



PROPRIEDADES GERAIS

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Propriedades de alguns sólidos a 25 °C

Sólido	C_p kJ/(kg*K)	ρ kg/m ³
Aço (AISI304)	0,46	7820
Acrílico	1,44	1180
Alumínio	0,9	2700
Areia (seca)	0,8	1500
Asfalto	0,92	2120
Borracha (macia)	1,67	1100
Carbono, diamante	0,51	3250
Carbono, grafite	0,61	2000–2500
Carvão	1,26	1200–1500
Chumbo	0,128	11340
Cobre	0,42	8300
Concreto	0,88	2200
Estanho	0,22	7304
Ferro fundido	0,42	7272
Gelo (0 °C)	2,04	917
Granito	0,89	2750
Lã	1,72	100
Lã de vidro	0,66	20
Latão, 60–40	0,38	8400
Madeira dura	1,26	720
Madeira mole (pinho)	1,38	510
Magnésio, 2% Mn	1	1778
Neve, firme	2,1	560
Níquel, 10% Cr	0,44	8666
Ouro	0,13	19300
Papel	1,2	700
Poliestireno	2,3	920
Prata, 99,9%	0,24	10524
PVC	0,96	1380
Sal, rocha	0,92	2100–2500
Silício	0,7	2330
Sódio	1,21	970
Tijolo (comum)	0,84	1800
Tungstênio	0,13	19300
Vidro	0,8	2500
Zinco	0,39	7144

Propriedades de alguns líquidos a 25 °C

(ou à temperatura de fusão, caso seja maior que 25 °C)

Líquido	C_p kJ/(kg*K)	ρ kg/m ³
Água	4,184	997
Amônia	4,8	602
Benzeno	1,72	879
Butano	2,469	556
CCL4	0,83	1584
CO2	2,9	680
Estanho, Sn	0,24	6950
Etanol	2,46	783
Gasolina	2,08	750
Glicerina	2,42	1260
Metanol	2,55	787
n-octano	2,23	692
Óleo (leve)	1,8	910
Óleo de motor	1,9	885
Propano	2,54	510
Querosene	2	815
R-12	0,971	1310
R-125	1,41	1191
R-134a	1,43	1206
R-22	1,43	1206
R-32	1,94	961
R-410A	1,69	1059
Metais líquidos		
Bismuto, Bi	0,14	10040
Chumbo, Pb	0,16	10660
Mercúrio, Hg	0,14	13580
Na/K (56/44)	1,13	887
Potássio, K	0,81	828
Sódio, Na	1,38	929
Zinco, Zn	0,5	6570

Tabelas retiradas do livro Fundamentals of Thermodynamics (BORGNAKKE; SONNTAG; VAN WYLEN, 2009).

BORGNAKKE, C.; SONNTAG, R. E.; VAN WYLEN, G. J. Fundamentals of thermodynamics. 7. ed. New York: Wiley, 2009.

Propriedades de vários gases ideais a 25 °C e 100 kPa*

Gás	Fórmula química	Peso molecular	R kJ/(kg * K)	ρ (km/m ³)	C_{p0} kJ/(kg * K)	C_{v0} kJ/(kg * K)	$k=C_p/C_v$
Acetileno	C ₂ H ₂	26,038	0,3193	1,05	1,699	1,38	1,231
Água (vapor)	H ₂ O	18,015	0,4615	0,0231	1,872	1,41	1,327
Ar		28,97	0,287	1,169	1,004	0,717	1,4
Amônia	NH ₃	17,031	0,4882	0,694	2,13	1,642	1,297
Argônio	Ar	39,948	0,2081	1,613	0,52	0,312	1,667
Butano	C ₄ H ₁₀	58,124	0,143	2,407	1,716	1,573	1,091
Dióxido de Carbono	CO ₂	44,01	0,1889	1,775	0,842	0,653	1,289
Monóxido de Carbono	CO	28,01	0,2968	1,13	1,041	0,744	1,4
Etano	C ₂ H ₆	30,07	0,2765	1,222	1,766	1,49	1,186
Etanol	C ₂ H ₅ OH	46,069	0,1805	1,883	1,427	1,246	1,145
Etileno	C ₂ H ₄	28,054	0,2964	1,138	1,548	1,252	1,237
Hélio	He	4,003	2,0771	0,1615	5,193	3,116	1,667
Hidrogênio	H ₂	2,016	4,1243	0,0813	14,209	10,085	1,409
Metano	CH ₄	16,043	0,5183	0,648	2,254	1,736	1,299
Metanol	CH ₃ OH	32,042	0,2595	1,31	1,405	1,146	1,227
Neônio	Ne	20,183	0,412	0,814	1,03	0,618	1,667
Nitrogênio	N ₂	28,013	0,2968	1,13	1,042	0,745	1,4
Óxido nítrico	NO	30,006	0,2771	1,21	0,993	0,716	1,387
Óxido nitroso	N ₂ O	44,013	0,1889	1,775	0,879	0,69	1,274
n-Octano	C ₈ H ₁₈	114,23	0,0727	0,092	1,7113	1,638	1,044
Oxigênio	O ₂	31,999	0,2598	1,292	0,9216	0,662	1,393
Propano	C ₃ H ₈	44,094	0,1886	1,808	1,679	1,49	1,126
R-12	CCl ₂ F ₂	120,914	0,06876	4,98	0,616	0,547	1,126
R-22	CHClF ₂	86,469	0,09616	3,54	0,658	0,562	1,171
R-32	CF ₂ H ₂	52,024	0,1598	2,125	0,822	0,662	1,242
R-125	CHF ₂ CF ₃	120,022	0,06927	4,918	0,791	0,722	1,097
R-134a	CF ₃ CH ₂ F	102,03	0,08149	4,2	0,852	0,771	1,106
Dióxido de enxofre	SO ₂	64,059	0,1298	2,618	0,624	0,494	1,263
Trióxido de enxofre	SO ₃	80,053	0,10386	3,272	0,635	0,531	1,196

