

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Термодинамические константы некоторых веществ

Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$ , кДж/моль	$S_{298}^0$ , Дж/(моль·К)	$\Delta G_{f,298}^0$ , кДж/моль
1	2	3	4
Ag(г)	284,93	172,88	246,10
Ag(к)	0	42,55	0
Ag <sup>+</sup> (р)	105,58	72,80	77,12
AgBr(к)	-100,7	107,1	-97,2
AgCl(к)	-127,1	96,11	-109,8
AgI(к)	-61,9	115,5	-66,4
AgNO <sub>3</sub> (к)	-124,5	140,9	-33,6
Ag <sub>2</sub> O(к)	-31,1	121,0	-11,3
Ag <sub>2</sub> S(к)	-32,8	144,0	-40,8
Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (к)	-717,2	199,8	-619,6
Al(г)	326,3	164,4	288,7
Al(к)	0	28,35	0
Al <sup>3+</sup> (р)	-530,0	-301	-490,5
AlBr <sub>3</sub> (к)	-513,4	180,2	-490,6
AlCl <sub>3</sub> (к)	-704,2	109,3	-628,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (к)	-1676	50,92	-1582
Al <sub>2</sub> S <sub>3</sub> (к)	-723,4	96	-492,5
Ar(г)	0	154,7	0
As(г)	288,7	175,1	142,2
AsBr <sub>3</sub> (к)	-197,5	159	-161,7
AsCl <sub>3</sub> (г)	-305,0	212,5	-268,4
AsF <sub>3</sub> (г)	-920,65	289,0	-907,7
AsH <sub>3</sub> (к)	66,4	223,0	68,9
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (к)	-924,9	165,4	-782,4
Au(г)	365,25	180,41	325,6
Au(к)	0	47,40	0

### Продолжение прил. 1

1	2	3	4
AuCl(к)	-36,4	85,17	-14,6
AuCl <sub>3</sub> (к)	-118,4	164,4	-53,6
Au(OH) <sub>3</sub> (к)	-477,8	121	-349,8
Au <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (к)	-13,0	134,3	78,7
B(к)	0	5,8	0
BBr <sub>3</sub> (к)	-	228,5	-237,5
BCl <sub>3</sub> (ж)	-427,1	206	-387,2
BF <sub>3</sub> (г)	-1137,0	254,37	-1120
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (аморф)	-1254	80,8	-1193
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> (к)	-1094	88,74	-968,8
B <sub>2</sub> S <sub>3</sub> (к)	-252	106,3	-238,1
Ba(к)	0	67	0
BaBr <sub>2</sub> (к)	-756,5	150	-732
BaCl <sub>2</sub> (к)	-859,1	126	-811,4
BaCO <sub>3</sub> (к)	-1219	112	-1139
BaO(к)	-558,1	70,3	-528,4
BaO <sub>2</sub> (к)	-629,7	65,7	-587,9
Ba(OH) <sub>2</sub> (к)	-950	124,0	-886
BaS(к)	-460,5	78,3	-456
BaSO <sub>4</sub> (к)	-1465,0	132,0	-1353,0
Be(к)	0	9,5	0
BeCO <sub>3</sub> (к)	-982	67,29	-944,7
BeO(к)	-598	14,1	-582
Bi(к)	0	56,9	0
BiCl <sub>3</sub> (к)	-379,0	172,0	-313,1
Br <sub>2</sub> (г)	30,9	254,5	3,1
Br <sub>2</sub> (ж)	0	152,2	0
BrF <sub>3</sub> (ж)	-303,1	178,1	-242,9
HBr(г)	-34,1	198,6	-51,2
C(графит,к)	0	5,74	0

