

**TABLA D.2** Propiedades termodinámicas de las sustancias a 298,15 K\*. Las sustancias están a 1 bar de presión. Los solutos de disoluciones acuosas tienen actividad unidad (aproximadamente concentración 1 M). Los datos de iones en disolución acuosa son relativos a valores cero para  $\Delta H_f^\circ$ ,  $\Delta G_f^\circ$  y  $S^\circ$  del  $H^+$ .

## Sustancias inorgánicas

	$\Delta H_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$\Delta G_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$S^\circ$ , J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
<b>Aluminio</b>			
Al(s)	0	0	28,33
Al <sup>3+</sup> (aq)	-531	-485	-321,7
AlCl <sub>3</sub> (s)	-704,2	-628,8	110,7
Al <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub> (g)	-1291	-1220	490
AlF <sub>3</sub> (s)	-1504	-1425	66,44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (sólido $\alpha$ )	-1676	-1582	50,92
Al(OH) <sub>3</sub> (s)	-1276	—	—
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (s)	-3441	-3100	239
<b>Azufre</b>			
S(g)	278,8	238,3	167,8
S(rómbico)	0	0	31,80
S <sub>8</sub> (g)	102,3	49,63	431,0
S <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (g)	-18,4	-31,8	331,5
SF <sub>6</sub> (g)	-1209	-1105	291,8
SO <sub>2</sub> (g)	-296,8	-300,2	248,2
SO <sub>3</sub> (g)	-395,7	-371,1	256,8
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (aq)	-909,3	-744,5	20,1
S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (aq)	-648,5	-522,5	67
SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (g)	-364,0	-320,0	311,9
SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (l)	-394,1	—	—
<b>Bario</b>			
Ba(s)	0	0	62,8
Ba <sup>2+</sup> (aq)	-537,6	-560,8	9,6
BaCO <sub>3</sub> (s)	-1216	-1138	112,1
BaCl <sub>2</sub> (s)	-858,6	-810,4	123,7
BaF <sub>2</sub> (s)	-1207	-1157	96,36
BaO(s)	-553,5	-525,1	70,42
Ba(OH) <sub>2</sub> (s)	-944,7	—	—
Ba(OH) <sub>2</sub> ·8 H <sub>2</sub> O(s)	-3342	-2793	427
BaSO <sub>4</sub> (s)	-1473	-1362	132,2
<b>Berilio</b>			
Be(s)	0	0	9,50
BeCl <sub>2</sub> (sólido $\alpha$ )	-490,4	-445,6	82,68
BeF <sub>2</sub> (sólido $\alpha$ )	-1027	-979,4	53,35
BeO(s)	-609,6	-580,3	14,14
<b>Bismuto</b>			
Bi(s)	0	0	56,74
BiCl <sub>3</sub> (s)	-379,1	-315,0	177,0
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (s)	-573,9	-493,7	151,5
<b>Boro</b>			
B(s)	0	0	5,86
BCl <sub>3</sub> (l)	-427,2	-387,4	206,3
BF <sub>3</sub> (g)	-1137	-1120	254,1
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (g)	35,6	86,7	232,1
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (s)	-1273	-1194	53,97

\*Los datos de sustancias inorgánicas y de compuestos orgánicos de hasta dos átomos de carbono por molécula se han adaptado de D. D. Wagman, et. al., *The NBS Tables of Chemical Thermodynamic Properties: Selected Values for Inorganic and C<sub>1</sub> and C<sub>2</sub> Organic Substances in SI Units*, *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, Volumen 11, 1982, Suplemento 2. Los datos de otros compuestos orgánicos son de J. A. Dean, *Lange's Handbook of Chemistry*, 15/e, McGraw-Hill, Inc., 1999 y otras fuentes.

