

Por tanto, la concordancia con el valor de pH óptimo de 10,8-11,5 referido por SANDELL⁷ es sorprendentemente buena.

EJEMPLO 9.7

Decídase si el empleo de cloroformo en lugar de tetracloruro de carbono permitirá obtener mejores resultados en el ejemplo anterior.

En cloroformo, la constante de extracción es $10^{20.4}$, es decir, mayor que en tetracloruro de carbono ($10^{17.7}$); por otro lado, el $pH_{1/2}$ es considerablemente mayor en el cloroformo (=10,2) que en el tetracloruro de carbono (=8,5). A $pH=12,7$ la fase de $CHCl_3$ contiene tanto reactivo como la fase de CCl_4 a $pH=11$, y puede demostrarse fácilmente que a valores de pH por encima de 13 la formación de iones plumbito producirá una interferencia importante (a $pH=13$, $D' \approx 10^2$). No cabe, por tanto, esperar que se obtengan mejores resultados al utilizar cloroformo en lugar de tetracloruro de carbono.

BIBLIOGRAFIA

1. BANDEMER, S. L., y P. J. SCHAIBLE: *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.*, **16**, 317 (1944).
2. JONES, A. G.: *Analytical Chemistry, Some New Techniques*. Butterworths, Londres, 1959.
3. LEE, T. S., I. M. KOLTHOFF y D. L. LEUSSING: *J. Am. Chem. Soc.*, **70**, 2348 (1948).
4. NIELSCH, W., y G. BÖLTZ: *Z. Anal. Chem.*, **143**, 1 (1954).
5. RINGBOM, A.: «Metal-Hydrogen Peroxide-EDTA Complexes and Their Use in Analytical Chemistry», *Actas do XVI. Congresso Internacional de Química Pura e Aplicada*, 1956, Lisboa, 1958.
6. RINGBOM, A., S. SIITONEN y B. SAXÉN: *Anal. Chim. Acta*, **16**, 541 (1957).
7. SANDELL, E. B.: *Colorimetric Metal Analyses*, 3.^a ed., Interscience, Nueva York, 1959.

APENDICE

Las tablas de este apéndice contienen valores de constantes de equilibrio tomados de la bibliografía, y valores de magnitudes útiles en la resolución de problemas químicos de acuerdo con los principios perfilados a lo largo de esta obra. Se dan valores tomados de las publicaciones originales para algunas constantes (en particular valores termodinámicos), pero otras constantes se han convertido en valores válidos para alguna fuerza iónica apropiada, o se da sólo un valor aproximado de las mismas. Se han suprimido decimales de exactitud dudosa con objeto de simplificar todos los cálculos. Puede apreciarse que el segundo decimal de muchas constantes logarítmicas está afectado por la naturaleza de los iones individuales que contribuyen a la fuerza iónica.

En general, se ha tratado de dar los valores de las constantes que corresponden a condiciones bien definidas que no difieren demasiado en las condiciones que son comunes en el trabajo analítico. Por desgracia, este propósito implica muchas dificultades, ya que las constantes que se encuentran en la bibliografía son demasiado escasas e inciertas, y están determinadas bajo condiciones demasiado variables; por esta causa no ha sido fácil seleccionar los valores publicados y las tablas que siguen no son completas y pueden adolecer de algunas imperfecciones.

El lector interesado en otras constantes puede consultar las obras de BJERRUM-SCHWARFENBACH-SILLÉN *Stability Constants*, y de YATSI-MIRSKII-VASILIEV *Instability Constants of Complex Compounds*.

INDICE

| Tablas | Páginas |
|--|---------|
| A.1a. Constantes de estabilidad de ácidos inorgánicos ... | 343 |
| A.1b. Constantes de estabilidad de ácidos orgánicos ... | 345 |
| A.2a. Constantes de estabilidad de complejos metálicos con iones hidróxido ... | 347 |
| A.2b. Constantes de estabilidad de complejos metálicos con amoniaco ... | 351 |

| Tablas | Páginas |
|---|---------|
| A.2c. Constantes de estabilidad de complejos metálicos con aminas | 352 |
| A.2d. Constantes de estabilidad de complejos metálicos con iones inorgánicos | 360 |
| A.2e. Constantes de estabilidad de complejos metálicos con algunos iones orgánicos | 373 |
| A.2f. Constantes de estabilidad de complejos metálicos con ácidos aminocarboxílicos | 385 |
| A.3. Productos de solubilidad de sales metálicas ligeramente solubles | 393 |
| A.4a. Valores logarítmicos de $\alpha_{L(H)}$ para el amoniaco y ciertas aminas | 403 |
| A.4b. Valores logarítmicos de $\alpha_{L(H)}$ para algunos aniones complejantes utilizados con frecuencia como agentes tamponantes, enmascarantes o precipitantes | 404 |
| A.4c. Valores logarítmicos de $\alpha_{L(H)}$ para aniones aminocarboxílicos | 406 |
| A.5. Valores logarítmicos de $\alpha_{M(L)}$ para diversos metales y ligandos | 407 |
| A.6. Constantes condicionales logarítmicas de complejos metal-EDTA | 416 |
| A.7. Puntos de transición de indicadores de metales | 417 |
| A.8. Intervalos de pH de indicadores ácido-base | 434 |
| A.9. Constantes de extracción | 435 |

TABLA A.1a

Constantes de estabilidad de ácidos inorgánicos

Las constantes se han seleccionado de la obra de BJERRUM-SCHWARZENBACH-SILLÉN *Stability Constants, Inorganic Ligands*, en las que se dan referencias y detalles originales. Por regla general, los valores se refieren a 25 °C. Los valores de las constantes combinadas se determinaron experimentales o se calcularon (aproximadamente) a partir de valores termodinámicos o a partir de valores determinados a otras fuerzas iónicas.

| Acido | Log K_{HjL}^H | |
|---|-----------------|--|
| | A $\mu=0$ | A $\mu=0,1$ a menos que se indique otra cosa. Constantes combinadas. |
| Ion amonio: NH_4^+ | 9,25 | 9,37 |
| Acido arsénico: H_3AsO_4 | 2,19 | 2,1 |
| $H_2AsO_4^-$ | 6,94 | 6,7 |
| $HAsO_4^{2-}$ | 11,50 | 11,2 |
| Acido arsenioso: H_3AsO_3 | 9,22 | 9,1 |
| $H_2AsO_3^-$ | | 12,1 |
| $HAsO_3^{2-}$ | | 13,4 |
| Acido bórico: H_3BO_3 | 9,23 | 9,1 |
| Acido carbónico: H_2CO_3 | 6,37 | 6,3 |
| HCO_3^- | 10,32 | 10,1 |
| Acido crómico: H_2CrO_4 | 0,8 | 0,7 |
| $HCrO_4^-$ | 6,50 | 6,2 |
| $2HCrO_4^- = Cr_2O_7^{2-} + H_2O$; log K = | 1,64 | 1,5 |
| Acido ciánico: HCNO | 3,66 | 3,6 |
| Acido ferrocianico: $H_4Fe(CN)_6$ | < 1 | |
| $H_3Fe(CN)_6^-$ | < 1 | |
| $H_2Fe(CN)_6^{2-}$ | 2,22 | |
| $HFe(CN)_6^{3-}$ | 4,17 | |
| Acido ferricianico $H_3Fe(CN)_6$: | | < 1 |
| Todas las constantes logarítmicas | | 9,1 |
| Acido germánico: $Ge(OH)_4$ | | 12,7 ($\mu=2$) |
| $GeO(OH)_3^-$ | | |
| Ion hidrazonio: $N_2H_6^{2+}$ | -0,88 | -0,6 |
| $N_2H_5^+$ | 7,99 | 8,1 |
| Acido hidrazonio: HN_3 | 4,72 | 4,6 |
| Acido cianhídrico: HCN | 9,31 | 9,2 |
| Acido fluorhídrico: HF | 3,17 | 3,05 |
| $HF + F^- = HF_2^-$ log K | 0,60 | 0,60 |

TABLA A.1a (Cont.)