Продолжение прил. 1

1	2	3	4
CCl <sub>4</sub> (г)	-102,93	309,74	-60,63
CCl <sub>4</sub> (ж)	-135,44	214,6	-64,7
CH <sub>4</sub> (г)	-74,86	186,19	-50,79
CO(г)	-110,52	197,54	-137,14
CO <sub>2</sub> (г)	-393,51	213,68	-394,38
CS <sub>2</sub> (ж)	88,7	151,0	64,4
Ca(к)	0	41,63	0
CaCO <sub>3</sub> (к)	-1206,9	92,9	-1128
CaCl <sub>2</sub> (к)	-795	113,6	-750,2
CaO(к)	-635,5	39,7	-604,2
Ca(OH) <sub>2</sub> (к)	-986,6	76,1	-896,8
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (к)	-4123,6	236,0	-3887,6
CaS(к)	-482,7	56,5	-477,7
CaSO <sub>4</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O(к)	-1577,8	130,6	-1437,8
Cd(к)	0	51,76	0
CdCO <sub>3</sub> (к)	-754,6	96,7	-674,5
CdO(к)	-260,0	54,8	-229,3
Ca(OH) <sub>2</sub> (к)	-986,6	76,1	-896,8
Cl <sub>2</sub> (г)	0	222,9	0
Cl <sup>-</sup> (р)	-167,2	56,54	-131,4
ClF <sub>3</sub> (ж)	-157,7	281,5	-117,8
Cl <sub>2</sub> O(г)	75,7	266,2	93
Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (ж)	251	—	—
HCl(г)	-91,8	186,8	-94,79
HCl(р)	-166,9	56,5	-131,2
Co(OH) <sub>3</sub> (к)	-730,53	83,68	-596,64
CoO(к)	-239,3	43,9	-213,4
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (к)	-879	102,9	-761,5
Cr(к)	0	23,6	0
Cr <sup>3+</sup> (р)	-236,1	-215,6	-223,2
CrCl <sub>3</sub> (к)	-570,3	124,7	-500,7

Продолжение прил. 1

1	2	3	4
CrF <sub>3</sub> (к)	-1159,0	94,14	-1089,3
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (к)	-1140,6	81,2	-1059
Cr(OH) <sub>3</sub> (к)	-999,98	80,33	-849,02
Cu(к)	0	33,15	0
CuCl(к)	-137,3	87,0	-120,1
CuCl <sub>2</sub> (к)	-215,6	108,1	-171,4
Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (к)	-305,34	192,46	-117,5
CuO(к)	-162	42,63	-129,4
Cu <sub>2</sub> O(к)	-173,2	92,93	-150,5
CuSO <sub>4</sub> (к)	-770,9	109	-661,8
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O(к)	-2279,4	300	-1879,9
F <sub>2</sub> (г)	0	202,9	0
HF(г)	-270,9	173,7	-272,8
HF(р)	-320,08	-	-296,86
Fe(к)	0	27,15	0
Fe <sup>3+</sup> (р)	-46,39	-309,7	-4,52
FeCO <sub>3</sub> (к)	-738,15	95,4	-665,1
FeCl <sub>2</sub> (к)	-341,75	118,0	-302,35
FeCl <sub>3</sub> (к)	-396,23	145,6	-340,16
FeO(к)	-264,8	60,75	-244,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (к)	-822,2	87,4	-740,3
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (к)	-1117,1	146,2	-1014,2
Fe(OH) <sub>2</sub> (к)	-561,7	88,0	-479,7
Fe(OH) <sub>3</sub> (к)	-826,2	105,0	-699,6
FeS(к)	-100,4	60,29	-100,8
Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (к)	-2584	282,8	-2253
Ge(к)	0	31,3	0
GeCl <sub>4</sub> (ж)	-569	303,0	-497
GeO <sub>2</sub> (к)	-554,7	55,27	-500,8
H <sub>2</sub> (г)	0	130,52	0
Hg(ж)	0	75,9	0