Sustancias inorgánicas			
	$\Delta H_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$\Delta G_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$S^\circ$ , J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
<b>Bromio</b>			
Br(g)	111,9	82,40	175,0
Br <sup>-</sup> (aq)	-121,6	-104,0	82,4
Br <sub>2</sub> (g)	30,91	3,11	245,5
Br <sub>2</sub> (l)	0	0	152,2
BrCl(g)	14,64	-0,98	240,1
BrF <sub>3</sub> (g)	-255,6	-229,4	292,5
BrF <sub>3</sub> (l)	-300,8	-240,5	178,2
<b>Cadmio</b>			
Cd(s)	0	0	51,76
Cd <sup>2+</sup> (aq)	-75,90	-77,61	-73,2
CdCl <sub>2</sub> (s)	-391,5	-343,9	115,3
CdO(s)	-258,2	-228,4	54,8
<b>Calcio</b>			
Ca(s)	0	0	41,42
Ca <sup>2+</sup> (aq)	-542,8	-553,6	-53,1
CaCO <sub>3</sub> (s)	-1207	-1129	92,9
CaCl <sub>2</sub> (s)	-795,8	-748,1	104,6
CaF <sub>2</sub> (s)	-1220	-1167	68,87
CaH <sub>2</sub> (s)	-186,2	-147,2	42
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (s)	-938,4	-743,1	193,3
CaO(s)	-635,1	-604,0	39,75
Ca(OH) <sub>2</sub> (s)	-986,1	-898,5	83,39
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (s)	-4121	-3885	236,0
CaSO <sub>4</sub> (s)	-1434	-1322	106,7
<b>Carbono</b> (Véase también la tabla de sustancias orgánicas.)			
C(g)	716,7	671,3	158,0
C(diamante)	1,90	2,90	2,38
C(grafito)	0	0	5,74
CCl <sub>4</sub> (g)	-102,9	-60,59	309,9
CCl <sub>4</sub> (l)	-135,4	-65,21	216,4
C <sub>2</sub> N <sub>2</sub> (g)	309,0	297,4	241,9
CO(g)	-110,5	-137,2	197,7
CO <sub>2</sub> (g)	-393,5	-394,4	213,7
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (aq)	-677,1	-527,8	-56,9
C <sub>3</sub> O <sub>2</sub> (g)	-93,72	-109,8	276,5
C <sub>3</sub> O <sub>2</sub> (l)	-117,3	-105,0	181,1
COCl <sub>2</sub> (g)	-218,8	-204,6	283,5
COS(g)	-142,1	-169,3	231,6
CS <sub>2</sub> (l)	89,70	65,27	151,3
<b>Cinc</b>			
Zn(s)	0	0	41,63
Zn <sup>2+</sup> (aq)	-153,9	-147,1	112,1
ZnO(s)	-348,3	-318,3	43,64
<b>Cloro</b>			
Cl(g)	121,7	105,7	165,2
Cl <sup>-</sup> (aq)	-167,2	-131,2	56,5
Cl <sub>2</sub> (g)	0	0	223,1
ClF <sub>3</sub> (g)	-163,2	-123,0	281,6
ClO <sub>2</sub> (g)	102,5	120,5	256,8
Cl <sub>2</sub> O(g)	80,3	97,9	266,2
<b>Cobalto</b>			
Co(s)	0	0	30,04
CoO(s)	-237,9	-214,2	52,97
Co(OH) <sub>2</sub> (sólido rosa)	-539,7	-454,3	79