| Acido | Log $K_{H/L}^H$ | |
|--|-----------------|--|
| | A $\mu=0$ | A $\mu=0,1$ a menos que se indique otra cosa. Constantes combinadas. |
| Peróxido de hidrógeno: H_2O_2 | 11,75 | 11,6 |
| Seleniuro de hidrógeno: H_2Se | 3,89 | 3,8 |
| HSe^- | 11,00 | 10,7 |
| Sulfuro de hidrógeno: H_2S | 7,05 | 6,9 |
| HS^- | 12,92 | 12,6 |
| Ion hidroxilamonio: NH_3OH^+ | 6,09 | 6,2 |
| Acido hipocloroso: $HClO$ | 7,53 | 7,4 |
| Acidos molíbdicos: $HMoO_4^-$ | | 4,1 ($\mu=3$) |
| (Véase también la tabla A.2a) | | |
| $H_2Mo_7O_{24}^{4-}$ | | 3,7 ($\mu=3$) |
| $HMo_7O_{24}^{3-}$ | | 4,3 ($\mu=3$) |
| Acido nitroso: HNO_2 | 3,29 | 3,2 |
| Acido ortofosfórico: H_3PO_4 | 2,16 | 2,0 |
| $H_2PO_4^-$ | 7,21 | 6,9 |
| HPO_4^{2-} | 12,32 | 11,7 |
| Acido fosforoso: H_2PO_3H | 2,15 | 2,0 |
| HPO_3H^- | 6,70 | 6,4 |
| Acido pirofosfórico: $H_4P_2O_7$ | | 1,0 |
| $H_3P_2O_7^-$ | | 2,5 |
| $H_2P_2O_7^{2-}$ | | 6,1 |
| $HP_2O_7^{3-}$ | | 8,5 |
| Acido silícico: $Si(OH)_4$ | | 9,6 |
| $SiO(OH)_3^-$ | | 12,7 |
| Acido sulfúrico: H_2SO_4 | -3 | |
| HSO_4^- | 1,94 | 1,8 |
| Acido sulfuroso: H_2SO_3 | 1,89 | 1,8 |
| HSO_3^- | 7,20 | 6,8 |
| Acido trifosfórico: $H_2P_3O_{10}$ | | 0 |
| $H_4P_3O_{10}^-$ | | 2,6 |
| $H_3P_3O_{10}^{2-}$ | | 2,7 |
| $H_2P_3O_{10}^{3-}$ | | 5,6 |
| $HP_3O_{10}^{4-}$ | | 7,9 |
| Acido de tungsteno (VI) (véase tabla A.2a) | | |
| Acido de vanadio (V): HVO_4^{2-} | | 12,7 |
| (Véase también tabla A.2a) | | |

TABLA A.1b

Constantes de estabilidad de ácidos orgánicos

Las constantes se han seleccionado de la obra de G. KORTUM *Dissociation Constants of Organic Acids in Aqueous Solutions*, en la que dan referencias y detalles originales. Los valores se refieren a 25 °C o, en algunos casos, a 20 °C. Las constantes de algunos ácidos que son además potentes agentes complejantes —en particular ácidos poliaminopolicarboxílicos— se dan más adelante en la tabla A.2 ó A.4.

| Acido | | Log $K_{H/L}^H$ | |
|----------------------|------------------|-----------------|--|
| | | A $\mu=0$ | A $\mu=0,1$ a menos que se indique otra cosa. Constantes combinadas. |
| Acido acético | | | |
| CH_3COOH | HL | 4,76 | 4,65 |
| Acetilacetona | | | |
| $CH_3COCH_2COCH_3$ | HL | 9,0 | 8,9 |
| Ion anilinio | | | |
| $C_6H_5NH_3^+$ | HL ⁺ | 4,62 | 4,7 |
| Acido ascórbico | | | |
| $C_6H_8O_6$ | H_2L | 4,17 | 4,05 |
| | HL ⁻ | 11,56 | 11,3 |
| Acido benzoico | | | |
| C_6H_5COOH | HL | 4,20 | 4,1 |
| Acido cloroacético | | | |
| $CH_2ClCOOH$ | HL | 2,86 | 2,7 |
| Acido cítrico | | | |
| $C_3H_4OH(COOH)_3$ | H_3L | 3,13 | 3,0 |
| | H_2L^- | 4,76 | 4,4 |
| | H_2L^{2-} | 6,40 | 6,1 |
| | HL ³⁻ | | 16(?) |
| Acido dicloroacético | | | |
| $CHCl_2COOH$ | HL | 1,26 | 1,1 |
| Acido fórmico | | | |
| $HCOOH$ | HL | 3,77 | 3,65 |
| Acido fumárico | | | |
| $C_2H_2(COOH)_2$ | H_2L | 3,02 | 2,9 |
| | HL ⁻ | 4,39 | 4,1 |
| Acido glutámico | | | |
| $C_3H_5NH_2(COOH)_2$ | H_3L^+ | 2,10 | 2,2 |
| | H_2L | 4,07 | 3,95 |
| | HL ⁻ | 9,47 | 9,2 |

TABLA A.1b (Cont.)

| Acido | | Log $K_{H/L}^H$ | |
|--|-------------------------------------|-----------------|--|
| | | A $\mu=0$ | A $\mu=0,1$ a menos que se indique otra cosa. Constantes combinadas. |
| Glicina CH ₂ NH ₂ COOH | H ₂ L ⁺ HL | 2,35 9,78 | 2,5 9,7 |
| Hexametilentetramina (urotropina) C ₆ H ₁₂ N ₄ | HL ⁺ | 5,13 | 5,25 |
| Acido láctico CH ₃ CHOHCOOH | HL | 3,88 | 3,76 |
| Acido maleico C ₂ H ₂ (COOH) ₂ | H ₂ L HL ⁻ | 1,92 6,22 | 1,8 5,9 |
| Acido malónico CH(COOH) ₂ | H ₂ L HL ⁻ | 2,85 5,66 | 2,7 5,4 |
| Acido oxálico (COOH) ₂ | H ₂ L HL ⁻ | 1,25 4,29 | 1,1 4,0 |
| Fenol C ₆ H ₅ OH | HL | 9,95 | 9,8 |
| Acido ftálico C ₆ H ₄ (COOH) ₂ | H ₂ L HL ⁻ | 2,92 5,41 | 2,8 5,1 |
| Acido pícrico C ₆ H ₂ OH(NO ₂) ₃ | HL | | 2,3 |
| Acido picolínico C ₅ H ₄ NCOOH | HL | 5,49 | 5,4 |
| Acido salicílico C ₆ H ₄ OHCOOH | H ₂ L HL ⁻ | 2,98 13,1 | 2,9 11,6 |
| Acido sulfosalicílico C ₆ H ₃ OHSO ₃ HCOOH | H ₂ L HL ⁻ | | 2,6 4,1 |
| Acido tartárico (CHOHCOOH) ₂ | H ₂ L HL ⁻ | 3,04 4,37 | 2,9 4,1 |
| Acido tricloroacético CCl ₃ COOH | HL | 0,66 | 0,5 |

TABLA A.2a

Constantes de estabilidad de complejos metálicos con iones hidróxido

Muchas de las constantes de hidrólisis que se dan más abajo son constantes de concentración determinadas a fuerzas iónicas muy altas. Su conversión en constantes termodinámicas es difícil, ya que no se conocen los valores exactos de los coeficientes de actividad individuales. También se originan errores si estas constantes de concentración se consideran combinadas y si, por tanto, la conversión de una constante K^{OH} en una constante $K^{1/H}$ o viceversa se basa en la ecuación $[H][OH]=10^{-14,0}$. Sin embargo, estos errores serán pequeños comparados con la incertidumbre debida a diferencias grandes en fuerza iónica, y por regla general no afectan a un valor de pH en más de alrededor de 0,1 unidades. Como, en vista del carácter de este libro, los errores de este orden son admisibles, ese tipo de conversiones simplificadas se ha realizado en esta tabla.

