

APÊNDICE C

GRANDEZAS TERMODINÂMICAS PARA SUBSTÂNCIAS SELECIONADAS A 298,15 K (25 °C)

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/mol·K)
Alumínio			
Al(s)	0	0	28,32
AlCl ₃ (s)	-705,6	-630,0	109,3
Al ₂ O ₃ (s)	-1.669,8	-1.576,5	51,00
Bário			
Ba(s)	0	0	63,2
BaCO ₃ (s)	-1.216,3	-1.137,6	112,1
BaO(s)	-553,5	525,1	70,42
Berílio			
Be(s)	0	0	9,44
BeO(s)	-608,4	-579,1	13,77
Be(OH) ₂ (s)	-905,8	-817,9	50,21
Bromo			
Br(g)	111,8	82,38	174,9
Br ⁻ (aq)	-120,9	-102,8	80,71
Br ₂ (g)	30,71	3,14	245,3
Br ₂ (l)	0	0	152,3
HBr(g)	-36,23	-53,22	198,49
Cálcio			
Ca(g)	179,3	145,5	154,8
Ca(s)	0	0	41,4
CaCO ₃ (s)	-1.207,1	-1.128,76	92,88
CaCl ₂ (s)	-795,8	-748,1	104,6
CaF ₂ (s)	-1.219,6	-1.167,3	68,87
CaO(s)	-635,5	-604,17	39,75
Ca(OH) ₂ (s)	-986,2	-898,5	83,4
CaSO ₄ (s)	-1.434,0	-1.321,8	106,7
Carbono			
C(g)	718,4	672,9	158,0
C(s, diamante)	1,88	2,84	2,43
C(s, grafite)	0	0	5,69

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/mol·K)
CCl ₄ (g)	-106,7	-64,0	309,4
CCl ₄ (l)	-139,3	-68,6	214,4
CF ₄ (g)	-679,9	-635,1	262,3
CH ₄ (g)	-74,8	-50,8	186,3
C ₂ H ₂ (g)	226,77	209,2	200,8
C ₂ H ₄ (g)	52,30	68,11	219,4
C ₂ H ₆ (g)	-84,68	-32,89	229,5
C ₃ H ₈ (g)	-103,85	-23,47	269,9
C ₄ H ₁₀ (g)	-124,73	-15,71	310,0
C ₄ H ₁₀ (l)	-147,6	-15,0	231,0
C ₆ H ₆ (g)	82,9	129,7	269,2
C ₆ H ₆ (l)	49,0	124,5	172,8
CH ₃ OH(g)	-201,2	-161,9	237,6
CH ₃ OH(l)	-238,6	-166,23	126,8
C ₂ H ₅ OH(g)	-235,1	-168,5	282,7
C ₂ H ₅ OH(l)	-277,7	-174,76	160,7
C ₆ H ₁₂ O ₆ (s)	-1.273,02	-910,4	212,1
CO(g)	-110,5	137,2	197,9
CO ₂ (g)	-393,5	-394,4	213,6
CH ₃ COOH(l)	-487,0	-392,4	159,8
Césio			
Cs(g)	76,50	49,53	175,6
Cs(l)	2,09	0,03	92,07
Cs(s)	0	0	85,15
CsCl(s)	-442,8	-414,4	101,2
Chumbo			
Pb(s)	0	0	68,85
PbBr ₂ (s)	-277,4	-260,7	161
PbCO ₃ (s)	-699,1	-625,5	131,0
Pb(NO ₃) ₂ (aq)	-421,3	-246,9	303,3
Pb(NO ₃) ₂ (s)	-451,9	—	—
PbO(s)	-217,3	-187,9	68,70