Продолжение прил. 1

1	2	3	4
HgCl <sub>2</sub> (κ)	-228,2	140,02	-180,9
Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (κ)	-265,1	192,76	-210,8
Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (κ)	-226	—	—
HgO(κ)	-90,9	70,3	-58,4
HgS(κ)	-59	82	-51,4
In(κ)	0	57,82	0
K(κ)	0	71,45	0
KBr(κ)	-392,5	95,85	-378,8
KBrO <sub>3</sub> (κ)	-332,2	149,2	-243,5
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (κ)	-1146,1	156,32	-1059,8
KCl(κ)	-435,9	82,56	-408
KClO <sub>3</sub> (κ)	-391,2	142,97	-289,9
KClO <sub>4</sub> (κ)	-430,1	151,0	-300,4
KHCO <sub>3</sub> (κ)	-959,3	128,7	-860,6
KI(κ)	-327,6	110,79	-324,1
KIO <sub>3</sub> (κ)	-508,4	151,46	-425,5
KNO <sub>2</sub> (κ)	-370,3	117	-218,6
KNO <sub>3</sub> (κ)	-493,2	132,93	-393,1
KOH(κ)	-425,8	79,32	-380,2
KOH(p)	-477,3	91,6	-440,5
Kr(r)	0	164	0
Mg(κ)	0	32,7	0
MgCO <sub>3</sub> (κ)	-113	65,7	-1029,3
MgCl <sub>2</sub> (κ)	-641,1	89,8	-591,6
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O(κ)	-2499,6	366	-2115,6
MgO(κ)	-601,8	26,9	-569,6
Mg(OH) <sub>2</sub> (κ)	-924,7	63,14	-833,7
MgSO <sub>4</sub> (κ)	-1301,4	91,6	-158,7
Mn(κ)	0	32	0
MnCO <sub>3</sub> (κ)	-881,7	109,5	-811,4
MnO <sub>2</sub> (κ)	-521,5	53,1	-466,7

Продолжение прил. 1

1	2	3	4
Mo(κ)	0	28,6	0
MoO <sub>3</sub> (κ)	-745,2	77,74	-668,1
N <sub>2</sub> (r)	0	199,9	0
NF <sub>3</sub> (r)	-126	260,6	-84,4
NH <sub>3</sub> (r)	-46,19	192,6	-16,71
NH <sub>4</sub> Cl(κ)	-314,2	95,8	-203,2
NH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> (κ)	-237,4	253,7	-116,8
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (κ)	-365,4	151	-183,8
NO(r)	90,25	210,6	86,58
NOCl(r)	52,5	261,5	66,9
NO <sub>2</sub> (r)	33	240,2	51,5
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (r)	83,3	307,3	140,6
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (ж)	19,05	209,3	98,0
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (κ)	-42,7	178,4	114,2
HNO <sub>2</sub> (p)	-119,2	152,7	-55,6
HNO <sub>3</sub> (r)	-135,1	266,9	-74,8
HNO <sub>3</sub> (ж)	-174,1	156,6	-80,8
Na(κ)	0	51,45	0
Na <sup>+</sup> (p)	-1142,8	188,3	-1041,8
NaAlO <sub>2</sub> (κ)	-1132,2	70,4	-1066,27
NaCl(κ)	-411,1	72,12	-384
NaClO <sub>3</sub> (κ)	-365,4	129,7	-275
NaHCO <sub>3</sub> (κ)	-947,7	102	-851,9
NaNO <sub>2</sub> (κ)	-359	106	-295
NaNO <sub>3</sub> (κ)	-466,7	116	-365,9
NaOH(κ)	-425,6	64,4	-380,7
NaOH(p)	-470	48,1	-380,7
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (κ)	-1131,0	136,4	-1047,5
Na <sub>2</sub> O(κ)	-416,0	75,27	-377,1
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (κ)	-510,4	94,88	-446,9
Na <sub>2</sub> S(κ)	-370,3	77,4	-354,8