Los siguientes valores [45] del producto iónico estequiométrico ($\log K_w$) del agua en soluciones de perclorato sódico de concentración variable a 25 °C ilustran la influencia de la fuerza iónica en el equilibrio de hidrólisis: agua pura, 14,00; NaClO₄ 0,1 M, 13,80; NaClO₄ 2 M, 14,0; NaClO₄ 3 M, 14,2.

| Ion metálico | Fuerza iónica | Log β_1 | Log β_2 | Log β_3 | Log β_4 | Log $K_{M_m(OH)_n}^{nOH}$ | Ref. núm. |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|-----------|
| Ag ⁺ | 0 | 2,3 | 3,6 | 4,8 | | | 1 |
| Al ³⁺ | 2 | | | | 33,3 | 163 $m=6; n=15$ | 2 |
| Ba ²⁺ | 0 | 0,7 | | | | | 3 |
| Be ²⁺ | 3 | | 3,1 | | | 10,8 $m=2; n=1$ 33,3 $m=3; n=3$ | 4 |
| Bi ³⁺ | 3 | 12,4 | | | | 168,3 $m=6; n=12$ 277 $m=9; n=20$ | 5 |
| Ca ²⁺ | 0 | 1,3 | | | | | 6 |
| Cd ²⁺ | 3 | 4,3 | 7,7 | 10,3 | 12,0 | | 7 |
| Ce ³⁺ | Var. | 5 | | | | | 8 |
| Ce ⁴⁺ | 1-2 | 13,3 | 27,1 | | | 27,8 $m=2; n=2$ | 9-11 |
| Co ²⁺ | 0,1 | 5,1 | | 10,2 | | | 12, 13 |
| Cr ³⁺ | 0,1 | 10,2 | 18,3 | | | 26,0 ^a $m=2; n=2$ 69,9 ^a $m=6; n=12$ | 14 |
| Cu ²⁺ | 0 | 6,0 | | | | 17,1 $m=2; n=2$ | 15 |
| Fe ²⁺ | 1 | 4,5 | | | | | 16 |
| Fe ³⁺ | 3 | 11,0 | 21,7 | | | 25,1 $m=2; n=2$ | 17 |
| Ga ³⁺ | 0,5 | 11,1 | | | | | 18 |
| Hg ₂ ²⁺ | 0,5 | 9 | | | | | 19 |
| Hg ²⁺ | 0,5 | 10,3 | 21,7 | | | | 20 |

TABLA A.2a (Cont.)

| Ion metálico | Fuerza iónica | Log β_1 | Log β_2 | Log β_3 | Log β_4 | Log $K_{Mm(OH)_n}^{OH}$ | Ref. núm. |
|-------------------------------|---------------|---|---------------|----------------|---------------|-------------------------|-----------|
| In ³⁺ | 3 | 7,0 | | | | 17,9 $m=2$; $n=2$ | 21 |
| La ³⁺ | 3 | 3,9 | | | | 4,1 $m=2$; $n=1$ | 22 |
| | | | | | | 54,6 $m=5$; $n=9$ | |
| Li ⁺ | 0 | 0,2 | | | | | 3, 23 |
| Mg ²⁺ | 0 | 2,6 | | | | | 24 |
| Mn ²⁺ | 0,1 | 3,4 | | | | | 13 |
| Mo ^{VI} | 3 | 7MoO ₄ ⁻² + 8H ⁺ = Mo ₇ O ₂₄ ⁶⁻ + 4H ₂ O | | | | | 25 |
| | | log K = 57,7 | | | | | |
| Na ⁺ | 0 | -0,7 | | | | | 26 |
| Ni ²⁺ | 0,1 | 4,6 | | | | | 13 |
| Pb ²⁺ | 0,3 | 6,2 | 10,3 | 13,3 | | 7,6 $m=2$; $n=1$ | 5 |
| | | | | | | 36,1 $m=4$; $n=4$ | |
| | | | | | | 69,3 $m=6$; $n=8$ | |
| Sc ³⁺ | 1 | 9,1 | 18,2 | | | 21,8 $m=2$; $n=2$ | 27 |
| Sn ²⁺ | 3 | 10,1 | | | | 23,5 $m=2$; $n=2$ | 28 |
| Sr ²⁺ | 0 | 0,8 | | | | | 3, 29 |
| Th ⁴⁺ | 1 | 9,7 | | | | 11,1 $m=2$; $n=1$ | 30 |
| | | | | | | 22,9 $m=2$; $n=2$ | |
| Ti ³⁺ | 0,5 | 11,8 | | | | | 31 |
| TiO ²⁺ | 1 | 13,7 | | | | | 32 |
| Tl ⁺ | 0 | 0,8 | | | | | 33 |
| Tl ³⁺ | 3 | 12,9 | 25,4 | | | | 34 |
| U ⁴⁺ | 3 | 12 | | | | | 35 |
| UO ₂ ²⁺ | 1 | | | | | 10,3 $m=2$; $n=1$ | 36 |
| | | | | | | 22,0 $m=2$; $n=2$ | |
| VO ²⁺ | 3 | 8,0 | | | | 21,1 $m=2$; $n=2$ | 37 |
| VO ₂ ⁺ | 1 | | | | | 189,2 $m=10$; $n=14$ | 38 |
| VV | 0,5 | 2HVO ₄ ²⁻ = HV ₂ O ₇ + OH ⁻ | | log K = - 3,2 | | | 39, 40 |
| | 0,5 | HVO ₄ ²⁻ = VO ₃ ⁻ + OH ⁻ | | log K = - 6,0 | | | |
| | 0,5 | 3HVO ₄ ²⁻ = V ₃ O ₃ ³ + 3OH ⁻ | | log K = - 10,4 | | | |
| WVI | 3 | 6WO ₄ ²⁻ + 7H ⁺ = HW ₆ O ₂₁ ⁵⁻ + 3H ₂ O | | | | | 41 |
| | | log K = 60,7 | | | | | |
| Zn ²⁺ | 0 | 4,4 | 14,4 | 15,5 | | | 42, 43 |
| Zr ⁴⁺ | 4 | 13,8 | 27,2 | 40,2 | 53 | | 44 |

* A 100 °C.

Bibliografía (Tabla A.2a)

1. JOHNSTON, H. L., F. CUTA, y A. B. GARRETT: *J. Am. Chem. Soc.*, **55**, 2311 (1933). Cf. ref. 45.
2. BROSSET, C., G. BIEDERMANN, y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **8**, 1917 (1954).
3. GIMBLETT, F. G. R., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, **50**, 965 (1954).
4. CARRELL, B., y Å. OLIN: *Acta Chem. Scand.*, **15**, 1875 (1961).
5. OLIN, Å.: *Svensk Kem. Tidskr.*, **73**, 482 (1961).
6. DAVIES, C. W., y B. E. HOYLE: *J. Chem. Soc.*, **1951**, 233.
7. DYRSSEN, D., y P. LUMME: *Proceedings of "11 Nordiska Kemistmötet"*, Åbo (Finland), 1962.
8. MOELLER, T.: *J. Phys. Chem.*, **50**, 242 (1946).
9. SHERRILL, M. S., C. B. KING, y R. C. SPOONER: *J. Am. Chem. Soc.*, **65**, 170 (1943).
10. HEIDT, L. J., y M. E. SMITH: *J. Am. Chem. Soc.*, **70**, 2476 (1948).
11. HARDWICK, T. J., y E. ROBERTSON: *Canad. J. Chem.*, **29**, 818 (1951). Cf. ref. 45.
12. GAYER, K. H., y GARRETT, A. B.: *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 3921 (1950).
13. CHABEREK, S., R. C. COURTNEY, y A. E. MARTELL: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 5057 (1952).
14. BJERRUM, N.: *Dissertation*, Copenhagen, 1908.
15. PEDERSEN, K. J.: *Kgl. Danske Videnskab, Selskab, Mat.-Fys. Medd.*, **20**, 7 (1943).
16. HEDSTRÖM, B. O. A.: *Arkiv Kemi*, **5**, 457 (1953).
17. HEDSTRÖM, B. O. A.: *Arkiv Kemi*, **6**, 1 (1954).
18. WILSON, A. S., y H. TAUBE: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 3509 (1952).
19. FORSLING, W., S. HIETANEN, y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **6**, 901 (1952).
20. HIETANEN, S., y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **6**, 747 (1952).
21. BIEDERMANN, G., N. C. LI, y J. YU: *Acta Chem. Scand.*, **15**, 555 (1961).
22. BIEDERMANN, G., y L. CIAVATTA: *Acta Chem. Scand.*, **15**, 1347 (1961).
23. HARNED, H. S., y J. G. DONELSON: *J. Am. Chem. Soc.*, **59**, 1280 (1937).
24. STOCK, D. I., C. W. DAVIES: *Trans. Faraday Soc.*, **44**, 856 (1948).
25. SASAKI, Y.: *Coordination Chemistry*, Proceedings, p. 186, Londres, 1959.
26. BELL, R. P., y J. E. PRUE: *J. Chem. Soc.*, **1949**, 362.
27. BIEDERMANN, G., M. KILPATRICK, L. POKRAS, y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **10**, 1327 (1956).
28. TOBIAS, R. S.: *Acta Chem. Scand.*, **12**, 198 (1958).
29. HARNED, H. S., y T. R. PAXTON: *J. Phys. Chem.*, **57**, 198 (1953).
30. HIETANEN, S., y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **13**, 533 (1959).
31. PECSOK, R. L., y A. N. FLETCHER: *Inorg. Chem.*, **1**, 156 (1962).

