843	0.7035	0.0010	210.015	0.7034
60.0	0.0010	251.474	0.8310	0.0010	251.558	0.8310	0.0010	251.642	0.8309	0.0010	251.809	0.8308
70.0	0.0010	293.320	0.9548	0.0010	293.401	0.9547	0.0010	293.483	0.9547	0.0010	293.647	0.9545
80.0	0.0010	335.229	1.0752	0.0010	335.309	1.0751	0.0010	335.388	1.0750	0.0010	335.548	1.0749
90.0	0.0010	377.224	1.1924	0.0010	377.301	1.1923	0.0010	377.378	1.1923	0.0010	377.533	1.1921
100.0	0.0010	419.323	1.3068	0.0010	419.399	1.3067	0.0010	419.474	1.3066	0.0010	419.624	1.3065
110.0	0.0011	461.550	1.4185	0.0011	461.623	1.4184	0.0011	461.696	1.4183	0.0011	461.841	1.4181
120.0	0.0011	503.926	1.5276	0.0011	503.996	1.5275	0.0011	504.067	1.5275	0.0011	504.207	1.5273
130.0	0.0011	546.476	1.6345	0.0011	546.543	1.6344	0.0011	546.611	1.6343	0.0011	546.746	1.6341
140.0	0.0011	589.225	1.7392	0.0011	589.290	1.7391	0.0011	589.355	1.7390	0.0011	589.484	1.7388
150.0	0.4709	2752.780	6.9305	0.0011	632.266	1.8419	0.0011	632.328	1.8418	0.0011	632.451	1.8416
160.0	0.4839	2775.189	6.9828	0.3837	2767.378	6.8655	0.3167	2759.022	6.7658	0.0011	675.681	1.9426
170.0	0.4968	2797.091	7.0328	0.3943	2790.188	6.9176	0.3258	2782.968	6.8205	0.0011	719.211	2.0419
180.0	0.5094	2818.640	7.0809	0.4047	2812.450	6.9672	0.3347	2806.037	6.8720	0.2472	2792.436	6.7154
190.0	0.5219	2839.920	7.1274	0.4149	2834.322	7.0150	0.3435	2828.552	6.9211	0.2541	2816.461	6.7678
200.0	0.5343	2860.992	7.1724	0.4250	2855.896	7.0611	0.3521	2850.663	6.9684	0.2609	2839.770	6.8176
210.0	0.5467	2881.901	7.2161	0.4351	2877.237	7.1057	0.3606	2872.462	7.0139	0.2675	2862.569	6.8653
220.0	0.5589	2902.685	7.2587	0.4450	2898.395	7.1491	0.3690	2894.014	7.0581	0.2740	2884.973	6.9112
230.0	0.5710	2923.374	7.3002	0.4549	2919.409	7.1912	0.3774	2915.370	7.1010	0.2805	2907.064	6.9555
240.0	0.5831	2943.991	7.3408	0.4647	2940.312	7.2324	0.3857	2936.572	7.1427	0.2869	2928.904	6.9985
250.0	0.5952	2964.556	7.3805	0.4744	2961.130	7.2726	0.3939	2957.653	7.1834	0.2932	2950.543	7.0403
260.0	0.6072	2985.088	7.4194	0.4841	2981.885	7.3119	0.4021	2978.640	7.2231	0.2995	2972.022	7.0810
270.0	0.6192	3005.598	7.4575	0.4938	3002.595	7.3503	0.4102	2999.557	7.2620	0.3057	2993.374	7.1206
280.0	0.6311	3026.099	7.4949	0.5034	3023.275	7.3881	0.4183	3020.422	7.3001	0.3119	3014.627	7.1594
290.0	0.6430	3046.601	7.5316	0.5130	3043.939	7.4251	0.4264	3041.252	7.3374	0.3180	3035.804	7.1974
300.0	0.6549	3067.112	7.5677	0.5226	3064.596	7.4614	0.4344	3062.060	7.3740	0.3242	3056.924	7.2345
310.0	0.6667	3087.639	7.6032	0.5321	3085.256	7.4972	0.4424	3082.856	7.4100	0.3302	3078.003	7.2710
320.0	0.6786	3108.188	7.6381	0.5417	3105.926	7.5323	0.4504	3103.650	7.4453	0.3363	3099.054	7.3068
330.0	0.6904	3128.764	7.6725	0.5512	3126.614	7.5669	0.4584	3124.452	7.4801	0.3424	3120.089	7.3420
