

APÊNDICE 3

Dados Termodinâmicos a 1 atm e 25 °C

Substâncias Inorgânicas

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/K · mol)
Ag(s)	0	0	42,7
Ag ⁺ (aq)	105,9	77,1	73,9
AgCl(s)	-127,0	-109,7	96,1
AgBr(s)	-99,5	-95,9	107,1
AgI(s)	-62,4	-66,3	114,2
AgNO ₃ (s)	-123,1	-32,2	140,9
Al(s)	0	0	28,3
Al ³⁺ (aq)	-524,7	-481,2	-313,38
Al ₂ O ₃ (s)	-1.669,8	-1.576,4	50,99
As(s)	0	0	35,15
AsO ₄ ³⁻ (aq)	-870,3	-635,97	-144,77
AsH ₃ (g)	171,5		
H ₃ AsO ₄ (s)	-900,4		
Au(s)	0	0	47,7
Au ₂ O ₃ (s)	80,8	163,2	125,5
AuCl(s)	-35,2		
AuCl ₃ (s)	-118,4		
B(s)	0	0	6,5
B ₂ O ₃ (s)	-1.263,6	-1.184,1	54,0
H ₃ BO ₃ (s)	-1.087,9	-963,16	89,58
H ₃ BO ₃ (aq)	-1.067,8	-963,3	159,8
Ba(s)	0	0	66,9
Ba ²⁺ (aq)	-538,4	-560,66	12,55
BaO(s)	-558,2	-528,4	70,3
BaCl ₂ (s)	-860,1	-810,86	125,5
BaSO ₄ (s)	-1.464,4	-1.353,1	132,2
BaCO ₃ (s)	-1.218,8	-1.138,9	112,1
Be(s)	0	0	9,5
BeO(s)	-610,9	-581,58	14,1

(Continua)

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/K · mol)
Br ₂ (l)	0	0	152,3
Br ⁻ (aq)	-120,9	102,8	80,7
HBr(g)	-36,2	-53,2	198,48
C(grafite)	0	0	5,69
C(diamante)	1,90	2,87	2,4
CO(g)	-110,5	-137,3	197,9
CO ₂ (g)	-393,5	-394,4	213,6
CO ₃ ²⁻ (aq)	-412,9	-386,2	121,3
CO ₃ ²⁻ (aq)	-676,3	-528,1	-53,1
HCO ₃ ⁻ (aq)	-691,1	-587,1	94,98
H ₂ CO ₃ (aq)	-699,7	-623,2	187,4
CS ₂ (g)	115,3	65,1	237,8
CS ₂ (l)	87,9	63,6	151,0
HCN(aq)	105,4	112,1	128,9
CN ⁻ (aq)	151,0	165,69	117,99
CO(NH ₂) ₂ (s)	-333,19	-197,15	104,6
CO(NH ₂) ₂ (aq)	-319,2	-203,84	173,85
Ca(s)	0	0	41,6
Ca ²⁺ (aq)	-542,96	-553,0	-55,2
CaO(s)	-635,6	-604,2	39,8
Ca(OH) ₂ (s)	-986,6	-896,8	76,2
CaF ₂ (s)	-1.214,6	-1.161,9	68,87
CaCl ₂ (s)	-794,96	-750,19	113,8
CaSO ₄ (s)	-1.432,69	-1.320,3	106,69
CaCO ₃ (s)	-1.206,9	-1.128,8	92,9
Cd(s)	0	0	51,46
Cd ²⁺ (aq)	-72,38	-77,7	-61,09
CdO(s)	-254,6	-225,06	54,8
CdCl ₂ (s)	-389,1	-342,59	118,4
CdSO ₄ (s)	-926,17	-820,2	137,2
Cl ₂ (g)	0	0	223,0
Cl ⁻ (aq)	-167,2	-131,2	56,5
HCl(g)	-92,3	-95,27	187,0
Co(s)	0	0	28,45
Co ²⁺ (aq)	-67,36	-51,46	155,2
CoO(s)	-239,3	-213,38	43,9
Cr(s)	0	0	23,77
Cr ²⁺ (aq)	-138,9		
Cr ₂ O ₃ (s)	-1.128,4	-1.046,8	81,17
CrO ₄ ²⁻ (aq)	-863,16	-706,26	38,49
Cr ₂ O ₇ ²⁻ (aq)	-1.460,6	-1.257,29	213,8
Cs(s)	0	0	82,8
Cs ⁺ (aq)	-247,69	-282,0	133,05
Cu(s)	0	0	33,3
Cu ⁺ (aq)	51,88	50,2	-26,36
Cu ²⁺ (aq)	64,39	64,98	98,7
CuO(s)	-155,2	-127,2	43,5
Cu ₂ O(s)	-166,69	-146,36	100,8
CuCl(s)	-134,7	-118,8	91,6
CuCl ₂ (s)	-205,85		
CuS(s)	-48,5	-49,0	66,5
CuSO ₄ (s)	-769,86	-661,9	113,39