Sustancias inorgánicas			
	$\Delta H_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$\Delta G_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$S^\circ$ , J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
<b>Cobre</b>			
Cu(s)	0	0	33,15
Cu <sup>2+</sup> (aq)	64,77	65,49	-99,6
CuCO <sub>3</sub> ·Cu(OH) <sub>2</sub> (s)	-1051	-893,6	186,2
CuO(s)	-157,3	-129,7	42,63
Cu(OH) <sub>2</sub> (s)	-449,8	—	—
CuSO <sub>4</sub> ·5 H <sub>2</sub> O(s)	-2280	-1880	300,4
<b>Cromo</b>			
Cr(s)	0	0	23,77
[Cr(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ] <sup>3+</sup> (aq)	-1999	—	—
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (s)	-1140	-1058	81,2
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (aq)	-881,2	-727,8	50,21
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> (aq)	-1490	-1301	261,9
<b>Estaño</b>			
Sn( blanco)	0	0	51,55
Sn( gris)	-2,09	0,13	44,14
SnCl <sub>4</sub> (l)	-511,3	-440,1	258,6
SnO(s)	-285,8	-256,9	56,5
SnO <sub>2</sub> (s)	-580,7	-519,6	52,3
<b>Flúor</b>			
F(g)	78,99	61,91	158,8
F <sup>-</sup> (aq)	-332,6	-278,8	-13,8
F <sub>2</sub> (g)	0	0	202,8
<b>Fósforo</b>			
P(α blanco)	0	0	41,09
P( rojo)	-17,6	-12,1	22,80
P <sub>4</sub> (g)	58,91	24,44	280,0
PCl <sub>3</sub> (g)	-287,0	-267,8	311,8
PCl <sub>5</sub> (g)	-374,9	-305,0	364,6
PH <sub>3</sub> (g)	5,4	13,4	210,2
P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (s)	-2984	-2698	228,9
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (aq)	-1277	-1019	-222
<b>Helio</b>			
He(g)	0	0	126,2
<b>Hidrógeno</b>			
H(g)	218,0	203,2	114,7
H <sup>+</sup> (aq)	0	0	0
H <sub>2</sub> (g)	0	0	130,7
HBr(g)	-36,40	-53,45	198,7
HCl(g)	-92,31	-95,30	186,9
HCl(aq)	-167,2	-131,2	56,5
HClO <sub>2</sub> (aq)	-51,9	5,9	188,3
HCN(g)	135,1	124,7	201,8
HF(g)	-271,1	-273,2	173,8
HI(g)	26,48	1,70	206,6
HNO <sub>3</sub> (l)	-174,1	-80,71	155,6
HNO <sub>3</sub> (aq)	-207,4	-111,3	146,4
H <sub>2</sub> O(g)	-241,8	-228,6	188,8
H <sub>2</sub> O(l)	-285,8	-237,1	69,91
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (g)	-136,3	-105,6	232,7
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (l)	-187,8	-120,4	109,6
H <sub>2</sub> S(g)	-20,63	-33,56	205,8
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (l)	-814,0	-690,0	156,9
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (aq)	-909,3	-744,5	20,1

## Sustancias inorgánicas

	$\Delta H_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$\Delta G_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$S^\circ$ , J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
<b>Hierro</b>			
Fe(s)	0	0	27,28
Fe <sup>2+</sup> (aq)	-89,1	-78,90	-137,7
Fe <sup>3+</sup> (aq)	-48,5	-4,7	-315,9
FeCO <sub>3</sub> (s)	-740,6	-666,7	92,9
FeCl <sub>3</sub> (s)	-399,5	-334,0	-142,3
FeO(s)	-272,0	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (s)	-824,2	-742,2	87,40
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (s)	-1118	-1015	146,4
Fe(OH) <sub>3</sub> (s)	-823,0	-696,5	106,7
<b>Iodo</b>			
I(g)	106,8	70,25	180,8
I <sup>-</sup> (aq)	-55,19	-51,57	111,3
I <sub>2</sub> (g)	62,44	19,33	260,7
I <sub>2</sub> (s)	0	0	116,1
IBr(g)	40,84	3,69	258,8
ICl(g)	17,78	-5,46	247,6
ICl(l)	-23,89	-13,58	135,1
<b>Litio</b>			
Li(g)	159,4	126,7	138,8
Li(s)	0	0	29,12
Li <sup>+</sup> (aq)	-278,5	-293,3	13,4
LiCl(s)	-408,6	-384,4	59,33
LiOH(s)	-484,9	-439,0	42,80
LiNO <sub>3</sub> (s)	-483,1	-381,1	90,0
<b>Magnesio</b>			
Mg(s)	0	0	32,68
Mg <sup>2+</sup> (aq)	-466,9	-454,8	-138,1
MgCl <sub>2</sub> (s)	-641,3	-591,8	89,62
MgCO <sub>3</sub> (s)	-1096	-1012	65,7
MgF <sub>2</sub> (s)	-1123	-1070	57,24
MgO(s)	-601,7	-569,4	26,94
Mg(OH) <sub>2</sub> (s)	-924,5	-833,5	63,18
MgS(s)	-346,0	-341,8	50,33
MgSO <sub>4</sub> (s)	-1285	-1171	91,6
<b>Manganeso</b>			
Mn(s)	0	0	32,01
Mn <sup>2+</sup> (aq)	-220,8	-228,1	-73,6
MnO <sub>2</sub> (s)	-520,0	-465,1	53,05
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (aq)	-541,4	-447,2	191,2
<b>Mercurio</b>			
Hg(g)	61,32	31,82	175,0
Hg(l)	0	0	76,02
HgO(s)	-90,83	-58,54	70,29
<b>Nitrógeno</b>			
N(g)	472,7	455,6	153,3
N <sub>2</sub> (g)	0	0	191,6
NF <sub>3</sub> (g)	-124,7	-83,2	260,7
NH <sub>3</sub> (g)	-46,11	-16,45	192,5
NH <sub>3</sub> (aq)	-80,29	-26,50	111,3
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (aq)	-132,5	-79,31	113,4
NH <sub>4</sub> Br(s)	-270,8	-175,2	113
NH <sub>4</sub> Cl(s)	-314,4	-202,9	94,6
NH <sub>4</sub> F(s)	-464,0	-348,7	71,96