* ou na pressão de saturação se esta for menor que 100 kPa

Tabelas retiradas do livro Fundamentals of Thermodynamics (BORGNAKKE; SONNTAG; VAN WYLEN, 2009).

BORGNAKKE, C.; SONNTAG, R. E.; VAN WYLEN, G. J. Fundamentals of thermodynamics. 7. ed. New York: Wiley, 2009.

Calor específico a pressão constante de vários gases ideais em função da temperatura

$$C_{p,0} = C_0 + C_1\theta + C_2\theta^2 + C_3\theta^3 \quad \text{Kj}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \quad \theta = T \text{ (Kelvin)}/1000$$

Gás	Fórmula	C_0	C_1	C_2	C_3	Intervalo K
Ar		0,92	0,277	-0,0684	0,00602	200-4500
Dióxido de carbono	CO ₂	0,676	0,774	-0,265	0,0294	220-4500
Nitrogênio	N ₂	0,948	0,279	-0,0681	0,00572	200-4500
Oxigênio	O ₂	0,842	0,315	-0,0889	0,00948	200-4500

Tabela criada por Alexandre Olender com base no software CoolProp (BELL et al., 2014) e com valores de referência obtidos na literatura (BORGNAKKE; SONNTAG; VAN WYLEN, 2009).

BELL, I. H. et al. Pure and pseudo-pure fluid thermophysical property evaluation and the open-source thermophysical property library coolprop. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, v. 53, n. 6, p. 2498–2508, 2014. coolprop.com

BORGNAKKE, C.; SONNTAG, R. E.; VAN WYLEN, G. J. *Fundamentals of thermodynamics*. 7. ed. New York: Wiley, 2009.

Propriedades termodinâmicas do ar como gás ideal

T [K]	u kJ/kg	h kJ/kg	s_T^0 kJ/(kg * K)	P_r	v_r
200	142,77	200,17	6,4626	0,26926	493,47
220	157,08	220,22	6,5581	0,37560	389,13
240	171,39	240,27	6,6454	0,50902	313,24
260	185,71	260,33	6,7257	0,67329	256,55
280	200,04	280,41	6,8001	0,87242	213,22
300	214,39	300,49	6,8693	1,1106	179,46
320	228,75	320,60	6,9342	1,3923	152,70
340	243,14	340,73	6,9952	1,7221	131,17
360	257,57	360,89	7,0529	2,1049	113,63
380	272,02	381,09	7,1075	2,5459	99,161
400	286,53	401,34	7,1594	3,0506	87,110
420	301,08	421,63	7,2089	3,6248	76,977
440	315,68	441,98	7,2562	4,2746	68,385
460	330,35	462,39	7,3016	5,0064	61,042
480	345,09	482,86	7,3452	5,8271	54,725
500	359,90	503,41	7,3871	6,7440	49,256
520	374,78	524,04	7,4276	7,7645	44,493
540	389,75	544,75	7,4666	8,8968	40,324
560	404,80	565,54	7,5044	10,149	36,657
580	419,94	586,42	7,5411	11,531	33,417
600	435,17	607,39	7,5766	13,051	30,542
620	450,50	628,46	7,6112	14,720	27,983
640	465,92	649,62	7,6447	16,547	25,696
660	481,43	670,87	7,6774	18,544	23,646
680	497,04	692,22	7,7093	20,721	21,802
700	512,74	713,67	7,7404	23,091	20,140
720	528,55	735,21	7,7707	25,665	18,638
740	544,44	756,85	7,8004	28,458	17,276
760	560,44	778,59	7,8294	31,481	16,039
780	576,53	800,42	7,8577	34,749	14,913
800	592,71	822,34	7,8855	38,276	13,885
820	608,99	844,36	7,9127	42,078	12,947
840	625,35	866,46	7,9393	46,170	12,087
860	641,81	888,66	7,9654	50,567	11,299
880	658,36	910,95	7,9910	55,288	10,574
900	674,99	933,32	8,0162	60,348	9,9079
920	691,70	955,78	8,0408	65,766	9,2937
940	708,50	978,32	8,0651	71,561	8,7268
960	725,39	1000,9	8,0889	77,751	8,2029
980	742,35	1023,6	8,1123	84,356	7,7181
1000	759,39	1046,4	8,1353	91,396	7,2690
1050	802,31	1103,7	8,1912	111,04	6,2821
1100	845,68	1161,4	8,2449	133,89	5,4582
1150	889,47	1219,6	8,2966	160,30	4,7660
1200	933,65	1278,1	8,3464	190,69	4,1808
1250	978,20	1337,0	8,3945	225,46	3,6833
1300	1023,1	1396,2	8,4410	265,09	3,2580