32. BEUKENKAMP, J., y K. D. HERRINGTON: *J. Am. Chem. Soc.*, **82**, 261 (1960).
33. BELL, R. P., y M. H. PANCKHURST: *Rec. Trav. Chim.*, **75**, 725 (1956).
34. BIEDERMANN, G.: *Arkiv Kemi*, **5**, 411 (1953); *Rec. Trav. Chim.*, **75**, 716 (1956).
35. HIETANEN, S.: *Acta Chem. Scand.*, **10**, 1531 (1956); *Rec. Trav. Chim.*, **75**, 711 (1956).
36. AHRLAND, S., S. HIETANEN, y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **8**, 1907 (1954).
37. ROSSOTTI, F. J. C., y H. S. ROSSOTTI: *Acta Chem. Scand.*, **9**, 1177 (1955).
38. ROSSOTTI, F. J. C., y H. S. ROSSOTTI: *Acta Chem. Scand.*, **10**, 957 (1956).
39. INGRI, N., y F. BRITO: *Acta Chem. Scand.*, **13**, 1971 (1959).
40. BRITO, F., y N. INGRI: *Anales Fis. Quim.*, **56B**, 165 (1960).
41. DUNCAN, J. F., y D. L. KEPERT: *J. Chem. Soc.*, **1962**, 205.
42. KOLTHOFF, I. M., y T. KAMEDA: *J. Am. Chem. Soc.*, **53**, 835 (1931).
43. FEITKNECHT, W.: *Solubilities of Hydroxides*, Comunicación a Analytical Section IUPAC, 1953.
44. SOLOVKIN, A. S.: *Zh. Neorgan. Khim.*, **2**, 611 (1957). Cf. ref. 45.
45. BJERRUM, J., G. SCHWARZENBACH, y L. G. SILLÉN: *Stability Constants, Chem. Soc. (London) Spec. Publ.*, **7** (1958).

TABLA A.2b

Constantes de estabilidad de complejos metálicos con amoniaco

Se dan valores determinados a varias fuerzas iónicas. Puesto que no se produce cambio de carga en el complejamiento, las constantes varían sólo ligeramente con la fuerza iónica.

| Metal | Fuerza iónica | Log β_1 | Log β_2 | Log β_3 | Log β_4 | Log β_5 | Log β_6 | Ref. núm. |
|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| Ag ⁺ | 0,1 | 3,40 | 7,40 | | | | | 1 |
| Au ⁺ | Var. | | 27 | | | | | 2 |
| Au ³⁺ | Var. | | | | 30 | | | 3 |
| Ca ²⁺ | 2 | -0,2 | -0,8 | -1,6 | -2,7 | | | 1 |
| Cd ²⁺ | 0,1 | 2,60 | 4,65 | 6,04 | 6,92 | 6,6 | 4,9 | 1 |
| Co ²⁺ | 0,1 | 2,05 | 3,62 | 4,61 | 5,31 | 5,43 | 4,75 | 1 |
| Co ³⁺ | 2 | 7,3 | 14,0 | 20,1 | 25,7 | 30,8 | 35,2 | 1 |
| Cu ⁺ | 2 | 5,90 | 10,80 | | | | | 1 |
| Cu ²⁺ | 0,1 | 4,13 | 7,61 | 10,48 | 12,59 | | | 1 |
| Fe ²⁺ | 0 | 1,4 | 2,2 | | 3,7 | | | 4 |
| Hg ²⁺ | 2 | 8,80 | 17,50 | 18,5 | 19,4 | | | 1 |
| Mg ²⁺ | 2 | 0,23 | 0,08 | -0,36 | -1,1 | | | 1 |
| Mn ²⁺ | Var. | 0,8 | 1,3 | | | | | 5 |
| Ni ²⁺ | 0,1 | 2,75 | 4,95 | 6,64 | 7,79 | 8,50 | 8,49 | 1 |
| Tl ⁺ | Var. | -0,9 | | | | | | 1 |
| Tl ³⁺ | Var. | | | | 17 | | | 2 |
| Zn ²⁺ | 0,1 | 2,27 | 4,61 | 7,01 | 9,06 | | | 1 |

Bibliografía

1. BJERRUM, J.: *Metal Ammine Formation in Aqueous Solution*, Tesis, Copenhagen, 1941; reimpresso P. HAASE and Son, 1957.
2. BJERRUM, J.: *Chem. Rev.*, **46**, 381 (1950).
3. BJERRUM, J., G. SCHWARZENBACH, y L. G. SILLÉN: *Stability Constants II*, The Chemical Society, Londres, 1958.
4. LEUSSING, D. L., e I. M. KOLTHOFF: *J. Am. Chem. Soc.*, **75**, 2476 (1953).
5. YATSIMIRSKII, K. B., y V. P. VASILÉV: *Instability Constants of Complex Compounds*, Pergamon Press, Oxford, 1960.

TABLA A.2c

Constantes de estabilidad de complejos metálicos con aminas

En general, la temperatura es de 20 o 25 °C y la fuerza iónica igual a 0,1. La mayoría de los ligandos recojidos en la tabla son moléculas neutras, y, por tanto, las constantes varían sólo ligeramente con la fuerza iónica. Las constantes de ácido que se dan son combinados. Todos los valores son logarítmicos.

En = etilendiamina, $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
 1,2 = DAP = 1,2-diaminopropano, $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_3$
 1,3 = DAP = 1,3-diaminopropano, $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2$
 TAP = 1,2,3-triaminopropano, $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{NH}_2$
 Den = dietilentetramina, $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{NH}$
 Trien = trietilentetramina, $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2)_3$
 Teirén = tetraetilentetramina, $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2)_2\text{NH}$
 Treen = triaminotrietilamina, $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2)_3\text{N}$

Pentén = pentaetilenhexamina, $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2)_5\text{N}$
 TEA = trietanolamina, $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$
 DDS = diaminodietilsulfuro, $\text{S}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2$
 Tiourea = Tiocarbamida, $\text{SC}(\text{NH}_2)_2$
 Tiourea = Tiocarbamida, $\text{SC}(\text{NH}_2)_2$
 2,2'-dipiridilo, $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_4$
 1,10-fenantrolina, $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_4$
 HQS = ácido 8-hidroxiquinolina-5-sulfónico, $\text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_5\text{S}$

| Ion | Etilendiamina | | | 1,2-diaminopropano | | | 1,3-diaminopropano | | |
|----------------------|---------------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------|
| | β_1 | β_2 | β_3 | β_1 | β_2 | β_3 | β_1 | β_2 | β_3 |
| Ag^+ | 4,7 | 7,7 | 12,09 | 5,42 ^a | 9,97 ^a | 12,12 ^a | 5,85 | 8,31 ^b | |
| Cd^{2+} | 5,47 | 10,02 | 13,82 | 6,41 ^a | 11,47 ^a | 14,72 ^a | 4,97 ^b | | |
| Co^{2+} | 5,89 | 10,72 | 46,89 | | | | | | |
| Co^{3+} | | | | 10,65 | 19,84 | | 9,98 | 17,17 | |
| Cu^{2+} | 10,55 | 19,60 | 9,52 | | | | | | |
| Fe^{2+} | 4,28 | 7,53 | | | | | | | |
| Hg^{2+} | | 23,42 | | 23,53 | | | | | |
| Mn^{2+} | 2,73 | 4,79 | 5,67 | | | | | | |
| Ni^{2+} | 7,66 | 14,06 | 18,59 | 7,41 | 13,71 | 18,0 | 6,39 | 10,78 | 12,01 |
| Zn^{2+} | 5,71 | 10,37 | 12,08 | 5,89 ^a | 10,87 ^a | 12,57 ^a | | | |
| Constantes de ácido: | | | | | | | | | |
| Log K_1 | 10,11 | | | 9,95 | | | 10,72 | | |
| Log K_5 | 7,30 | | | 6,93 | | | 8,96 | | |