(Continua)

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/K · mol)
$F_2(g)$	0	0	203,34
$F^-(aq)$	-329,1	-276,48	-9,6
$HF(g)$	-271,6	-270,7	173,5
$Fe(s)$	0	0	27,2
$Fe^{2+}(aq)$	-87,86	-84,9	-113,39
$Fe^{3+}(aq)$	-47,7	-10,5	-293,3
$Fe_2O_3(s)$	-822,2	-741,0	90,0
$Fe(OH)_2(s)$	-568,19	-483,55	79,5
$Fe(OH)_3(s)$	-824,25		
$H(g)$	218,2	203,2	114,6
$H_2(g)$	0	0	131,0
$H^+(aq)$	0	0	0
$OH^-(aq)$	-229,94	-157,30	-10,5
$H_2O(g)$	-241,8	-228,6	188,7
$\rightarrow H_2O(l)$	-285,8	-237,2	69,9
$H_2O_2(l)$	-187,6	-118,1	?
$Hg(l)$	0	0	77,4
$Hg^{2+}(aq)$		-164,38	
$HgO(s)$	-90,7	-58,5	72,0
$HgCl_2(s)$	-230,1		
$Hg_2Cl_2(s)$	-264,9	-210,66	196,2
$HgS(s)$	-58,16	-48,8	77,8
$HgSO_4(s)$	-704,17		
$Hg_2SO_4(s)$	-741,99	-623,92	200,75
$I_2(s)$	0	0	116,7
$I^-(aq)$	55,9	51,67	109,37
$HI(g)$	25,9	1,30	206,3
$K(s)$	0	0	63,6
$K^+(aq)$	-251,2	-282,28	102,5
$KOH(s)$	-425,85		
$KCl(s)$	-435,87	-408,3	82,68
$KClO_3(s)$	-391,20	-289,9	142,97
$KClO_4(s)$	-433,46	-304,18	151,0
$KBr(s)$	-392,17	-379,2	96,4
$KI(s)$	-327,65	-322,29	104,35
$KNO_3(s)$	-492,7	-393,1	132,9
$Li(s)$	0	0	28,0
$Li^+(aq)$	-278,46	-293,8	14,2
$Li_2O(s)$	-595,8	?	?
$LiOH(s)$	-487,2	-443,9	50,2
$Mg(s)$	0	0	32,5
$Mg^{2+}(aq)$	-461,96	-456,0	-117,99
$MgO(s)$	-601,8	-569,6	26,78
$Mg(OH)_2(s)$	-924,66	-833,75	63,1
$MgCl_2(s)$	-641,8	-592,3	89,5
$MgSO_4(s)$	-1.278,2	-1.173,6	91,6
$MgCO_3(s)$	-1.112,9	-1.029,3	65,69
$Mn(s)$	0	0	31,76
$Mn^{2+}(aq)$	-218,8	-223,4	-83,68
$MnO_2(s)$	-520,9	-466,1	53,1
$N_2(g)$	0	0	191,5

(Continua)