Propriedades termodinâmicas do ar como gás ideal

T [K]	u kJ/kg	h kJ/kg	s_T^0 kJ/(kg * K)	P_r	v_r
1350	1068,3	1455,8	8,4859	310,04	2,8928
1400	1113,8	1515,7	8,5295	360,82	2,5777
1450	1159,6	1575,8	8,5717	417,99	2,3046
1500	1205,7	1636,3	8,6127	482,11	2,0670
1550	1252,0	1696,9	8,6525	553,79	1,8595
1600	1298,6	1757,8	8,6911	633,67	1,6775
1650	1345,4	1819,0	8,7288	722,42	1,5174
1700	1392,4	1880,3	8,7654	820,74	1,3761
1750	1439,6	1941,9	8,8011	929,38	1,2510
1800	1486,9	2003,6	8,8359	1049,1	1,1399
1850	1534,5	2065,5	8,8698	1180,8	1,0409
1900	1582,3	2127,6	8,9029	1325,2	0,95252
1950	1630,2	2189,9	8,9353	1483,3	0,87340
2000	1678,3	2252,3	8,9669	1656,0	0,80238
2050	1726,5	2314,9	8,9978	1844,2	0,73849
2100	1774,9	2377,7	9,0280	2049,0	0,68088
2150	1823,4	2440,5	9,0576	2271,5	0,62882
2200	1872,0	2503,5	9,0866	2512,7	0,58167
2250	1920,8	2566,7	9,1150	2773,9	0,53889
2300	1969,7	2629,9	9,1428	3056,0	0,50000
2350	2018,8	2693,3	9,1700	3360,6	0,46458
2400	2067,9	2756,8	9,1968	3688,7	0,43226
2450	2117,2	2820,5	9,2230	4041,7	0,40272
2500	2166,6	2884,2	9,2488	4421,1	0,37567
2550	2216,1	2948,1	9,2740	4828,2	0,35088
2600	2265,7	3012,0	9,2989	5264,6	0,32810
2650	2315,4	3076,1	9,3233	5731,7	0,30716
2700	2365,2	3140,2	9,3473	6231,1	0,28787
2750	2415,1	3204,5	9,3708	6764,5	0,27008
2800	2465,1	3268,8	9,3940	7333,6	0,25365
2850	2515,1	3333,2	9,4168	7940,1	0,23846
2900	2565,3	3397,8	9,4393	8585,8	0,22440
2950	2615,6	3462,4	9,4614	9272,6	0,21136
3000	2665,9	3527,1	9,4831	10002	0,19926
3050	2716,3	3591,8	9,5045	10777	0,18802
3100	2766,8	3656,7	9,5256	11599	0,17756
3150	2817,4	3721,6	9,5464	12470	0,16782
3200	2868,1	3786,6	9,5669	13392	0,15875
3250	2918,8	3851,7	9,5871	14367	0,15028
3300	2969,6	3916,9	9,6070	15399	0,14238
3350	3020,5	3982,1	9,6266	16488	0,13498
3400	3071,5	4047,4	9,6459	17638	0,12807
3450	3122,5	4112,8	9,6650	18851	0,12159
3500	3173,6	4178,3	9,6839	20129	0,11552
3550	3224,8	4243,8	9,7024	21475	0,10982
3600	3276,0	4309,4	9,7208	22893	0,10447
3650	3327,3	4375,0	9,7389	24383	0,09945

Propriedades termodinâmicas do ar como gás ideal

T [K]	u kJ/kg	h kJ/kg	s_T^0 kJ/(kg * K)	P_r	v_r
3700	3378,6	4440,7	9,7568	25950	0,094724
3750	3430,1	4506,5	9,7744	27597	0,090277
3800	3481,5	4572,3	9,7919	29325	0,086088
3850	3533,1	4638,2	9,8091	31139	0,082140
3900	3584,7	4704,2	9,8261	33041	0,078417
3950	3636,3	4770,2	9,8429	35035	0,074903
4000	3688,1	4836,2	9,8596	37123	0,071584
4050	3739,8	4902,4	9,8760	39310	0,068447
4100	3791,7	4968,5	9,8922	41598	0,065480
4150	3843,5	5034,8	9,9083	43992	0,062673
4200	3895,5	5101,1	9,9242	46494	0,060015
4250	3947,5	5167,4	9,9399	49108	0,057496
4300	3999,5	5233,8	9,9554	51838	0,055109
4350	4051,6	5300,3	9,9708	54688	0,052844
4400	4103,8	5366,8	9,9860	57662	0,050695
4450	4156,0	5433,3	10,001	60764	0,048654
4500	4208,2	5499,9	10,016	63998	0,046714

Tabela criada por Alexandre Olender com base no software CoolProp (BELL et al., 2014) e com valores de referência obtidos na literatura (BORGNAKKE; SONNTAG; VAN WYLEN, 2009).