TABLA A.2c (Cont.)

| Ion | TAP | | Den | | Trien ^d | | Tetrén ^d | |
|----------------------|-----------|-----------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------|---------------------|-----------|
| | β_1 | β_2 | β_1 | β_2 | β_1 | β_2 | β_1 | β_2 |
| Ag^+ | 5,65 | | 6,1 | | 7,7 | | 14,0 | |
| Cd^{2+} | 6,45 | | 8,45 | 13,85 | 10,75 | 13,9 | 15,1 | |
| Co^{2+} | 6,8 | | 8,1 | 14,1 | 11,0 | | 24,3 ^d | |
| Cu^{2+} | 11,1 | 20,1 | 16,0 | 21,3 | 20,4 | | 11,4 | |
| Fe^{2+} | | | 6,23 ^a | 10,36 ^c | 7,8 | | | |
| Fe^{3+} | | | | | 21,9 | | 27,7 | |
| Hg^{2+} | 19,6 | | 21,8 | 25,06 | 25,26 | | 7,62 | |
| Mn^{2+} | | | 3,99 ^a | 14,5 | 4,9 | | 17,6 | |
| Ni^{2+} | 9,3 | | 10,7 | 6,82 ^a | 14,0 | 19,4 | 10,5 | |
| Pb^{2+} | | | | | 10,4 | | 15,4 | |
| Zn^{2+} | 6,75 | | 8,9 | 18,9 | 12,1 | | | |
| Constantes de ácido: | | | | | | | | |
| Log K_1 | 9,67 | | 10,02 | | 10,00 | | 9,54 | |
| Log K_2 | 8,03 | | 9,21 | | 9,28 | | 9,05 | |
| Log K_3 | 3,80 | | 4,42 | | 6,75 | | 8,10 | |
| Log K_4 | | | | | 3,40 | | 4,70 | |
| Log K_5 | | | | | | | 2,66 | |

TABLA A.2c (Cont.)

| Metal | 2,2'-dipiridilo | | | 1,10-fenantrolina | | | ácido 8-hidroxiquinolina-5-sulfónico | | |
|-------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-----------|-----------|
| | β_1 | β_2 | β_3 | β_1 | β_2 | β_3 | β_1 | β_2 | β_3 |
| Ag ⁺ | | | | | | | 1,5 | | |
| Ba ²⁺ | | 6,8 | | 0,5 | 11,6 | 15,8 | 2,7 | 13,4 | |
| Ca ²⁺ | 4,5 | 8,0 | 10,5 | 6,4 | 13,7 | 20,1 | 6,9 | 15,1 | 20,4 |
| Cd ²⁺ | 5,7 | 11,3 | 16,1 | 7,0 | | | 8,1 | | |
| Co ²⁺ | | 14,2 | | 9,1 | 15,8 | 21,0 | 11,9 | 21,9 | |
| Cu ⁺ | | 13,5 | 17,0 | 5,9 | 11,1 | 21,3 | 7,6 | 14,3 | |
| Cu ²⁺ | 8,1 | 8,0 | 17,6 | | | 14,1 | 11,6 | 22,8 | |
| Fe ²⁺ | 4,4 | | | 1,5 | 7,2 | 10,4 | 4,1 | 7,6 | |
| Fe ³⁺ | | | | 4,1 | 17,1 | 24,8 | 5,7 | 10,7 | |
| Mg ²⁺ | 0,5 | 4,6 | 6,3 | 8,8 | 7,5 | 9 | 9,0 | 16,8 | 22,9 |
| Mn ²⁺ | 2,5 | 13,9 | 20,1 | 5,1 | | | 7,7 | 15,3 | |
| Ni ²⁺ | 7,1 | | | | 9,7 | 17,0 | 2,0 | 18,3 | 25,9 |
| Pb ²⁺ | 3,0 | | | 5,5 | 12,15 | | 9,6 | 15,7 | |
| Sr ²⁺ | | 9,8 | 13,5 | 6,4 | | | 8,5 | | |
| Th ⁴⁺ | | | | | | | 7,5 | 14,3 | |
| UO ₂ ²⁺ | 5,4 | | | | | | | | |
| VO ₂ ⁺ | | | | | | | | | |
| Zn ²⁺ | | | | 4,96 | | | | | |
| Constantes de ácido: | | | | | | | | | |
| Log K ₁ | 4,44 | | | | | | | | |
| Log K ₂ | | | | | | | | | |

* A 30 °C.

* A 0 °C.

Para el resto de metales se conocen las siguientes constantes $K_{\text{MII}}^{\text{H}}$: Ag, 8,1; Cd, 6,4; Co, 5,8; Cu, 3,6; Hg, 5,6; Ni, 4,9; Zn, 5,2. H

Para el log $K_{\text{MII}}^{\text{H}}$ se conoce el valor 5,6.

Bibliografía (Tabla A.2c)

Etilendiamina

- SCHWARZENBACH, G., H. ACKERMANN, B. MAIßEN, y G. ANDEREGG: *Helv. Chim. Acta*, **35**, 2337 (1952). (Ag)
 CARLSON, G. A., J. P. McREYNOLDS, y F. H. VERHOEK: *J. Am. Chem. Soc.*, **67**, 1334 (1945). (Cd, Cu, Zn)
 BJERRUM, J., y P. ANDERSEN: *Kgl. Danske Videnskab. Selskab, Mat.-Fys. Medd.*, **22**, 7 (1945). (Co, Fe, Mn, Ni)
 BJERRUM, J.: *Chem. Rev.*, **46**, 391 (1950). (Hg)

1,2-diaminopropano

- CARLSON, G. A., y col.: l. c. (Cd, Ni, Zn)
 NYMAN, C. J., D. K. ROE, y D. B. MASON: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 4191 (1955). (Hg)
 NÄSANEN, R.: *Suomen Kemistilehti*, **34B**, 47 (1961). (Cu, H)
 EDWARDS, L. J.: *Diss. Univ. of Michigan*, 1950. (Co)

1,3-diaminopropano

- SCHWARZENBACH, G. y col.: l. c. (Ag)
 COITON, A. F., y F. E. HARRIS: *J. Phys. Chem.*, **69**, 1203 (1955). (Cd)
 POULSEN, J., y J. BJERRUM: *Acta Chem. Scand.*, **9**, 1407 (1955). (Cu, Ni)

1,2,3-triaminopropano

- PRUE, J. E., y G. SCHWARZENBACH: *Helv. Chim. Acta*, **33**, 985 (1950). (Todos los valores)

Dietilentriammina ("Den")

- PRUE, J. E., y G. SCHWARZENBACH: *Helv. Chim. Acta*, **33**, 985 (1950). (Ag, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, Zn, H)
 JONASSEN, H. B., y col.: *J. Phys. Chem.*, **56**, 16 (1952). (Fe, Mn)
 NYMAN, C. J., D. K. ROE, y D. B. MASSON: l. c. (Hg)

Trietilentetramina ("Trien")

- SCHWARZENBACH, G.: *Helv. Chim. Acta*, **33**, 974 (1950). (Ag, Cd, Co, Cu, Fe^{II}, Hg, Mn, Ni, Zn)
 DOUGLAS, B. E., H. A. LAITINEN, y J. C. BAILAR: *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 2484 (1950). (Cd)
 BECK, M. T., y S. GOROG: *Proc. Symp. Chem. Coord. Compounds, Agra, India*, 1959, 195 (1960). *C. A.*, **55**, 15092 (1961). (Fe^{III})
 REILLEY, C. N., y R. W. SCHMID: *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, **73**, 279 (1957); *C. A.*, **52**, 7001 (1958). (Pb)