## Sustancias inorgánicas

	$\Delta H_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$\Delta G_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$S^\circ$ , J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> (s)	-849,4	-665,9	120,9
NH <sub>4</sub> I(s)	-201,4	-112,5	117
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (s)	-365,6	-183,9	151,1
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (aq)	-339,9	-190,6	259,8
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (s)	-1181	-901,7	220,1
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (g)	95,40	159,4	238,5
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (l)	50,63	149,3	121,2
NO(g)	90,25	86,55	210,8
N <sub>2</sub> O(g)	82,05	104,2	219,9
NO <sub>2</sub> (g)	33,18	51,31	240,1
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (g)	9,16	97,89	304,3
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (l)	-19,50	97,54	209,2
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g)	11,3	115,1	355,7
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (aq)	-205,0	-108,7	146,4
NOBr(g)	82,17	82,42	273,7
NOCl(g)	51,71	66,08	261,7
<b>Oxígeno</b>			
O(g)	249,2	231,7	161,1
O <sub>2</sub> (g)	0	0	205,1
O <sub>3</sub> (g)	142,7	163,2	238,9
OH <sup>-</sup> (aq)	-230,0	-157,2	-10,75
OF <sub>2</sub> (g)	24,7	41,9	247,4
<b>Plata</b>			
Ag(s)	0	0	42,55
Ag <sup>+</sup> (aq)	105,6	77,11	72,68
AgBr(s)	-100,4	-96,90	107,1
AgCl(s)	-127,1	-109,8	96,2
AgI(s)	-61,84	-66,19	115,5
AgNO <sub>3</sub> (s)	-124,4	-33,41	140,9
Ag <sub>2</sub> O(s)	-31,05	-11,20	121,3
Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (s)	-715,9	-618,4	200,4
<b>Plomo</b>			
Pb(s)	0	0	64,81
Pb <sup>2+</sup> (aq)	-1,7	-24,43	10,5
PbI <sub>2</sub> (s)	-175,5	-173,6	174,9
PbO <sub>2</sub> (s)	-277,4	-217,3	68,6
PbSO <sub>4</sub> (s)	-919,9	-813,1	148,6
<b>Potasio</b>			
K(g)	89,24	60,59	160,3
K(s)	0	0	64,18
K <sup>+</sup> (aq)	-252,4	-283,3	102,5
KBr(s)	-393,8	-380,7	95,90
KCN(s)	-113,0	-101,9	128,5
KCl(s)	-436,7	-409,1	82,59
KClO <sub>3</sub> (s)	-397,7	-296,3	143,1
KClO <sub>4</sub> (s)	-432,8	-303,1	151,0
KF(s)	-567,3	-537,8	66,57
KI(s)	-327,9	-324,9	106,3
KNO <sub>3</sub> (s)	-494,6	-394,9	133,1
KOH(s)	-424,8	-379,1	78,9
KOH(aq)	-482,4	-440,5	91,6
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (s)	-1438	-1321	175,6
<b>Silicio</b>			
Si(s)	0	0	18,83
SiH <sub>4</sub> (g)	34,3	56,9	204,6