BELL, I. H. et al. Pure and pseudo-pure fluid thermophysical property evaluation and the open-source thermophysical property library coolprop. Industrial and Engineering Chemistry Research, v. 53, n. 6, p. 2498–2508, 2014. coolprop.com

BORGNAKKE, C.; SONNTAG, R. E.; VAN WYLEN, G. J. Fundamentals of thermodynamics. 7. ed. New York: Wiley, 2009.

Propriedades termodinâmicas do N₂ como gás ideal

T [K]	u kJ/kg	h kJ/kg	s_T^0 kJ/(kg * K)	P_r	v_r
200	148,13	207,49	6,4250	0,99971	200,06
220	162,98	228,27	6,5240	1,3957	157,63
240	177,82	249,05	6,6145	1,8927	126,80
260	192,67	269,84	6,6976	2,5050	103,79
280	207,52	290,63	6,7747	3,2472	86,229
300	222,38	311,42	6,8464	4,1348	72,556
320	237,24	332,22	6,9135	5,1839	61,730
340	252,11	353,02	6,9766	6,4114	53,031
360	267,00	373,85	7,0361	7,8348	45,949
380	281,91	394,69	7,0924	9,4728	40,115
400	296,84	415,56	7,1459	11,345	35,259
420	311,80	436,46	7,1969	13,471	31,179
440	326,80	457,39	7,2456	15,873	27,721
460	341,85	478,38	7,2923	18,573	24,767
480	356,94	499,41	7,3370	21,596	22,227
500	372,09	520,50	7,3801	24,966	20,027
520	387,31	541,65	7,4215	28,710	18,112
540	402,59	562,87	7,4616	32,857	16,435
560	417,95	584,16	7,5003	37,435	14,959
580	433,38	605,53	7,5378	42,477	13,655
600	448,90	626,98	7,5742	48,013	12,497
620	464,50	648,52	7,6095	54,079	11,465
640	480,20	670,15	7,6438	60,712	10,542
660	495,98	691,87	7,6772	67,947	9,7135
680	511,86	713,69	7,7098	75,825	8,9680
700	527,83	735,60	7,7415	84,387	8,2951
720	543,90	757,60	7,7725	93,676	7,6860
740	560,07	779,70	7,8028	103,74	7,1334
760	576,33	801,90	7,8324	114,62	6,6308
780	592,69	824,20	7,8614	126,36	6,1727
800	609,15	846,59	7,8897	139,03	5,7543
820	625,70	869,08	7,9175	152,66	5,3713
840	642,35	891,67	7,9447	167,32	5,0203
860	659,10	914,35	7,9714	183,06	4,6979
880	675,94	937,12	7,9976	199,94	4,4013
900	692,87	959,99	8,0233	218,02	4,1281
920	709,89	982,95	8,0485	237,36	3,8759
940	727,00	1006,0	8,0733	258,03	3,6430
960	744,20	1029,1	8,0976	280,10	3,4274
980	761,48	1052,3	8,1216	303,62	3,2277
1000	778,85	1075,7	8,1451	328,69	3,0424
1050	822,63	1134,3	8,2023	398,54	2,6346
1100	866,89	1193,4	8,2573	479,66	2,2933
1150	911,61	1252,9	8,3102	573,35	2,0058
1200	956,77	1312,9	8,3613	680,98	1,7622
1250	1002,3	1373,3	8,4106	804,06	1,5546
1300	1048,3	1434,1	8,4583	944,15	1,3769