Tetraetilenpentamina ("Tetrén")

- JONASSEN, H. B., A. SCHAAFSMA, y L. WESTERMAN: *J. Phys. Chem.*, **62**, 1022 (1958). (Mn, Fe^{II})

- JONASSEN, H. B., F. W. FREY, y A. SCHAAFSMA: *J. Phys. Chem.*, **61**, 504 (1957). (Co)
 JONASSEN, H. B., y L. WESTERMAN: *J. Am. Chem. Soc.*, **79**, 4275 (1957). (Ni)
 REILLEY, C. N., y J. HOLLOWAY: *J. Am. Chem. Soc.*, **80**, 2917 (1958). (Cd, Hg, Pb, Zn)
 JONASSEN, H. B., J. A. BERTRAND, y F. R. GROVES: *J. Am. Chem. Soc.*, **79**, 4279 (1957). (Cu)
 RINGBOM, A., y F. GUSTAFSSON: Resultados no publicados. (CuHL)

Pentaetilenhexamina ("Pentén")

- SCHWARZENBACH, G., y P. MOSER: *Helv. Chim. Acta*, **36**, 581 (1953). (Todos los valores)

Triaminotrietilamina ("Tren")

- PRUE, J. E., y G. SCHWARZENBACH: *Helv. Chim. Acta*, **33**, 963 (1950). (Todos los valores)

Trietanolamina (TEA)

- BJERRUM, J., y S. REIFN: *Suomen Kemistilehti*, **29B**, 68 (1956). *Chem. Rev.*, **46**, 381 (1950). (Ag, Co, Zn)
 SKRIFVARS, B., y A. RINGBOM. Resultados no publicados. (Cu, Ni, Fe)

Diaminodietilsulfuro (DDS)

- GONIK, E.: *Diss. Pennsylvania State Coll.*, **1951**. (Ag, Cu, Co, ZnCo)
 GONICK, E., W. C. FERNELIUS, y B. E. DOUGLAS: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 4671 (1954). (Co, Ni)

Tiourea

- PILIPENKO, A. T., y T. S. LISETSKAYA: *Ukr. Khim. Zh.*, **19**, 81 (1953). (Ag)
 LANE, T. J., J. A. RYAN, y E. F. BRITTEN: *J. Am. Chem. Soc.*, **80**, 315 (1958). (Cd, Pb)
 NYMAN, C. J., y E. P. PARRY: *Anal. Chem.*, **30**, 1255 (1958). (Hg)
 ONSTOTT, E. I., y H. A. LAITINEN: *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 4724 (1950) (Cu)
 FEDOROVA, O. S.: *Zh. Obshch. Khim.*, **24**, 62 (1954). (Bi)

Tiosemicarbazida

- CHRISTENSEN, A. N., y S. E. RASMUSSEN: Proceedings of "11 Nordiska Kemistmötet", Åbo (Finlandia), 1962, 254. (Cd)
 RINGBOM, A., y BAGGE, T.: Resultados no publicados. (Cu)

2,2-Dipiridilo

- SCROCCO, E., y O. SALVETTI: *Boll. Sci. Fac. Chim. Ind. Bologna*, **12**, 98 (1954). (Ag)
 YAMASAKI, K., y M. YASUDA: *J. Am. Chem. Soc.*, **78**, 1324 (1956). (Cd, Zn, H)

- ONSTOTT, E. I., y H. A. LAITINEN: *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 4724 (1950). (Cu^I y Cu^{II})
 KRUMHOLZ, P.: *Nature*, **163**, 724 (1949). (Fe)
 MILLER, R. R., y W. BRANDT: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 1384 (1955). (Mn)
 SONE, K., P. KRUMHOLZ, y H. STAMMREICH: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 777 (1955). IRVING, H., y D. H. MELLOR: *J. Chem. Soc.*, 1962, 5222. (Co, Cu, Fe^{II}, Mn, Ni) (Mg, Pb)

1,10-fenantrolina

- DOUGLAS, B. E., H. A. LAITINEN, y J. C. BAILAR: *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 2484 (1950). (Cd)
 LEE, T. S., I. M. KOLTHOFF, y D. L. LEUSSING: *J. Am. Chem. Soc.*, **70**, 2348 (1948); *ibid.*, p. 3596. (Fe^{II} y Fe^{III})
 BANKS, C. V., y R. I. BYSTROFF: *J. Am. Chem. Soc.*, **81**, 6153 (1959). (Co)
 ANDEREGG, G.: *Helv. Chim. Acta*, **42**, 344 (1959). (Cu, Ni)
 TRUJILLO, R., y F. BRITO: *Anales Real Soc. Españ. Fis. Quím. (Madrid)*, **53B**, 249 (1957). *C. A.*, **1959**, 21343. (VO)
 SONE, K., P. KRUMHOLZ, y H. STAMMREICH: *l. c.* (Ca, Mg)
 KOLTHOFF, I. M., D. L. LEUSSING, y T. S. LEE: *J. Am. Chem. Soc.*, **73**, 390 (1951). (Zn)
 MILLER, R. R., y W. BRANDT: *l. c.* (Mn)
 SKRIFVARS, B., y A. RINGBOM: Resultados no publicados. (Pb)
 IRVING, H., y D. H. MELLOR: *J. Chem. Soc.*, 1962, 5222. (Fe^{II}, Mn)

Acido 8-hidroxiquinolina-5-sulfónico (HQS)

- NÄSANEN, R., y E. UUSITALO: *Acta Chem. Scand.*, **8**, 112 (1954). (Ba, Ca, Cd, Pb, Sr)
 RICHARD, C. F., R. L. GUSTAFSON, y A. E. MARTELL: *J. Am. Chem. Soc.*, **81**, 1033 (1959). (Cu, Ni, Co, Fe^{III}, Mg, Mn, Th, UO₂, Zn)
 ALBERT, A.: *Biochem. J.*, **54**, 646 (1953). (Fe^{II})

TABLA A.2.d

Constantes de estabilidad de complejos metálicos con iones inorgánicos

| Ion | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|-------------|----------|-------------|---------------|----------------|-----------|
| Carbonato | | | | | |
| Cianuro | | | | | |
| Tiocianato | | | | | |
| Ortofosfato | | | | | |
| Pirofosfato | | | | | |
| Trifosfato | | | | | |
| Peróxido | | | | | |
| Sulfuro | | | | | |
| Sulfato | | | | | |
| Tiosulfato | | | | | |
| Fluoruro | | | | | |
| Cloruro | | | | | |
| Bromuro | | | | | |
| Yoduro | | | | | |

| Carbonato $CO_3^{2-}=L$ | | | | | |
|-------------------------|-----------|-------------|---------------|----------------|-----------|
| Ion | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
| UO_2^{2+} | UO_2L_3 | UO_2+3L | 1 | 2,8 | 1 |

| Cianuro CN^- | | | | | | |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| Ion | Fuerza iónica | Log β_1 | Log β_2 | Log β_3 | Log β_4 | Ref. núm. |
| H^+ | 0,1 | 9,2 | | | | 41 |
| Ag^+ | 0-0,3 | | 21,1 | 21,8 | 20,7 | 2,3 |
| Au^+ | Var. | | 38,3 | | | 4 |
| Cd^{2+} | 3 | 5,5 | 10,6 | 15,3 | 18,9 | 5 |
| Cu^+ | 0 | | 24,0 | 28,6 | 30,3 | 6-8 |
| Hg^{2+} | 0,1 | 18,0 | 34,7 | 38,5 | 41,5 | 9 |
| Ni^{2+} | 0,1 | | | | 31,3 | 10 |
| Pb^{2+} | 1 | | | | 10 | 11a |
| Zn^{2+} | 0,1 | | | | 16,7 | 11 |

TABLA A.2d (Cont.)

