

Appendice D

Dati termodinamici

Entropia standard molare, entalpia di formazione, energia libera di formazione e capacità termica di varie sostanze a 25 °C e 1 bar*

Sostanza	$S^\circ/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\Delta H_f^\circ/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\Delta G_f^\circ/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$C_p/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
alluminio				
Al(s)	28,3	0	0	24,4
Al ₂ O ₃ (s)	50,9	-1675,7	-1582,3	79,0
argento				
Ag(s)	42,6	0	0	25,4
AgBr(s)	107,1	-100,4	-96,9	52,4
AgCl(s)	96,3	-127,0	-109,8	50,8
Ag ₂ SO ₄ (s)	200,4	-715,9	-618,4	131,4
Ag ⁺ (aq)	72,7	105,6	77,1	—
argo				
Ar(g)	154,8	0	0	20,8
azoto				
N(g)	153,3	472,7	455,5	20,8
N ₂ (g)	191,6	0	0	29,1
NH ₃ (g)	192,8	-45,9	-16,4	35,1
N ₂ H ₄ (l)	121,2	50,6	149,3	98,9
NO(g)	210,8	91,3	87,6	29,9
NO ₂ (g)	240,1	33,2	51,3	37,2
N ₂ O(g)	220,0	81,6	103,7	38,6
N ₂ O ₄ (g)	304,4	11,1	99,8	79,2
N ₂ O ₄ (l)	209,2	-19,5	97,5	142,7
N ₂ O ₅ (s)	178,2	-43,1	113,9	143,1
NOCl(g)	261,7	51,7	66,1	44,7
NH ₃ (aq)	111,3	-80,3	-26,5	—
NH ₄ ⁺ (aq)	113,4	-132,5	-79,3	—
NO ₃ ⁻ (aq)	146,4	-207,4	-111,3	—
bario				
Ba(s)	62,5	0	0	28,1
BaCO ₃ (s)	112,1	-1213,0	-1134,4	86,0
BaO(s)	72,1	-548,0	-520,3	47,3
Ba ²⁺ (aq)	9,6	-537,6	-560,8	—
bromo				
Br(g)	175,0	111,9	82,4	20,8
Br ₂ (g)	245,5	30,9	3,1	36,0
Br ₂ (l)	152,2	0	0	75,7
Br ⁻ (aq)	82,4	-121,6	-104,0	—
calcio				
Ca(s)	41,6	0	0	25,9
CaC ₂ (s)	70,0	-59,8	-64,9	62,7
CaCO ₃ (s)	91,7	-1207,6	-1129,1	83,5
CaO(s)	38,1	-634,9	-603,3	42,0
CaSO ₄ (s)	106,5	-1434,5	-1322,0	99,7
Ca ²⁺ (aq)	-53,1	-542,8	-553,6	—

Sostanza	$S^{\circ}/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1\dagger}$	$\Delta H_f^{\circ}/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\Delta G_f^{\circ}/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$C_p/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
carbonio				
C(s, diamante)	2,4	1,9	2,9	6,1
C(s, grafite)	5,7	0	0	8,5
C ₆₀ (s, fullerene)	426,0	2327,0	2302,0	520,0
CH ₄ (g)	186,3	-74,6	-50,5	35,7
C ₂ H ₂ (g)	200,9	227,4	209,9	44,0
C ₂ H ₄ (g)	219,3	52,4	68,4	42,9
C ₂ H ₆ (g)	229,2	-84,0	-32,0	52,5
C ₃ H ₈ (g)	270,3	-103,8	-23,4	73,6
C ₆ H ₆ (l)	173,4	49,1	124,5	136,0
CH ₃ OH(g)	239,9	-201,0	-162,3	44,1
CH ₃ OH(l)	126,8	-239,2	-166,6	81,1
C ₂ H ₅ OH(g)	281,6	-234,8	-167,9	65,6
C ₂ H ₅ OH(l)	160,7	-277,6	-174,8	112,3
CH ₃ Cl(g)	234,6	-81,9	-58,4	40,8
CH ₃ Cl(l)	145,3	-102	-51,5	—
CH ₂ Cl ₂ (g)	270,2	-95,4	-68,8	51,0
CH ₂ Cl ₂ (l)	177,8	-124,2	-70,0	101,2
CHCl ₃ (g)	295,7	-102,7	6,0	65,7
CHCl ₃ (l)	201,7	-134,1	-73,7	114,2
CCl ₄ (g)	308,7	-95,7	-60,6	83,3
CCl ₄ (l)	215,4	-128,2	-65,3	130,7
CO(g)	197,7	-110,5	-137,2	29,1
CO ₂ (g)	213,8	-393,5	-394,4	37,1
CO ₃ ²⁻ (aq)	-56,9	-677,1	-527,9	—
cloro				
Cl(g)	165,2	121,3	105,3	21,8
Cl ₂ (g)	223,1	0	0	33,9
Cl ⁻ (aq)	56,5	-167,2	-131,2	—
elio				
He(g)	126,2	0	0	20,8
ferro				
Fe(s)	27,3	0	0	25,1
FeO(s)	60,75	-272,0	-251,4	49,92
Fe ₂ O ₃ (s)	87,4	-824,2	-742,2	103,9
Fe ₃ O ₄ (s)	146,4	-1118,4	-1015,4	143,3
Fe ²⁺ (aq)	-137,7	-89,1	-78,9	—
Fe ³⁺ (aq)	-315,9	-48,5	-4,7	—
fluoro				
F(g)	158,8	79,4	62,3	22,7
F ₂ (g)	202,8	0	0	31,3
F ⁻ (aq)	-13,8	-332,6	-278,8	—
fosforo				
P(s, bianco)	41,1	0	0	23,8
P(s, rosso)	22,8	-17,6	-12,1	21,2
P ₄ O ₁₀ (s)	228,9	-2984	-2698	211,7
POCl ₃ (g)	325,5	-558,5	-512,9	84,9
POCl ₃ (l)	222,5	-597,1	-520,8	138,8
PCl ₃ (g)	311,8	-287,0	-267,8	71,8
PCl ₅ (g)	364,6	-374,9	-305,0	112,8
PH ₃ (g)	210,2	5,4	13,5	37,1