## Sustancias inorgánicas

	$\Delta H_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$\Delta G_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$S^\circ$ , J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (g)	80,3	127,3	272,7
SiO <sub>2</sub> (cuarzo)	-910,9	-856,6	41,84
<b>Sodio</b>			
Na(g)	107,3	76,76	153,7
Na(s)	0	0	51,21
Na <sup>+</sup> (aq)	-240,1	-261,9	59,0
Na <sub>2</sub> (g)	142,1	103,9	230,2
NaBr(s)	-361,1	-349,0	86,82
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (s)	-1131	-1044	135,0
NaHCO <sub>3</sub> (s)	-950,8	-851,0	101,7
NaCl(s)	-411,2	-384,1	72,13
NaCl(aq)	-407,3	-393,1	115,5
NaClO <sub>3</sub> (s)	-365,8	-262,3	123,4
NaClO <sub>4</sub> (s)	-383,3	-254,9	142,3
NaF(s)	-573,6	-543,5	51,46
NaH(s)	-56,28	-33,46	40,02
NaI(s)	-287,8	-286,1	98,53
NaNO <sub>3</sub> (s)	-467,9	-367,0	116,5
NaNO <sub>3</sub> (aq)	-447,5	-373,2	205,4
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (s)	-510,9	-447,7	95,0
NaOH(s)	-425,6	-379,5	64,46
NaOH(aq)	-470,1	-419,2	48,1
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (s)	-1537	-1386	127,5
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (s)	-1748	-1608	150,5
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (s)	-1917	-1789	173,8
NaHSO <sub>4</sub> (s)	-1126	-992,8	113,0
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (s)	-1387	-1270	149,6
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (aq)	-1390,	-1268	138,1
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O(s)	-4327	-3647	592,0
Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (s)	-1123	-1028	155
<b>Titanio</b>			
Ti(s)	0	0	30,63
TiCl <sub>4</sub> (g)	-763,2	-726,7	354,9
TiCl <sub>4</sub> (l)	-804,2	-737,2	252,3
TiO <sub>2</sub> (s)	-944,7	-889,5	50,33
<b>Uranio</b>			
U(s)	0	0	50,21
UF <sub>6</sub> (g)	-2147	-2064	377,9
UF <sub>6</sub> (s)	-2197	-2069	227,6
UO <sub>2</sub> (s)	-1085	-1032	77,03

Sustancias orgánicas				
	Nombre	$\Delta H_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$\Delta G_f^\circ$ , kJ mol <sup>-1</sup>	$S^\circ$ , J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
CH <sub>4</sub> (g)	Metano(g)	-74,81	-50,72	186,3
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (g)	Acetileno(g)	226,7	209,2	200,9
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (g)	Etileno(g)	52,26	68,15	219,6
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (g)	Etano(g)	-84,68	-32,82	229,6
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (g)	Propano(g)	-103,8	-23,3	270,3
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (g)	Butano(g)	-125,6	-17,1	310,2
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (g)	Benceno(g)	82,6	129,8	269,3
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (l)	Benceno(l)	49,0	124,5	173,4
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> (g)	Ciclohexano(g)	-123,4	32,0	298,4
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> (l)	Ciclohexano(l)	-156,4	26,9	204,4
C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> (g)	Naftaleno(g)	150,6	224,2	333,2
C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> (s)	Naftaleno(s)	77,9	201,7	167,5
CH <sub>2</sub> O(g)	Formaldehído(g)	-108,6	-102,5	218,8
CH <sub>3</sub> CHO(g)	Acetaldehído(g)	-166,2	-128,9	250,3
CH <sub>3</sub> CHO(l)	Acetaldehído(l)	-192,3	-128,1	160,2
CH <sub>3</sub> OH(g)	Metanol(g)	-200,7	-162,0	239,8
CH <sub>3</sub> OH(l)	Metanol(l)	-238,7	-166,3	126,8
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH(g)	Etanol(g)	-235,1	-168,5	282,7
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH(l)	Etanol(l)	-277,7	-174,8	160,7
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH(s)	Fenol(s)	-165,1	-50,4	144,0
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO(g)	Acetona(g)	-216,6	-153,0	295,0
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO(l)	Acetona(l)	-247,6	-155,6	200,5
CH <sub>3</sub> COOH(g)	Ácido acético(g)	-432,3	-374,0	282,5
CH <sub>3</sub> COOH(l)	Ácido acético(l)	-484,5	-389,9	159,8
CH <sub>3</sub> COOH(aq)	Ácido acético(aq)	-485,8	-396,5	178,7
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH(s)	Ácido benzoico(s)	-385,2	-245,3	167,6
CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> (g)	Metilamina(g)	-22,97	32,16	243,4
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub> (g)	Anilina(g)	86,86	166,8	319,3
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub> (l)	Anilina(l)	31,6	149,2	191,3