Tiocianato SCN^-

| Ion | Fuerza iónica | Log β_1 | Log β_2 | Log β_3 | Log β_4 | Log β_5 | Log β_6 | Ref. núm. |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| Ag^+ | 2,2 | 7,6 | 9,1 | 10,1 | | | | 12 |
| Au^+ | Var. | | 25 | | | | | 13 |
| Au^{3+} | Var. | | 42 | | | | | 13 |
| Bi^{3+} | 0,4 | 0,8 | 1,9 | 2,7 | 3,4 | | | 14 |
| | 2,6 | | | | | 3,25 | 3,2 | 14 |
| Cd^{2+} | 3 | 1,4 | 2,0 | 2,6 | | | | 15 |
| Co^{2+} | 1 | 1,0 | | | | | | 16 |
| Cr^{2+} | ? | 1,1 | 1,9 | | | | | 17 |
| Cu^+ | 5 | | 11,0 | | | | | 18 |
| Cu^{2+} | 0,5 | 1,7 | 2,5 | 2,7 | 3,0 | | | 19 |
| Fe^{2+} | Var. | 1,0 | | | | | | 20 |
| Fe^{3+} | Var. | 2,3 | 4,2 | 5,6 | 6,4 | 6,4 | | 21 |
| Hg^{2+} | 1 | | 16,1 | 19,0 | 20,9 | | | 22 |
| In^{3+} | 2 | 2,6 | 3,6 | 4,6 | | | | 23 |
| Mn^{2+} | 0 | 1,2 | | | | | | 24 |
| Ni^{2+} | 1,5 | 1,2 | 1,6 | 1,8 | | | | 25 |
| Pb^{2+} | 2 | 0,5 | 0,9 | -1 | 0,9 | | | 26 |
| Tl^+ | 2 | 0,4 | | | | | | 26 |
| Zn^{2+} | 2 | 0,5 | 0,8 | 0 | 1,3 | | | 27 |

Ortofosfato $PO_4^{3-}=L$

| Ion | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|-----------|----------|-------------|---------------|----------------|-----------|
| H^+ | HL | H+L | 0,1 | 11,7 | 41 |
| | H_2L | 2H+L | 0,1 | 18,6 | |
| | H_3L | 3H+L | 0,1 | 20,6 | |
| Ca^{2+} | CAHL | Ca+HL | 0,2 | 1,7 | 28 |
| Mg^{2+} | MgHL | Mg+HL | 0,2 | 1,9 | 28 |
| Mn^{2+} | MnHL | Mn+HL | 0,2 | 2,6 | 28 |
| Fe^{3+} | FeHL | Fe+HL | 0,66 | 9,35 | 29 |
| Sr^{2+} | SrH_2L | Sr+ H_2L | 0,15 | 0,25 | 30 |
| | SrHL | Sr+HL | 0,15 | 1,2 | |
| | SrL | Sr+L | 0,15 | 4,2 | |

TABLA A.2d (Cont.)

Pirofosfato $P_2O_7^{4-}=L$

| Ion | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|------------------|---------------------|-----------------------|---------------|----------------|-----------|
| H ⁺ | HL | H+L | 0,1 | 8,5 | 31 |
| | H ₂ L | 2H+L | 0,1 | 14,6 | |
| | H ₃ L | 3H+L | 0,1 | 17,1 | |
| | H ₄ L | 4H+L | 0,1 | 18,1 | |
| Ca ²⁺ | CaHL | Ca+HL | 1 | 2,3 | 32 |
| | CaL | Ca+L | 1 | 5,0 | |
| Cd ²⁺ | CdL | Cd+L | 0 | 8,7 | 33 |
| | CdOL | Cd+OH+L | 0 | 11,8 | |
| Cu ²⁺ | CuL | Cu+L | 1 | 6,7 | 34,7 |
| | CuL ₂ | Cu+2L | 1 | 9,0 | |
| Fe ³⁺ | Fe(HL) ₂ | Fe+2HL | Var. | 22,2 | 35 |
| Hg ²⁺ | Hg ₂ OHL | Hg ₂ +OH+L | 0,75 | 15,6 | 36 |
| Hg ²⁺ | HgOHL | Hg+OH+L | 0,75 | 17,45 | 36 |
| K ⁺ | KL | K+L | 0 | 2,3 | 33 |
| Li ⁺ | LiL | Li+L | 0 | 3,1 | 33 |
| Mg ²⁺ | MgL | Mg+L | 0,02 | 5,7 | 7 |
| Na ⁺ | NaL | Na+L | 0 | 2,3 | 33 |
| Ni ²⁺ | NiL | Ni+L | 0,1 | 5,8 | 34,7 |
| | NiL ₂ | Ni+2L | 0,1 | 7,2 | |
| Pb ²⁺ | PbL ₂ | Pb+2L | Var. | 5,3 | 37 |
| Sr ²⁺ | SrL | Sr+L | 0,15 | 3,3 | 30 |
| Tl ⁺ | TlL | Tl+L | Var. | 1,7 | 38 |
| | TlL ₂ | Tl+2L | Var. | 1,9 | |
| Zn ²⁺ | ZnL | Zn+L | 0 | 8,7 | 33 |
| | ZnL ₂ | Zn+2L | 0 | 11,0 | |
| | ZnOHL | Zn+OH+L | 0 | 13,1 | |

Hg²⁺

TABLA A.2d (Cont.)

Trifosfato $P_3O_{10}^{5-}=L$

| Ion | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|--|--|---|---------------|----------------|-----------|
| H ⁺ | HL | H+L | 0,1 | 7,9 | 39 |
| | H ₂ L | 2H+L | 0,1 | 13,5 | |
| | H ₃ L | 3H+L | 0,1 | 16,2 | |
| | H ₄ L | 4H+L | 0,1 | 18,8 | |
| Ba ²⁺ | BaL | Ba+L | 0,1 | 6,3 | 33 |
| Ca ²⁺ | CaHL | Ca+HL | 1 | 3,0 | 32 |
| | CaL | Ca+L | 1 | 5,4 | |
| Cd ²⁺ | CdL | Cd+L | 0 | 9,8 | 33 |
| | CdOHL | Cd+OH+L | 0 | 12,6 | |
| Co ²⁺ | CoHL | CoL+H | 0,1 | 5,4 | 40 |
| | CoL | Co+L | 0,1 | 6,6 | |
| Cu ²⁺ | CuHL | CuL+H | 0,1 | 5,2 | 40 |
| | CuL | Cu+L | 0,1 | 7,3 | |
| Hg ₂ ²⁺ | Hg ₂ L ₂ | Hg ₂ +2L | 0,75 | 11,2 | 36 |
| | Hg ₂ LOH | Hg ₂ +L+OH | 0,75 | 15,0 | |
| K ⁺ | KL | K+L | 0 | 2,8 | 33 |
| Li ⁺ | LiL | Li+L | 0 | 3,9 | 33 |
| Mg ²⁺ | MgHL | MgL+H | 0,1 | 5,8 | 39, 40 |
| | MgL | Mg+L | 0,1 | 5,7 | |
| Na ⁺ | NaL | Na+L | 0 | 2,8 | 33 |
| Sr ²⁺ | SrHL | Sr+HL | 0,15 | 2,8 | 30 |
| | SrL | Sr+L | 0,15 | 3,8 | |
| Zn ²⁺ | ZnHL | ZnL+H | 0,1 | 5,3 | 40 |
| | ZnL | Zn+L | 0,1 | 6,9 | |
| Peróxido H ₂ O ₂ | | | | | |
| H ⁺ | H ₂ O ₂ | H+HO ₂ | 0,1 | 11,6 | 41 |
| Co ³⁺ | CoHO ₂ | Co+HO ₂ | Var. | 14 | 42 |
| Fe ³⁺ | FeHO ₂ | Fe+HO ₂ | 0,1 | 9,3 | 43 |
| TiO ²⁺ | TiOH ₂ O ₂ | TiO+H ₂ O ₂ | Var. | 4,0 | 44 |
| VO ₂ ⁺ | V(OH) ₂ O ₂ ⁺ | VO ₂ ⁺ +H ₂ O ₂ | Var. | 4,1 | 45 |
| | V(OH) ₂ (O ₂) ₂ ⁻ | VO ₂ ⁺ +2H ₂ O ₂ +2OH ⁻ | Var. | 31,6 | |
| | V(OH) ₂ (O ₂) ₂ ⁻ | V(OH) ₂ O ₂ ⁺ +H ₂ O ₂ +2OH ⁻ | Var. | 27,5 | |

TABLA A.2d (Cont.)