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/K · mol)
$N_3^-(aq)$	245,18	?	?
$NH_3(g)$	-46,3	-16,6	193,0
$NH_4^+(aq)$	-132,80	-79,5	112,8
$NH_4Cl(s)$	-315,39	-203,89	94,56
$NH_3(aq)$	-366,1	-263,76	181,17
N_2H_4	50,4		
$NO(g)$	90,4	86,7	210,6
$NO_2(g)$	33,85	51,8	240,46
$N_2O_4(g)$	9,66	98,29	304,3
$N_2O(g)$	81,56	103,6	219,99
$HNO_2(aq)$	-118,8	-53,6	
$HNO_3(l)$	-173,2	-79,9	155,6
$NO_3^-(aq)$	-206,57	-110,5	146,4
$Na(s)$	0	0	51,05
$Na^+(aq)$	-239,66	-261,87	60,25
$Na_2O(s)$	-415,89	-376,56	72,8
$NaCl(s)$	-411,0	-384,0	72,38
$NaI(s)$	-288,0		
$Na_2SO_4(s)$	-1.384,49	-1.266,8	149,49
$NaNO_3(s)$	-466,68	-365,89	116,3
$Na_2CO_3(s)$	-1.130,9	-1.047,67	135,98
$NaHCO_3(s)$	-947,68	-851,86	102,09
$Ni(s)$	0	0	30,1
$Ni^{2+}(aq)$	-64,0	-46,4	159,4
$NiO(s)$	-244,35	-216,3	38,58
$Ni(OH)_2(s)$	-538,06	-453,1	79,5
$O(g)$	249,4	230,1	160,95
$O_2(g)$	0	0	205,0
$O_3(aq)$	-12,09	16,3	110,88
$O_3(g)$	142,2	163,4	237,6
$P(\text{branco})$	0	0	44,0
$P(\text{vermelho})$	-18,4	13,8	29,3
$PO_4^{3-}(aq)$	-1.284,07	-1.025,59	-217,57
$P_4O_{10}(s)$	-3.012,48		
$PH_3(g)$	9,25	18,2	210,0
$HPO_4^{2-}(aq)$	-1.298,7	-1.094,1	-35,98
$H_2PO_4^-(aq)$	-1.302,48	-1.135,1	89,1
$Pb(s)$	0	0	64,89
$Pb^{2+}(aq)$	1,6	24,3	21,3
$PbO(s)$	-217,86	-188,49	69,45
$PbO_2(s)$	-276,65	-218,99	76,57
$PbCl_2(s)$	-359,2	-313,97	136,4
$PbS(s)$	-94,3	-92,68	91,2
$PbSO_4(s)$	-918,4	-811,2	147,28
$Pt(s)$	0	0	41,84
$PtCl_4^{2-}(aq)$	-516,3	-384,5	175,7
$Rb(s)$	0	0	69,45
$Rb^+(aq)$	-246,4	-282,2	124,27
$S(\text{rômbico})$	0	0	31,88
$S(\text{monoclínico})$	0,30	0,10	32,55
$SO_2(g)$	-296,1	-300,4	248,5
$SO_3(g)$	-395,2	-370,4	256,2

(Continua)

Substância	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/K · mol)
$\text{SO}_3^{2-}(aq)$	-624.25	-497.06	43.5
$\text{SO}_3^{2-}(aq)$	-907.5	-741.99	17.15
$\text{H}_2\text{S}(g)$	-20.15	-33.0	205.64
$\text{HSO}_3^-(aq)$	-627.98	-527.3	132.38
$\text{HSO}_4^-(aq)$	-885.75	-752.87	126.86
$\text{H}_2\text{SO}_4(l)$	-811.3	?	?
$\text{SF}_6(g)$	-1.096.2	?	?
$\text{Se}(s)$	0	0	42.44
$\text{SeO}_2(s)$	-225.35		
$\text{H}_2\text{Se}(g)$	29.7	15.90	218.9
$\text{Si}(s)$	0	0	18.70
$\text{SiO}_2(s)$	-859.3	-805.0	41.84
$\text{Sr}(s)$	0	0	54.39
$\text{Sr}^{2+}(aq)$	-545.5	-557.3	39.33
$\text{SrCl}_2(s)$	-828.4	-781.15	117.15
$\text{SrSO}_4(s)$	-1.444.74	-1.334.28	121.75
$\text{SrCO}_3(s)$	-1.218.38	-1.137.6	97.07
$\text{W}(s)$	0	0	33.47
$\text{WO}_3(s)$	-840.3	-763.45	83.26
$\text{WO}_4^{2-}(aq)$	-1.115.45		
$\text{Zn}(s)$	0	0	41.6
$\text{Zn}^{2+}(aq)$	-152.4	-147.2	106.48
$\text{ZnO}(s)$	-348.0	-318.2	43.9
$\text{ZnCl}_2(s)$	-415.89	-369.26	108.37
$\text{ZnSi}(s)$	-202.9	-198.3	57.7
$\text{ZnSO}_4(s)$	-978.6	-871.6	124.7

Substâncias Orgânicas

Substância	Fórmula	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)	S° (J/K · mol)
Ácido acético(l)	CH_3COOH	-484.2	-389.45	159.83
Acetaldeído(g)	CH_3CHO	-166.35	-139.08	264.2
Acetona(l)	CH_3COCH_3	-246.8	-153.55	198.74
Acetileno(g)	C_2H_2	226.6	209.2	200.8
Benzeno(l)	C_6H_6	49.04	124.5	124.5
Etanol(l)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	-276.98	-174.18	161.04
Etano(g)	C_2H_6	-84.7	-32.89	229.49
Etileno(g)	C_2H_4	52.3	68.1	219.45
Ácido fórmico(l)	HCOOH	-409.2	-346.0	128.95
Glucose(s)	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	-1.274.5	-910.56	212.1
Metano(g)	CH_4	-74.85	-50.8	186.19
Metanol(l)	CH_3OH	-238.7	-166.3	126.78
Sacarose(s)	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	-2.221.7	-1.554.3	360.24