# Tabla periódica de los elementos

18  
8A

1  
1A

1 H 1,00794	2 He 4,00260	3 Li 6,941	4 Be 9,01218	5 B 10,811	6 C 12,011	7 N 14,0067	8 O 15,9994	9 F 18,9984	10 Ne 20,1797	11 Na 22,9898	12 Mg 24,3050	13 Al 26,9815	14 Si 28,0855	15 P 30,9738	16 S 32,066	17 Cl 35,4527	18 Ar 39,948
19 K 39,0983	20 Ca 40,078	21 Sc 44,9559	22 Ti 47,88	23 V 50,9415	24 Cr 51,9961	25 Mn 54,9381	26 Fe 55,847	27 Co 58,9332	28 Ni 58,693	29 Cu 63,546	30 Zn 65,39	31 Ga 69,723	32 Ge 72,61	33 As 74,9216	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80
37 Rb 85,4678	38 Sr 87,62	39 Y 88,9059	40 Zr 91,224	41 Nb 92,9064	42 Mo 95,94	43 Tc (98)	44 Ru 101,07	45 Rh 102,906	46 Pd 106,42	47 Ag 107,868	48 Cd 112,411	49 In 114,818	50 Sn 118,710	51 Sb 121,757	52 Te 127,60	53 I 126,904	54 Xe 131,29
55 Cs 132,905	56 Ba 137,327	57 *La 138,906	72 Hf 178,49	73 Ta 180,948	74 W 183,84	75 Re 186,207	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,967	80 Hg 200,59	81 Tl 204,383	82 Pb 207,2	83 Bi 208,980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226,025	89 Ac 227,028	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 (269)	111 (272)	112 (272)	114 (287)	116 (289)	118 (293)			

* Lantánidos	58 Ce 140,115	59 Pr 140,908	60 Nd 144,24	61 Pm (145)	62 Sm 150,36	63 Eu 151,965	64 Gd 157,25	65 Tb 158,925	66 Dy 162,50	67 Ho 164,930	68 Er 167,26	69 Tm 168,934	70 Yb 173,04	71 Lu 174,967
Actínidos	90 Th 232,038	91 Pa 231,036	92 U 238,029	93 Np 237,048	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

Las masas atómicas son relativas al carbono-12. Para algunos elementos radiactivos, los números incluidos (entre paréntesis) son los números de masa de los isótopos más estables. El esquema de numeración de los grupos se explica en la página 50. Los metales son  , y los no metales son  . Los metaloides se indican por  . Los gases nobles son  . Los elementos 110, 111 y 112 todavía no tienen nombre.



## C

## Unidades SI

El sistema de unidades que con el tiempo será utilizado universalmente para expresar todas las magnitudes medidas es Le Système International d'Unités (Sistema Internacional de Unidades), adoptado en 1960 en la Conférence Générale des Poids et Mesures (Conferencia General de Pesos y Medidas). A continuación se presenta un resumen de las disposiciones del convenio SI.

## C.1 Unidades básicas SI

Se ha establecido una sola unidad para cada una de las magnitudes básicas implicadas en las determinaciones experimentales. Estas unidades son las que se dan a continuación

Magnitud física	Unidad	Abreviatura
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Intensidad de corriente eléctrica	Amperio	A
Temperatura	Kelvin	K
Intensidad luminosa	Candela	cd
Cantidad de sustancia	Mol	mol
Ángulo plano	Radián	rad
Ángulo sólido	Estereoradián	sr

## C.2 Prefijos SI

Las unidades básicas SI van precedidas de prefijos característicos para expresar cantidades que son *múltiplos* (mayores que) o *submúltiplos* (menores que) de la unidad básica. Los múltiplos y submúltiplos se obtienen multiplicando la unidad básica por potencias de diez.

Múltiplo	Prefijo	Abreviatura	Submúltiplo	Prefijo	Abreviatura
$10^{12}$	tera	T	$10^{-1}$	deci	d
$10^9$	giga	G	$10^{-2}$	centi	c
$10^6$	mega	M	$10^{-3}$	mili	m
$10^3$	kilo	k	$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^2$	hecto	h	$10^{-9}$	nano	n
$10^1$	deca	da	$10^{-12}$	pico	p
			$10^{-15}$	femto	f
			$10^{-18}$	ato	a

### C.3 Unidades derivadas SI

Las unidades de otras magnitudes deben derivarse a partir de los valores de medidas de magnitudes básicas SI [por ejemplo, el volumen tiene la unidad (longitud)<sup>3</sup>]. A continuación se dan dos conjuntos de unidades derivadas, un conjunto cuyos nombres se obtienen directamente de las unidades básicas y otro cuyos nombres son especiales. Observe que las unidades utilizadas en el texto difieren en algunos aspectos de las mostradas en la tabla. Por ejemplo, en el texto se expresa la densidad en g cm<sup>-3</sup>, la masa molar en g mol<sup>-1</sup>, el volumen molar en mL mol<sup>-1</sup> o L mol<sup>-1</sup> y la concentración molar (molaridad) en mol L<sup>-1</sup> o M.