Propriedades termodinâmicas do N₂ como gás ideal

T [K]	u kJ/kg	h kJ/kg	s_T^0 kJ/(kg * K)	P_r	v_r
1350	1094,5	1495,2	8,5044	1102,9	1,2240
1400	1141,2	1556,7	8,5491	1282,2	1,0919
1450	1188,1	1618,5	8,5925	1483,8	0,97719
1500	1235,3	1680,5	8,6345	1709,8	0,87728
1550	1282,8	1742,8	8,6754	1962,3	0,78990
1600	1330,5	1805,4	8,7151	2243,4	0,71321
1650	1378,5	1868,2	8,7538	2555,5	0,64567
1700	1426,7	1931,3	8,7914	2901,0	0,58601
1750	1475,1	1994,5	8,8281	3282,5	0,53314
1800	1523,7	2058,0	8,8639	3702,6	0,48615
1850	1572,5	2121,6	8,8987	4164,2	0,44427
1900	1621,5	2185,4	8,9328	4670,1	0,40685
1950	1670,6	2249,4	8,9660	5223,4	0,37332
2000	1719,9	2313,5	8,9985	5827,3	0,34321
2050	1769,3	2377,8	9,0302	6485,0	0,31611
2100	1818,9	2442,2	9,0612	7200,0	0,29166
2150	1868,6	2506,7	9,0916	7975,9	0,26956
2200	1918,4	2571,4	9,1214	8816,4	0,24953
2250	1968,4	2636,2	9,1505	9725,3	0,23136
2300	2018,5	2701,1	9,1790	10707	0,21482
2350	2068,6	2766,1	9,2070	11764	0,19976
2400	2118,9	2831,2	9,2344	12903	0,18601
2450	2169,3	2896,4	9,2613	14127	0,17343
2500	2219,7	2961,7	9,2877	15440	0,16192
2550	2270,3	3027,1	9,3136	16848	0,15135
2600	2320,9	3092,6	9,3390	18355	0,14165
2650	2371,7	3158,2	9,3640	19967	0,13272
2700	2422,5	3223,8	9,3885	21688	0,12449
2750	2473,4	3289,6	9,4126	23524	0,11690
2800	2524,3	3355,4	9,4364	25480	0,10989
2850	2575,3	3421,2	9,4597	27563	0,10340
2900	2626,4	3487,2	9,4826	29777	0,09739
2950	2677,6	3553,2	9,5052	32129	0,091817
3000	2728,8	3619,2	9,5274	34625	0,086642
3050	2780,1	3685,4	9,5492	37272	0,081831
3100	2831,5	3751,6	9,5708	40075	0,077354
3150	2882,9	3817,8	9,5920	43042	0,073184
3200	2934,3	3884,1	9,6128	46180	0,069294
3250	2985,8	3950,5	9,6334	49495	0,065664
3300	3037,4	4016,9	9,6537	52994	0,062271
3350	3089,0	4083,3	9,6737	56686	0,059097
3400	3140,7	4149,8	9,6934	60578	0,056126
3450	3192,4	4216,4	9,7128	64677	0,053342
3500	3244,2	4283,0	9,7320	68991	0,050731
3550	3296,0	4349,6	9,7509	73529	0,048280
3600	3347,8	4416,3	9,7696	78300	0,045977
3650	3399,7	4483,1	9,7880	83310	0,043812

Propriedades termodinâmicas do N₂ como gás ideal

T [K]	u kJ/kg	h kJ/kg	s_T^0 kJ/(kg * K)	P_r	v_r
3700	3451,7	4549,9	9,8061	88570	0,041775
3750	3503,7	4616,7	9,8241	94089	0,039856
3800	3555,7	4683,5	9,8418	99875	0,038048
3850	3607,7	4750,4	9,8593	105938	0,036342
3900	3659,9	4817,4	9,8766	112287	0,034732
3950	3712,0	4884,4	9,8936	118932	0,033212
4000	3764,2	4951,4	9,9105	125884	0,031775
4050	3816,4	5018,4	9,9271	133152	0,030416
4100	3868,6	5085,5	9,9436	140747	0,029130
4150	3920,9	5152,7	9,9599	148679	0,027912
4200	3973,2	5219,8	9,9760	156960	0,026758
4250	4025,6	5287,0	9,9919	165600	0,025664
4300	4078,0	5354,2	10,008	174611	0,024626
4350	4130,4	5421,5	10,023	184004	0,023641
4400	4182,9	5488,8	10,039	193791	0,022705
4450	4235,3	5556,1	10,054	203984	0,021815
4500	4287,9	5623,5	10,069	214595	0,020970

Tabela criada por Alexandre Olender com base no software CoolProp (BELL et al., 2014) e com valores de referência obtidos na literatura (BORGNAKKE; SONNTAG; VAN WYLEN, 2009).

BELL, I. H. et al. Pure and pseudo-pure fluid thermophysical property evaluation and the open-source thermophysical property library coolprop. Industrial and Engineering Chemistry Research, v. 53, n. 6, p. 2498–2508, 2014. coolprop.com

BORGNAKKE, C.; SONNTAG, R. E.; VAN WYLEN, G. J. Fundamentals of thermodynamics. 7. ed. New York: Wiley, 2009.