Sostanza	$S^{\circ}/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1\dagger}$	$\Delta H_f^{\circ}/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\Delta G_f^{\circ}/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$C_p/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
idrogeno				
H(g)	114,7	218,0	203,3	20,8
H ₂ (g)	130,7	0	0	28,8
H ₂ O(g)	188,8	-241,8	-228,6	33,6
H ₂ O(l)	70,0	-285,8	-237,1	75,3
H ₂ O ₂ (l)	109,6	-187,8	-120,4	89,1
HF(g)	173,8	-273,3	-275,4	29,1
HCl(g)	186,9	-92,3	-95,3	29,1
HBr(g)	198,7	-36,3	-53,4	29,1
HI(g)	206,6	26,5	1,7	29,2
H ₂ S(g)	205,8	-20,6	-33,4	34,2
H ⁺ (aq)	0	0	0	—
H ₃ O ⁺ (aq)	70,0	-285,8	-237,1	—
iodio				
I(g)	180,8	106,8	70,2	20,8
I ₂ (g)	260,7	62,4	19,3	36,9
I ₂ (s)	116,1	0	0	54,4
I ⁻ (aq)	111,3	-55,2	-51,6	—
kripto				
Kr(g)	164,1	0	0	20,8
magnesio				
Mg(s)	32,7	0	0	24,9
MgO(s)	27,0	-601,6	-569,3	37,2
MgCO ₃ (s)	65,7	-1095,8	-1012,1	75,5
Mg ²⁺ (aq)	-138,1	-466,9	-454,8	—
neon				
Ne(g)	146,3	0	0	20,8
ossigeno				
O(g)	161,1	249,2	231,7	21,9
O ₂ (g)	205,2	0	0	29,4
O ₃ (g)	238,9	142,7	163,2	39,2
OH ⁻ (aq)	-10,8	-230,0	-157,2	—
piombo				
Pb(s)	64,8	0	0	26,4
PbCl ₂ (s)	136,0	-359,4	-314,1	—
PbO(s, massicot)	68,7	-217,3	-187,9	45,8
PbO(s, litargirio)	66,5	-218,0	-188,9	45,8
PbSO ₄ (s)	148,5	-920,0	-813,0	103,2
Pb ²⁺ (aq)	10,5	-1,7	-24,4	—
potassio				
KOH(s)	81,2	-424,6	-379,4	68,9
KCl(s)	82,6	-436,5	-408,5	51,3
KClO ₃ (s)	143,1	-397,7	-296,3	100,3
K ⁺ (aq)	102,5	-252,4	-283,3	—
rame				
Cu(s)	33,2	0	0	24,4
CuO(s)	42,6	-157,3	-129,7	42,3
Cu ₂ O(s)	93,1	-168,6	-146,0	63,6
Cu ²⁺ (aq)	-99,6	64,8	65,5	—

Sostanza	$S^\circ/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1\dagger}$	$\Delta H_f^\circ/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\Delta G_f^\circ/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$C_p/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
sodio				
Na(g)	153,7	107,5	77,0	20,8
Na(s)	51,3	0	0	28,2
NaHCO ₃ (s)	101,7	-950,8	-851,0	87,6
Na ₂ CO ₃ (s)	135,0	-1130,7	-1044,4	112,3
Na ₂ O(s)	75,1	-414,2	-375,5	69,1
NaOH(s)	64,4	-425,8	-379,7	59,5
NaF(s)	51,1	-576,6	-546,3	46,9
NaCl(s)	72,1	-411,2	-384,1	50,5
NaBr(s)	86,8	-361,1	-349,0	51,4
NaI(s)	98,5	-287,8	-286,1	52,1
Na ⁺ (aq)	59,0	-240,1	-261,9	—
stagno				
Sn(s, bianco)	51,2	0	0	27,0
Sn(s, grigio)	44,1	-2,1	0,1	25,8
SnO(s)	57,2	-280,7	-251,9	44,3
SnO ₂ (s)	49,0	-577,6	-515,8	52,6
xeno				
Xe(g)	169,7	0	0	20,8
zinco				
Zn(s)	41,6	0	0	25,4
ZnO(s)	43,7	-350,5	-320,5	40,3
ZnS(s)	57,7	-206,0	-201,3	46,0
Zn ²⁺ (aq)	-112,1	-153,9	-147,1	46,0
zolfo				
S(s, rombico)	28,5	0	0	22,6
S(s, monoclino)	32,6	0,3	0,1	—
SO ₂ (g)	248,2	-296,8	-300,1	39,9
SO ₃ (g)	256,8	-395,7	-371,1	50,7
SF ₆ (g)	291,5	-1220,5	-1116,5	97,0
SO ₄ ²⁻ (aq)	20,1	-909,3	-744,5	—

*I dati sono tratti da *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 87th online edition, 2006-2007, tranne quelli scritti in blu.

†Le entropie in soluzione sono misurate rispetto a uno standard definito come S° per $\text{H}^+(\text{aq}) = 0$; perciò le entropie riportate per alcuni composti in soluzione acquosa possono essere negative.