► Esta tabla ilustra otros dos convenios SI: (a) Las unidades se escriben en singular, metro o m, *no* metros o ms; (b) se prefiere utilizar exponentes negativos en vez del símbolo de división (/), es decir, m s<sup>-1</sup> y m s<sup>-2</sup>, *no* m/s y m/s/s.

Magnitud física	Unidad	Abreviatura
Área	Metro cuadrado	m <sup>2</sup>
Volumen	Metro cúbico	m <sup>3</sup>
Velocidad	Metro por segundo	m s <sup>-1</sup>
Aceleración	Metro por segundo al cuadrado	m s <sup>-2</sup>
Densidad	Kilogramo por metro cúbico	kg m <sup>-3</sup>
Masa molar	Kilogramo por mol	kg mol <sup>-1</sup>
Volumen molar	Metro cúbico por mol	m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup>
Concentración molar	Mol por metro cúbico	mol m <sup>-3</sup>

Magnitud física	Unidad	Abreviatura	En función de unidades SI
Frecuencia	hercio	Hz	s <sup>-1</sup>
Fuerza	newton	N	kg m s <sup>-2</sup>
Presión	pascal	Pa	N m <sup>-2</sup>
Energía	julio	J	kg m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
Potencia	watio	W	J s <sup>-1</sup>
Carga eléctrica	culombio	C	As
Diferencia de potencial eléctrico	voltio	V	J A <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>
Resistencia eléctrica	ohmio	Ω	V A <sup>-1</sup>

Esta tabla ilustra otros dos convenios SI: (a) Las unidades se escriben en singular, metro o m, *no* metros o ms; (b) se prefiere utilizar exponentes negativos en vez del símbolo de división (/), es decir, m s<sup>-1</sup> y m s<sup>-2</sup>, *no* m/s y m/s/s.

### C.4 Unidades que deben dejar de utilizarse

Hay varias unidades utilizadas frecuentemente que se recomienda ir dejando de emplear para finalmente abandonar por completo. Se espera su desaparición gradual, aunque todas ellas han sido utilizadas en este texto. A continuación se dan unas pocas de estas unidades.

► En esta Tabla aparece otro convenio SI: no utilizar puntos u otro tipo de puntuación para expresar números grandes. En su lugar se dejan espacios entre grupos de tres números, es decir, se escribe 101 325 en vez de 101.325. La puntuación para separar la parte entera de la decimal del número puede ser tanto una coma (habitual en España) o un punto (habitual en los Estados Unidos, por ejemplo).

Magnitud física	Unidad	Abreviatura	Definición en unidades SI
Longitud	ångstrom	Å	1 × 10 <sup>-10</sup> m
Fuerza	dina	dina	1 × 10 <sup>-5</sup> N
Energía	ergio	erg	1 × 10 <sup>-7</sup> J
Energía	caloría	cal	4,184 J
Presión	atmósfera	atm	101 325 Pa
Presión	milímetro de mercurio	mmHg	133,322 Pa
Presión	torr	Torr	133,322 Pa