Propriedades termodinâmicas do O₂ como gás ideal

T [K]	u kJ/kg	h kJ/kg	s_T^0 kJ/(kg * K)	P_r	v_r
200	129,68	181,64	6,0466	0,99706	200,59
220	142,69	199,85	6,1334	1,3924	158,00
240	155,72	218,08	6,2127	1,8893	127,03
260	168,78	236,33	6,2857	2,5026	103,89
280	181,87	254,62	6,3535	3,2483	86,198
300	195,01	272,96	6,4167	4,1437	72,399
320	208,21	291,36	6,4761	5,2075	61,450
340	221,49	309,83	6,5321	6,4598	52,633
360	234,85	328,39	6,5852	7,9228	45,439
380	248,31	347,05	6,6356	9,6200	39,501
400	261,88	365,81	6,6837	11,577	34,551
420	275,56	384,69	6,7297	13,822	30,387
440	289,35	403,68	6,7739	16,383	26,857
460	303,27	422,80	6,8164	19,294	23,842
480	317,32	442,04	6,8574	22,587	21,251
500	331,49	461,41	6,8969	26,299	19,012
520	345,79	480,91	6,9351	30,468	17,067
540	360,22	500,53	6,9722	35,135	15,369
560	374,78	520,28	7,0081	40,343	13,881
580	389,46	540,16	7,0430	46,138	12,571
600	404,26	560,16	7,0768	52,568	11,414
620	419,18	580,28	7,1098	59,683	10,388
640	434,22	600,51	7,1420	67,536	9,4764
660	449,37	620,86	7,1733	76,184	8,6632
680	464,63	641,32	7,2038	85,685	7,9360
700	480,00	661,88	7,2336	96,100	7,2841
720	495,47	682,55	7,2627	107,49	6,6981
740	511,04	703,32	7,2912	119,93	6,1702
760	526,71	724,18	7,3190	133,48	5,6936
780	542,46	745,13	7,3462	148,22	5,2624
800	558,31	766,18	7,3728	164,23	4,8714
820	574,24	787,31	7,3989	181,57	4,5162
840	590,26	808,52	7,4245	200,34	4,1929
860	606,35	829,81	7,4495	220,61	3,8983
880	622,52	851,18	7,4741	242,48	3,6291
900	638,77	872,62	7,4982	266,04	3,3829
920	655,08	894,13	7,5218	291,38	3,1574
940	671,47	915,71	7,5450	318,60	2,9504
960	687,91	937,35	7,5678	347,80	2,7602
980	704,43	959,06	7,5902	379,09	2,5852
1000	721,00	980,83	7,6122	412,56	2,4239
1050	762,68	1035,5	7,6655	506,60	2,0726
1100	804,70	1090,5	7,7167	616,90	1,7831
1150	847,04	1145,8	7,7659	745,46	1,5427
1200	889,66	1201,5	7,8132	894,43	1,3416
1250	932,55	1257,3	7,8589	1066,1	1,1725
1300	975,69	1313,5	7,9029	1263,0	1,0293

Propriedades termodinâmicas do O₂ como gás ideal

T [K]	u kJ/kg	h kJ/kg	s_T^0 kJ/(kg * K)	P_r	v_r
1350	1019,1	1369,9	7,9454	1487,7	0,90743
1400	1062,7	1426,5	7,9866	1743,2	0,80314
1450	1106,5	1483,3	8,0265	2032,3	0,71347
1500	1150,6	1540,3	8,0652	2358,4	0,63601
1550	1194,8	1597,5	8,1027	2725,0	0,56881
1600	1239,3	1655,0	8,1392	3135,6	0,51026
1650	1283,9	1712,6	8,1746	3594,3	0,45906
1700	1328,7	1770,4	8,2092	4105,0	0,41413
1750	1373,8	1828,5	8,2428	4672,3	0,37455
1800	1419,0	1886,7	8,2756	5300,8	0,33957
1850	1464,4	1945,0	8,3076	5995,4	0,30857
1900	1509,9	2003,6	8,3388	6761,3	0,28101
1950	1555,7	2062,4	8,3693	7604,0	0,25644
2000	1601,6	2121,3	8,3992	8529,3	0,23448
2050	1647,7	2180,4	8,4284	9543,4	0,21481
2100	1694,0	2239,7	8,4569	10653	0,19713
2150	1740,5	2299,1	8,4849	11864	0,18122
2200	1787,1	2358,8	8,5123	13184	0,16687
2250	1834,0	2418,6	8,5392	14621	0,15389
2300	1880,9	2478,6	8,5656	16183	0,14213
2350	1928,1	2538,7	8,5915	17877	0,13146
2400	1975,4	2599,0	8,6168	19712	0,12175
2450	2022,9	2659,5	8,6418	21698	0,11292
2500	2070,5	2720,1	8,6663	23843	0,10485
2550	2118,3	2780,9	8,6904	26158	0,097483
2600	2166,3	2841,9	8,7140	28654	0,090739
2650	2214,4	2903,0	8,7373	31340	0,084557
2700	2262,7	2964,2	8,7602	34228	0,078884
2750	2311,1	3025,7	8,7828	37329	0,073669
2800	2359,7	3087,2	8,8050	40657	0,068869
2850	2408,4	3149,0	8,8268	44223	0,064446
2900	2457,3	3210,8	8,8483	48041	0,060365
2950	2506,3	3272,8	8,8695	52125	0,056595
3000	2555,5	3335,0	8,8904	56488	0,053108
3050	2604,7	3397,2	8,9110	61147	0,049880
3100	2654,2	3459,6	8,9313	66115	0,046888
3150	2703,7	3522,2	8,9513	71409	0,044112
3200	2753,4	3584,9	8,9710	77046	0,041534
3250	2803,2	3647,7	8,9905	83042	0,039137
3300	2853,2	3710,6	9,0097	89416	0,036906
3350	2903,2	3773,7	9,0287	96185	0,034829
3400	2953,4	3836,8	9,0474	103370	0,032892
3450	3003,7	3900,1	9,0659	110989	0,031084
3500	3054,1	3963,5	9,0841	119062	0,029396
3550	3104,6	4027,0	9,1022	127612	0,027819
3600	3155,2	4090,6	9,1200	136659	0,026343
3650	3206,0	4154,4	9,1375	146226	0,024961