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/mol·K)
Cloro			
Cl(g)	121,7	105,7	165,2
Cl ⁻ (aq)	-167,2	-131,2	56,5
Cl ₂ (g)	0	0	222,96
HCl(aq)	-167,2	-131,2	56,5
HCl(g)	-92,30	-95,27	186,69
Cobalto			
Co(g)	439	393	179
Co(s)	0	0	28,4
Cobre			
Cu(g)	338,4	298,6	166,3
Cu(s)	0	0	33,30
CuCl ₂ (s)	-205,9	-161,7	108,1
CuO(s)	-156,1	-128,3	42,59
Cu ₂ O(s)	-170,7	-147,9	92,36
Cromo			
Cr(g)	397,5	352,6	174,2
Cr(s)	0	0	23,6
Cr ₂ O ₃ (s)	-1.139,7	-1.058,1	81,2
Enxofre			
S(s, rômboico)	0	0	31,88
S ₈ (g)	102,3	49,7	430,9
SO ₂ (g)	-296,9	-300,4	248,5
SO ₃ (g)	-395,2	-370,4	256,2
SO ₄ ²⁻ (aq)	-909,3	-744,5	20,1
SOCl ₂ (l)	-245,6	—	—
H ₂ S(g)	-20,17	-33,01	205,6
H ₂ SO ₄ (aq)	-909,3	-744,5	20,1
H ₂ SO ₄ (l)	-814,0	-689,9	156,1
Escândio			
Sc(g)	377,8	336,1	174,7
Sc(s)	0	0	34,6
Estrôncio			
SrO(s)	-592,0	-561,9	54,9
Sr(g)	164,4	110,0	164,6
Ferro			
Fe(g)	415,5	369,8	180,5
Fe(s)	0	0	27,15
Fe ²⁺ (aq)	-87,86	-84,93	113,4
Fe ³⁺ (aq)	-47,69	-10,54	293,3
FeCl ₂ (s)	-341,8	-302,3	117,9

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/mol·K)
FeCl ₃ (s)	-400	-334	142,3
FeO(s)	-271,9	-255,2	60,75
Fe ₂ O ₃ (s)	-822,16	-740,98	89,96
Fe ₃ O ₄ (s)	-1.117,1	-1.014,2	146,4
FeS ₂ (s)	-171,5	-160,1	52,92
Flúor			
F(g)	80,0	61,9	158,7
F ⁻ (aq)	-332,6	-278,8	-13,8
F ₂ (g)	0	0	202,7
HF(g)	-268,61	-270,70	173,51
Fósforo			
P(g)	316,4	280,0	163,2
P ₂ (g)	144,3	103,7	218,1
P ₄ (g)	58,9	24,4	280
P ₄ (s, vermelho)	-17,46	-12,03	22,85
P ₄ (s, branco)	0	0	41,08
PCl ₃ (g)	-288,07	-269,6	311,7
PCl ₃ (l)	-319,6	-272,4	217
PF ₅ (g)	-1.594,4	-1.520,7	300,8
PH ₃ (g)	5,4	13,4	210,2
P ₄ O ₆ (s)	-1.640,1	—	—
P ₄ O ₁₀ (s)	-2.940,1	-2.675,2	228,9
POCl ₃ (g)	-542,2	-502,5	325
POCl ₃ (l)	-597,0	-520,9	222
H ₃ PO ₄ (aq)	-1.288,3	-1.142,6	158,2
Hidrogênio			
H(g)	217,94	203,26	114,60
H ⁺ (aq)	0	0	0
H ⁺ (g)	1.536,2	1.517,0	108,9
H ₂ (g)	0	0	130,58
Iodo			
I(g)	106,60	70,16	180,66
I ⁻ (g)	-55,19	-51,57	111,3
I ₂ (g)	62,25	19,37	260,57
I ₂ (s)	0	0	116,73
HI(g)	25,94	1,30	206,3
Lítio			
Li(g)	159,3	126,6	138,8
Li(s)	0	0	29,09
Li ⁺ (aq)	-278,5	-273,4	12,2
Li ⁺ (g)	685,7	648,5	133,0

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/mol-K)
LiCl(s)	-408,3	-384,0	59,30
Magnésio			
Mg(g)	147,1	112,5	148,6
Mg(s)	0	0	32,51
MgCl ₂ (s)	-641,6	-592,1	89,6
MgO(s)	-601,8	-569,6	26,8
Mg(OH) ₂ (s)	-924,7	-833,7	63,24
Manganês			
Mn(g)	280,7	238,5	173,6
Mn(s)	0	0	32,0
MnO(s)	-385,2	-362,9	59,7
MnO ₂ (s)	-519,6	-464,8	53,14
MnO ₄ ⁻ (aq)	-541,4	-447,2	191,2
Mercúrio			
Hg(g)	60,83	31,76	174,89
Hg(l)	0	0	77,40
HgCl ₂ (s)	-230,1	-184,0	144,5
Hg ₂ Cl ₂ (s)	-264,9	-210,5	192,5
Níquel			
Ni(g)	429,7	384,5	182,1
Ni(s)	0	0	29,9
NiCl ₂ (s)	-305,3	-259,0	97,65
NiO(s)	-239,7	-211,7	37,99
Nitrogênio			
N(g)	472,7	455,5	153,3
N ₂ (g)	0	0	191,50
NH ₃ (aq)	-80,29	-26,50	111,3
NH ₃ (g)	-46,19	-16,66	192,5
NH ₄ ⁺ (aq)	-132,5	-79,31	113,4
N ₂ H ₄ (g)	95,40	159,4	238,5
NH ₄ CN(s)	0,4	—	—
NH ₄ Cl(s)	-314,4	-203,0	94,6
NH ₄ NO ₃ (s)	-365,6	-184,0	151
NO(g)	90,37	86,71	210,62
NO ₂ (g)	33,84	51,84	240,45
N ₂ O(g)	81,6	103,59	220,0
N ₂ O ₄ (g)	9,66	98,28	304,3
NOCl(g)	52,6	66,3	264
HNO ₃ (aq)	-206,6	-110,5	146
HNO ₃ (g)	-134,3	-73,94	266,4