Apéndice

# D

## Tablas de datos

**TABLA D.1 Configuraciones electrónicas del estado fundamental**

Z	Elemento	Configuración	Z	Elemento	Configuración	Z	Elemento	Configuración
1	H	1s <sup>1</sup>	37	Rb	[Kr] 5s <sup>1</sup>	72	Hf	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup>
2	He	1s <sup>2</sup>	38	Sr	[Kr] 5s <sup>2</sup>	73	Ta	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup>
3	Li	[He] 2s <sup>1</sup>	39	Y	[Kr] 4d <sup>1</sup> 5s <sup>2</sup>	74	W	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>
4	Be	[He] 2s <sup>2</sup>	40	Zr	[Kr] 4d <sup>2</sup> 5s <sup>2</sup>	75	Re	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup>
5	B	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>	41	Nb	[Kr] 4d <sup>4</sup> 5s <sup>1</sup>	76	Os	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>
6	C	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>	42	Mo	[Kr] 4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup>	77	Ir	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>
7	N	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	43	Tc	[Kr] 4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup>	78	Pt	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>9</sup> 6s <sup>1</sup>
8	O	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>	44	Ru	[Kr] 4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup>	79	Au	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>1</sup>
9	F	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>	45	Rh	[Kr] 4d <sup>8</sup> 5s <sup>1</sup>	80	Hg	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>
10	Ne	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>	46	Pd	[Kr] 4d <sup>10</sup>	81	Tl	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup>
11	Na	[Ne] 3s <sup>1</sup>	47	Ag	[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup>	82	Pb	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup>
12	Mg	[Ne] 3s <sup>2</sup>	48	Cd	[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup>	83	Bi	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup>
13	Al	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>	49	In	[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup>	84	Po	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>4</sup>
14	Si	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>	50	Sn	[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>	85	At	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>5</sup>
15	P	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>	51	Sb	[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>	86	Rn	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>
16	S	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>	52	Te	[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup>	87	Fr	[Rn] 7s <sup>1</sup>
17	Cl	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>	53	I	[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup>	88	Ra	[Rn] 7s <sup>2</sup>
18	Ar	[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>	54	Xe	[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>	89	Ac	[Rn] 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
19	K	[Ar] 4s <sup>1</sup>	55	Cs	[Xe] 6s <sup>1</sup>	90	Th	[Rn] 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup>
20	Ca	[Ar] 4s <sup>2</sup>	56	Ba	[Xe] 6s <sup>2</sup>	91	Pa	[Rn] 5f <sup>2</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
21	Sc	[Ar] 3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>	57	La	[Xe] 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	92	U	[Rn] 5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
22	Ti	[Ar] 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>	58	Ce	[Xe] 4f <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup>	93	Np	[Rn] 5f <sup>4</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
23	V	[Ar] 3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>	59	Pr	[Xe] 4f <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup>	94	Pu	[Rn] 5f <sup>6</sup> 7s <sup>2</sup>
24	Cr	[Ar] 3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>	60	Nd	[Xe] 4f <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>	95	Am	[Rn] 5f <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>
25	Mn	[Ar] 3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>	61	Pm	[Xe] 4f <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup>	96	Cm	[Rn] 5f <sup>7</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
26	Fe	[Ar] 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	62	Sm	[Xe] 4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>	97	Bk	[Rn] 5f <sup>9</sup> 7s <sup>2</sup>
27	Co	[Ar] 3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>	63	Eu	[Xe] 4f <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>	98	Cf	[Rn] 5f <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup>
28	Ni	[Ar] 3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>	64	Gd	[Xe] 4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	99	Es	[Rn] 5f <sup>11</sup> 7s <sup>2</sup>
29	Cu	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>	65	Tb	[Xe] 4f <sup>9</sup> 6s <sup>2</sup>	100	Fm	[Rn] 5f <sup>12</sup> 7s <sup>2</sup>
30	Zn	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>	66	Dy	[Xe] 4f <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>	101	Md	[Rn] 5f <sup>13</sup> 7s <sup>2</sup>
31	Ga	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup>	67	Ho	[Xe] 4f <sup>11</sup> 6s <sup>2</sup>	102	No	[Rn] 5f <sup>14</sup> 7s <sup>2</sup>
32	Ge	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup>	68	Er	[Xe] 4f <sup>12</sup> 6s <sup>2</sup>	103	Lr	[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>
33	As	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>	69	Tm	[Xe] 4f <sup>13</sup> 6s <sup>2</sup>	104	Rf	[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup>
34	Se	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup>	70	Yb	[Xe] 4f <sup>14</sup> 6s <sup>2</sup>	105	Db	[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>3</sup> 7s <sup>2</sup>
35	Br	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup>	71	Lu	[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	106	Sg	[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>4</sup> 7s <sup>2</sup>
36	Kr	[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup>						

Las configuraciones electrónicas de los gases nobles se muestran en azul. Cada configuración electrónica de un gas noble sirve de configuración electrónica interna de los elementos que le siguen, hasta que se llega al gas noble siguiente. Así, [He] representa la configuración electrónica interna de los elementos del segundo período; [Ne] del tercer período; [Ar] del cuarto período; [Kr] del quinto período; [Xe] del sexto período y [Rn] del séptimo período.