Propriedades termodinâmicas do O₂ como gás ideal

T [K]	u kJ/kg	h kJ/kg	s_T^0 kJ/(kg * K)	P_r	v_r
3700	3256,8	4218,2	9,1549	156336	0,023667
3750	3307,8	4282,2	9,1721	167013	0,022453
3800	3358,8	4346,2	9,1890	178282	0,021315
3850	3410,0	4410,3	9,2058	190167	0,020245
3900	3461,2	4474,6	9,2224	202695	0,019241
3950	3512,6	4538,9	9,2388	215894	0,018296
4000	3564,0	4603,3	9,2550	229790	0,017407
4050	3615,5	4667,9	9,2710	244412	0,016570
4100	3667,1	4732,5	9,2869	259789	0,015782
4150	3718,8	4797,1	9,3025	275952	0,015039
4200	3770,6	4861,9	9,3181	292932	0,014338
4250	3822,5	4926,8	9,3334	310761	0,013676
4300	3874,4	4991,7	9,3486	329471	0,013051
4350	3926,5	5056,7	9,3636	349096	0,012461
4400	3978,6	5121,8	9,3785	369670	0,011902
4450	4030,8	5187,0	9,3932	391230	0,011374
4500	4083,0	5252,3	9,4078	413812	0,010874

Tabela criada por Alexandre Olender com base no software CoolProp (BELL et al., 2014) e com valores de referência obtidos na literatura (BORGNAKKE; SONNTAG; VAN WYLEN, 2009).

BELL, I. H. et al. Pure and pseudo-pure fluid thermophysical property evaluation and the open-source thermophysical property library coolprop. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, v. 53, n. 6, p. 2498–2508, 2014. coolprop.com

BORGNAKKE, C.; SONNTAG, R. E.; VAN WYLEN, G. J. *Fundamentals of thermodynamics*. 7. ed. New York: Wiley, 2009.

Propriedades termodinâmicas do CO₂ como gás ideal

T [K]	u kJ/kg	h kJ/kg	s_T^0 kJ/(kg * K)	P_r	v_r
220	402,59	444,15	4,6736	0,99684	220,70
240	414,19	459,53	4,7405	1,4204	168,97
260	426,24	475,36	4,8039	1,9863	130,90
280	438,74	491,64	4,8642	2,7331	102,45
300	451,67	508,34	4,9218	3,7078	80,911
320	465,01	525,46	4,9770	4,9671	64,424
340	478,75	542,99	5,0301	6,5792	51,678
360	492,87	560,89	5,0813	8,6253	41,738
380	507,36	579,15	5,1307	11,202	33,924
400	522,20	597,77	5,1784	14,422	27,736
420	537,37	616,72	5,2246	18,419	22,802
440	552,86	635,98	5,2694	23,350	18,844
460	568,65	655,56	5,3129	29,395	15,649
480	584,74	675,42	5,3552	36,766	13,056
500	601,10	695,57	5,3963	45,705	10,940
520	617,74	715,98	5,4364	56,494	9,2046
540	634,64	736,66	5,4754	69,451	7,7752
560	651,79	757,58	5,5134	84,946	6,5924
580	669,17	778,75	5,5506	103,40	5,6094
600	686,79	800,14	5,5868	125,28	4,7893
620	704,63	821,76	5,6223	151,13	4,1024
640	722,69	843,60	5,6569	181,56	3,5249
660	740,95	865,64	5,6908	217,26	3,0378
680	759,41	887,88	5,7240	259,00	2,6255
700	778,06	910,31	5,7565	307,63	2,2754
720	796,90	932,93	5,7884	364,14	1,9773
740	815,92	955,73	5,8196	429,60	1,7225
760	835,12	978,70	5,8503	505,21	1,5043
780	854,47	1001,8	5,8803	592,31	1,3169
800	873,99	1025,1	5,9098	692,38	1,1554
820	893,67	1048,6	5,9388	807,07	1,0160
840	913,49	1072,2	5,9672	938,17	0,89536
860	933,46	1095,9	5,9951	1087,7	0,79066
880	953,57	1119,8	6,0226	1257,8	0,69961
900	973,81	1143,8	6,0496	1451,0	0,62025
920	994,19	1168,0	6,0761	1669,9	0,55094
940	1014,7	1192,3	6,1022	1917,3	0,49027
960	1035,3	1216,7	6,1279	2196,5	0,43706
980	1056,0	1241,2	6,1532	2510,9	0,39030
1000	1076,9	1265,8	6,1781	2864,3	0,34913
1050	1129,5	1327,8	6,2386	3946,0	0,26609
1100	1182,7	1390,5	6,2969	5372,5	0,20475
1150	1236,5	1453,7	6,3531	7234,3	0,15896
1200	1290,8	1517,5	6,4074	9641,7	0,12446
1250	1345,6	1581,7	6,4598	12727	0,098216
1300	1400,8	1646,4	6,5106	16649	0,078085
1350	1456,5	1711,5	6,5597	21594	0,062517
1400	1512,5	1777,0	6,6073	27786	0,050385
1450	1568,9	1842,9	6,6535	35485	0,040862