340.0	0.7022	3149.371	7.7064	0.5607	3147.324	7.6010	0.4663	3145.266	7.5143	0.3484	3141.119	7.3765
350.0	0.7139	3170.013	7.7398	0.5701	3168.061	7.6345	0.4743	3166.100	7.5480	0.3544	3162.150	7.4106
360.0	0.7257	3190.695	7.7728	0.5796	3188.830	7.6676	0.4822	3186.958	7.5812	0.3604	3183.191	7.4441
370.0	0.7375	3211.417	7.8052	0.5890	3209.635	7.7002	0.4901	3207.846	7.6140	0.3664	3204.248	7.4771
380.0	0.7492	3232.185	7.8373	0.5985	3230.478	7.7323	0.4980	3228.766	7.6463	0.3724	3225.325	7.5096
390.0	0.7609	3252.998	7.8689	0.6079	3251.363	7.7641	0.5059	3249.723	7.6781	0.3783	3246.428	7.5416
400.0	0.7726	3273.860	7.9001	0.6173	3272.292	7.7954	0.5137	3270.719	7.7095	0.3843	3267.561	7.5733
410.0	0.7843	3294.773	7.9310	0.6267	3293.267	7.8263	0.5216	3291.758	7.7405	0.3902	3288.728	7.6045
420.0	0.7960	3315.738	7.9614	0.6361	3314.291	7.8569	0.5294	3312.841	7.7712	0.3961	3309.931	7.6353
430.0	0.8077	3336.756	7.9915	0.6455	3335.365	7.8871	0.5373	3333.971	7.8014	0.4021	3331.174	7.6657
440.0	0.8194	3357.829	8.0213	0.6548	3356.490	7.9169	0.5451	3355.149	7.8314	0.4080	3352.459	7.6958
450.0	0.8311	3378.958	8.0507	0.6642	3377.669	7.9464	0.5530	3376.378	7.8609	0.4139	3373.789	7.7255
460.0	0.8428	3400.145	8.0798	0.6736	3398.903	7.9756	0.5608	3397.659	7.8901	0.4198	3395.165	7.7548
470.0	0.8544	3421.390	8.1086	0.6829	3420.193	8.0044	0.5686	3418.993	7.9190	0.4257	3416.589	7.7839
480.0	0.8661	3442.695	8.1371	0.6923	3441.540	8.0329	0.5764	3440.383	7.9476	0.4316	3438.064	7.8126
490.0	0.8777	3464.060	8.1652	0.7016	3462.944	8.0612	0.5842	3461.828	7.9759	0.4374	3459.590	7.8410
500.0	0.8894	3485.485	8.1931	0.7109	3484.408	8.0891	0.5920	3483.330	8.0039	0.4433	3481.169	7.8690
510.0	0.9010	3506.973	8.2207	0.7203	3505.932	8.1168	0.5998	3504.890	8.0316	0.4492	3502.803	7.8969
520.0	0.9126	3528.523	8.2481	0.7296	3527.517	8.1442	0.6076	3526.510	8.0591	0.4551	3524.492	7.9244
530.0	0.9243	3550.136	8.2752	0.7389	3549.163	8.1713	0.6154	3548.189	8.0862	0.4609	3546.238	7.9516
540.0	0.9359	3571.812	8.3020	0.7483	3570.871	8.1981	0.6232	3569.929	8.1131	0.4668	3568.042	7.9786
550.0	0.9475	3593.553	8.3286	0.7576	3592.642	8.2247	0.6309	3591.730	8.1398	0.4726	3589.904	8.0053
560.0	0.9591	3615.359	8.3549	0.7669	3614.477	8.2511	0.6387	3613.593	8.1662	0.4785	3611.825	8.0318
570.0	0.9708	3637.230	8.3810	0.7762	3636.375	8.2772	0.6465	3635.520	8.1923	0.4843	3633.806	8.0580
580.0	0.9824	3659.166	8.4069	0.7855	3658.338	8.3031	0.6542	3657.509	8.2183	0.4902	3655.849	8.0840
590.0	0.9940	3681.169	8.4325	0.7948	3680.366	8.3288	0.6620	3679.562	8.2439	0.4960	3677.953	8.1098
600.0	1.0056	3703.238	8.4579	0.8041	3702.459	8.3543	0.6698	3701.679	8.2694	0.5019	3700.118	8.1353