Продолжение прил. 1

1	2	3	4
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (к)	-1384,6	149,5	-1266,8
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (к)	-1525,4	113,8	-1427,7
Nb(к)	0	36,6	0
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (к)	-1898	137,2	-1764,1
Ne(г)	0	146,2	0
Ni(к)	0	29,9	0
NiO(к)	-239,7	37,99	-211,6
O <sub>2</sub> (г)	0	204,05	0
O <sub>3</sub> (г)	142,3	238,8	162,7
OH <sup>-</sup> (р)	-230,19	-10,86	-157,42
H <sub>2</sub> O(г)	-241,82	188,72	-228,61
H <sub>2</sub> O(ж)	-285,83	70,08	-237,24
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (ж)	-187,8	109,5	-120,4
P(г)	314,64	163,1	278,28
P(к,красн)	-17,6	22,8	-11,9
P <sub>4</sub> (г)	58,9	279,9	24,5
PCl <sub>3</sub> (г)	-287,02	311,7	-260,5
PCl <sub>5</sub> (г)	-366	364,5	-305,4
PF <sub>5</sub> (г)	-1593	296	-1517,2
PH <sub>3</sub> (г)	5,44	210,1	13,39
P <sub>4</sub> O <sub>6</sub> (к)	-1640	—	—
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (к)	-2984	228,8	-2697,8
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> (р)	-964,8	167,3	-856,8
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (р)	-1279	110,5	-1119,1
Pb(к)	0	64,8	0
PbCl <sub>2</sub> (к)	-359,8	134,3	-314,05
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (к)	-451,7	217,9	-256,9
PbO(к)	-219,3	66,2	-189,1
PbO <sub>2</sub> (к)	-276,6	74,89	-218,3
PbS(к)	-100,4	91,2	-98,8
Pd(к)	0	37,7	0

Продолжение прил. 1

1	2	3	4
RuO <sub>4</sub> (к)	-239,3	141	-150,6
S(к,ромб)	0	31,9	0
S <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (ж)	-58,2	—	—
SO <sub>2</sub> (г)	-296,9	248,1	-300,2
SO <sub>3</sub> (г)	-396,1	256,4	-370
SO <sub>3</sub> (ж)	-439,0	122,05	-368,04
SO <sub>3</sub> (к)	-454,51	52,3	-368,98
H <sub>2</sub> S(г)	-910,85	20,08	-744,93
H <sub>2</sub> S(р)	-39,75	121,3	-27,9
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ж)	-814,2	156,9	-690,3
Sb(к)	0	45,69	0
SbCl <sub>3</sub> (к)	-381,2	183	-322,5
Se(к)	0	42,2	0
SeO <sub>2</sub> (г)	-125,8	264,8	-133,2
SeO <sub>2</sub> (к)	-225,7	66,7	-171,6
Si(к)	0	18,8	0
SiCl <sub>4</sub> (ж)	-687,8	239,7	-598,3
SiH <sub>4</sub> (г)	34,7	204,56	57,2
SiO <sub>2</sub> (к)	-908,3	42,7	-854,2
SiS <sub>2</sub> (ж)	-156,1	90,5	-158,6
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (аморф)	-1189,1	—	-1019,1
H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> (аморф)	-1480	—	—
Sn(к)	0	51,6	0
SnO(к)	-286,0	56,5	-256,9
SnO <sub>2</sub> (к)	-580,8	52,3	-519,9
Ta(к)	0	41,5	0
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (к)	-20,45	143,01	-1909,99
Ti(к)	0	30,6	0
TiCl <sub>4</sub> (г)	-763,2	352,23	-726,12
TiCl <sub>4</sub> (ж)	-804,2	252,4	-737,4
Tl(к)	0	64,18	0

Продолжение прил. 2

1	2	3	4
V(κ)	0	28,9	0
VCl <sub>2</sub> (κ)	-452,17	97,1	-406,12
VCl <sub>3</sub> (κ)	-582,41	130,96	-516,52
VCl <sub>4</sub> (ж)	-569,8	259	-505,6
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (κ)	-1219,1	98,3	-1139,4
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (κ)	-1552	131	-1421,2
W(κ)	0	32,7	0
WO <sub>2</sub> (κ)	-589,63	50,55	-533,87
WO <sub>3</sub> (κ)	-842,7	75,94	-763,9
Zn(κ)	0	41,63	0
ZnCO <sub>3</sub> (κ)	-810,74	92,47	-732,48
ZnCl <sub>2</sub> (κ)	-415,05	111,5	-369,4
ZnO(κ)	-350,6	43,64	-320,7
ZnS(κ)	-205,4	57,74	-200,7
ZnSO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O(κ)	-2780,83	363,8	-2325,56
Zr(κ)	0	39	0
ZrCl <sub>4</sub> (κ)	-979,8	181,4	-889,3