Propriedades termodinâmicas do CO₂ como gás ideal

T [K]	u kJ/kg	h kJ/kg	s_T^0 kJ/(kg * K)	P_r	v_r
1500	1625,6	1909,0	6,6984	44996	0,033336
1550	1682,7	1975,5	6,7420	56673	0,027350
1600	1740,0	2042,2	6,7844	70926	0,022559
1650	1797,5	2109,3	6,8256	88230	0,018701
1700	1855,4	2176,5	6,8658	109126	0,015578
1750	1913,4	2244,0	6,9049	134237	0,013037
1800	1971,7	2311,7	6,9431	164271	0,010958
1850	2030,1	2379,6	6,9803	200031	0,009249
1900	2088,8	2447,7	7,0166	242429	0,007837
1950	2147,6	2516,0	7,0520	292491	0,006667
2000	2206,6	2584,4	7,0867	351375	0,005692
2050	2265,7	2653,0	7,1206	420377	0,0048766
2100	2325,0	2721,7	7,1537	500949	0,0041920
2150	2384,4	2790,6	7,1861	594711	0,0036152
2200	2444,0	2859,6	7,2178	703467	0,0031274
2250	2503,7	2928,8	7,2489	829222	0,0027134
2300	2563,5	2998,0	7,2794	974194	0,0023609
2350	2623,4	3067,4	7,3092	1140841	0,0020599
2400	2683,4	3136,8	7,3384	1331872	0,0018020
2450	2743,5	3206,4	7,3671	1550272	0,0015804
2500	2803,7	3276,1	7,3953	1799320	0,0013894
2550	2864,0	3345,8	7,4229	2082618	0,0012244
2600	2924,4	3415,6	7,4500	2404108	0,0010815
2650	2984,9	3485,6	7,4767	2768099	0,00095734
2700	3045,5	3555,5	7,5028	3179299	0,00084924
2750	3106,1	3625,6	7,5285	3642834	0,00075491
2800	3166,8	3695,7	7,5538	4164287	0,00067238
2850	3227,5	3765,9	7,5787	4749720	0,00060004
2900	3288,3	3836,2	7,6031	5405713	0,00053647
2950	3349,2	3906,5	7,6271	6139394	0,00048050
3000	3410,2	3976,9	7,6508	6958477	0,00043113
3050	3471,2	4047,4	7,6741	7871298	0,00038748
3100	3532,2	4117,9	7,6970	8886854	0,00034883
3150	3593,3	4188,4	7,7196	10014843	0,00031453
3200	3654,5	4259,0	7,7418	11265709	0,00028405
3250	3715,7	4329,7	7,7637	12650683	0,00025690
3300	3776,9	4400,3	7,7853	14181832	0,00023269
3350	3838,2	4471,1	7,8066	15872104	0,00021106
3400	3899,5	4541,8	7,8276	17735381	0,00019171
3450	3960,9	4612,7	7,8482	19786529	0,00017436
3500	4022,3	4683,5	7,8686	22041456	0,00015879
3550	4083,7	4754,4	7,8887	24517162	0,00014480
3600	4145,2	4825,3	7,9086	27231804	0,00013220
3650	4206,7	4896,3	7,9281	30204752	0,00012084
3700	4268,3	4967,3	7,9475	33456655	0,00011059
3750	4329,8	5038,3	7,9665	37009507	0,00010133
3800	4391,4	5109,4	7,9854	40886712	0,000092940
3850	4453,1	5180,4	8,0039	45113155	0,000085341
3900	4514,7	5251,6	8,0223	49715277	0,000078447

Propriedades termodinâmicas do CO₂ como gás ideal

T [K]	u kJ/kg	h kJ/kg	s_T^0 kJ/(kg * K)	P_r	v_r
3950	4576,4	5322,7	8,0404	54721150	0,000072184
4000	4638,2	5393,9	8,0583	60160553	0,000066489
4050	4699,9	5465,0	8,0760	66065053	0,000061303
4100	4761,7	5536,3	8,0935	72468093	0,000056577
4150	4823,5	5607,5	8,1108	79405071	0,000052264
4200	4885,3	5678,8	8,1278	86913435	0,000048324
4250	4947,1	5750,1	8,1447	95032773	0,000044721
4300	5009,0	5821,4	8,1614	103804908	0,000041424
4350	5070,9	5892,7	8,1779	113273997	0,000038402
4400	5132,8	5964,0	8,1942	123486629	0,000035631
4450	5194,7	6035,4	8,2103	134491935	0,000033087
4500	5256,6	6106,8	8,2263	146341690	0,000030750
4550	5318,6	6178,2	8,2420	159090427	0,000028600

Tabela criada por Alexandre Olender com base no software CoolProp (BELL et al., 2014) e com valores de referência obtidos na literatura (BORGNAKKE; SONNTAG; VAN WYLEN, 2009).

BELL, I. H. et al. Pure and pseudo-pure fluid thermophysical property evaluation and the open-source thermophysical property library coolprop. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, v. 53, n. 6, p. 2498–2508, 2014.
coolprop.com

BORGNAKKE, C.; SONNTAG, R. E.; VAN WYLEN, G. J. *Fundamentals of thermodynamics*. 7. ed. New York: Wiley, 2009.