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/mol-K)
Oxigênio			
O(g)	247,5	230,1	161,0
O ₂ (g)	0	0	205,0
O ₃ (g)	142,3	163,4	237,6
OH ⁻ (aq)	-230,0	-157,3	-10,7
H ₂ O(g)	-241,82	-228,57	188,83
H ₂ O(l)	-285,83	-237,13	69,91
H ₂ O ₂ (g)	-136,10	-105,48	232,9
H ₂ O ₂ (l)	-187,8	-120,4	109,6
Potássio			
K(g)	89,99	61,17	160,2
K(s)	0	0	64,67
K ⁺ (aq)	-252,4	-283,3	102,5
K ⁺ (g)	514,2	481,2	154,5
KCl(s)	-435,9	-408,3	82,7
KClO ₃ (s)	-391,2	-289,9	143,0
KClO ₃ (aq)	-349,5	-284,9	265,7
K ₂ CO ₃ (s)	-1.150,18	-1.064,58	155,44
KNO ₃ (s)	-492,70	-393,13	132,9
K ₂ O(s)	-363,2	-322,1	94,14
KO ₂ (s)	-284,5	-240,6	122,5
K ₂ O ₂ (s)	-495,8	-429,8	113,0
KOH(s)	-424,7	-378,9	78,91
KOH(aq)	-482,4	-440,5	91,6
Prata			
Ag(s)	0	0	42,55
Ag ⁺ (aq)	105,90	77,11	73,93
AgCl(s)	-127,0	-109,70	96,11
Ag ₂ O(s)	-31,05	-11,20	121,3
AgNO ₃ (s)	-124,4	-33,41	140,9
Rubídio			
Rb(g)	85,8	55,8	170,0
Rb(s)	0	0	76,78
RbCl(s)	-430,5	-412,0	92
RbClO ₃ (s)	-392,4	-292,4	152
Selênio			
H ₂ Se(g)	29,7	15,9	219,0
Silício			
Si(g)	368,2	323,9	167,8
Si(s)	0	0	18,7

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/mol-K)
SiC(s)	-73,22	-70,85	16,61
SiCl ₄ (l)	-640,1	-572,8	239,3
SiO ₂ (s, quartzo)	-910,9	-856,5	41,84
Sódio			
Na(g)	107,7	77,3	153,7
Na(s)	0	0	51,45
Na ⁺ (aq)	-240,1	-261,9	59,0
Na ⁺ (g)	609,3	574,3	148,0
NaBr(aq)	-360,6	-364,7	141,00
NaBr(s)	-361,4	-349,3	86,82
Na ₂ CO ₃ (s)	-1.130,9	-1.047,7	136,0
NaCl(aq)	-407,1	-393,0	115,5
NaCl(g)	-181,4	-201,3	229,8
NaCl(s)	-410,9	-384,0	72,33
NaHCO ₃ (s)	-947,7	-851,8	102,1
NaNO ₃ (aq)	-446,2	-372,4	207
NaNO ₃ (s)	-467,9	-367,0	116,5

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/mol-K)
NaOH(aq)	-469,6	-419,2	49,8
NaOH(s)	-425,6	-379,5	64,46
Na ₂ SO ₄ (s)	-1.387,1	-1.270,2	149,6
Titânio			
Ti(g)	468	422	180,3
Ti(s)	0	0	30,76
TiCl ₄ (g)	-763,2	-726,8	354,9
TiCl ₄ (l)	-804,2	-728,1	221,9
TiO ₂ (s)	-944,7	-889,4	50,29
Vanádio			
V(g)	514,2	453,1	182,2
V(s)	0	0	28,9
Zinco			
Zn(g)	130,7	95,2	160,9
Zn(s)	0	0	41,63
ZnCl ₂ (s)	-415,1	-369,4	111,5
ZnO(s)	-348,0	-318,2	43,9