Sulfuro $S^{2-} = L$

| Ion | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|------------------|---------------------|-------------|---------------|----------------|-----------|
| H ⁺ | HS | H+S | 0,1 | 12,6 | 41 |
| | H ₂ S | 2H+S | 0,1 | 19,5 | |
| Ag ⁺ | AgHS | Ag+HS | 0,1 | 13,3 | 46 |
| | Ag(HS) ₂ | Ag+2HS | 0,1 | 17,7 | |
| Hg ²⁺ | AgS | Ag+S | 0,1 | 16,8 | 47 |
| | Hg(HS) ₂ | Hg+2HS | Var. | 41 | |
| | HgS ₂ | Hg+2S | Var. | 53 | |

Sulfato SO_4^{2-}

| Ion | Fuerza iónica | Log β_1 | Log β_2 | Log β_3 | Ref. núm. |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| H ⁺ | 0,1 | 1,8 | | | 41 |
| Ca ²⁺ | 0 | 2,3 | | | 49 |
| Cd ²⁺ | 3 | 0,85 | | | 50 |
| Ce ⁴⁺ | 2 | 3,5 | 8,0 | 10,4 | 51 |
| Co ²⁺ | 0 | 2,5 | | | 52 |
| Cu ²⁺ | 1 | 1,0 | 1,1 | 2,3 | 53 |
| Fe ³⁺ | 0 | 4,0 | 5,4 | | 54 |
| Fe ³⁺ +HL ⁻ | 0,15 | 1,8 | | | 54a |
| In ³⁺ | 1 | 1,85 | 2,6 | 3,0 | 55 |
| La ³⁺ | 1 | 1,4 | | | 56 |
| Mg ²⁺ | 0 | 2,4 | | | 57 |
| Mn ²⁺ | 0 | 2,3 | | | 58 |
| Ni ²⁺ | 0 | 2,3 | | | 52 |
| Th ⁴⁺ | 2 | 3,3 | 5,6 | | 59 |
| U ⁴⁺ | 2 | 3,6 | 6,0 | | 60 |
| UO ₂ ²⁺ | 0 | 3,0 | 4,0 | | 61 |
| Y ³⁺ | ? | 2,2 | 3,3 | 4,4 | 62 |
| Zn ²⁺ | 0 | 2,3 | | | 63 |
| Zr ⁴⁺ | 2 | 3,7 | 6,5 | 7,6 | 64 |

TABLA A.2d (Cont.)

Tiosulfato $S_2O_3^{2-}$

| Ion | Fuerza iónica | Log β_1 | Log β_2 | Log β_3 | Ref. núm. |
|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| H ⁺ | 0,1 | 1,35 | | | 65 |
| Ag ⁺ | 0 | 8,82 | 13,5 | | 66 |
| Ba ²⁺ | 0 | 2,33 | | | 65 |
| Ca ²⁺ | 0 | 1,91 | | | 67 |
| Cd ²⁺ | 0 | 3,94 | | | 67 |
| Co ²⁺ | 0 | 2,05 | | | 65 |
| Cu ⁺ | 2 | 10,3 | 12,2 | 13,8 | 68 |
| Fe ²⁺ | 0,5 | 0,9 (6°) | | | 69 |
| Fe ³⁺ | 0,5 | 2,1 (6°) | | | 69 |
| Hg ²⁺ | 0 | 29,86 | 32,26 | | 70 |
| Mg ²⁺ | 0 | 1,79 | | | 67 |
| Mn ²⁺ | 0 | 1,95 | | | 65 |
| Ni ²⁺ | 0 | 2,06 | | | 65 |
| Pb ²⁺ | Var. | 5,1 | | 6,4 | 71 |
| Sr ²⁺ | 0 | 2,04 | | | 65 |
| Tl ⁺ | 0,1-0,2 | 1,9 | | | 72 |
| Zn ²⁺ | 0 | 2,29 | | | 67 |

TABLA A.2d (Cont.)

Fluorado F⁻

| Ion | Fuerza iónica | Log β ₁ | Log β ₂ | Log β ₃ | Log β ₄ | Log β ₅ | Log β ₆ | Ref. núm. |
|-------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|
| H ⁺ | 0,1 | 3,05 | | | | | | 41 |
| Al ³⁺ | 0,53 | 6,1 | 11,15 | 15,0 | 17,7 | 19,4 | 19,7 | 72 |
| Be ²⁺ | 0,5 | 5,1 | 8,8 | 11,8 | | | | 73 |
| Cr ³⁺ | 0,5 | 4,4 | 7,7 | 10,2 | | | | 74 |
| Cu ²⁺ | 0,5 | 0,7 | | | | | | 75, 41 |
| Fe ²⁺ | Var. | < 1,5 | | | | | | 76 |
| Fe ³⁺ | 0,5 | 5,2 | 9,2 | 11,9 | | | | 76 |
| Ga ³⁺ | 0,5 | 5,1 | | | | | | 74 |
| Hg ²⁺ | 0,5 | 1,0 | | | | | | 75 |
| In ³⁺ | 1 | 3,7 | 6,3 | 8,6 | 9,7 | | | 23 |
| La ³⁺ | 0,5 | 2,7 | | | | | | 77 |
| Mg ²⁺ | 0,5 | 1,3 | | | | | | 78 |
| Ni ²⁺ | 1 | 0,7 | | | | | | 79 |
| Pb ²⁺ | 0,5 | < 0,3 | | | | | | 75 |
| SbO ⁺ | | 5,5 | | | | | | 80 |
| Sc ³⁺ | 0,5 | 6,2 | 11,5 | 15,5 | | | | 77 |
| Sn ⁴⁺ | Var. | | | | | | 25 | 81 |
| Th ⁴⁺ | 0,5 | 7,7 | 13,5 | 18,0 | | | | 76 |
| TiO ²⁺ | 3 | 5,4 | 9,8 | 13,7 | 17,4 | | | 82 |
| UO ₂ ²⁺ | 1 | 4,5 | 7,9 | 10,5 | 11,8 | | | 83 |
| Zn ²⁺ | 0,5 | 0,7 | | | | | | 75 |
| Zr ⁴⁺ | 2 | 8,8 | 16,1 | 21,9 | | | | 64 |

TABLA A.2d (Cont.)

Cloruro Cl⁻

| Ion | Fuerza iónica | Log β ₁ | Log β ₂ | Log β ₃ | Log β ₄ | Log β ₅ | Log β ₆ | Ref. núm. |
|-------------------------------|---------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|
| Ag ⁺ | 0,2 | 2,9 | 4,7 | 5,0 | 5,9 | | | 84, 85 |
| Ag ⁺ | Var. | Log [Ag ₂ Cl]/[Ag] ² [Cl] = 6,7 | | | | | | 7 |
| Au ³⁺ | Var. | | | | 26 | | | 4 |
| Bi ³⁺ | 2 | 2,4 | 3,5 | 5,4 | 6,1 | 6,7 | 6,6 | 86 |
| Cd ²⁺ | 0,1 | 1,6 | 2,1 | 1,5 | 0,9 | | | 87, 88 |
| Cu ⁺ | 0,67 | | | 5,3 | | | | 89 |
| Cu ²⁺ | 1 | 0,1 | -0,5 | | | | | 90 |
| Fe ²⁺ | 2 | 0,4 | | | | | | 91 |
| Fe ³⁺ | 1 | 0,6 | 0,7 | -0,7 | | | | 92 |
| Hg ²⁺ | 0,5 | 6,7 | 13,2 | 14,1 | 15,1 | | | 93, 94 |
| In ³⁺ | 1 | 1,4 | 2,2 | 3,2 | | | | 95 |
| Mn ²⁺ | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,4 | | | | 96 |
| Pb ²⁺ | 0,1 | 1,2 | 0,6 | 1,2 | | | | 97 |
| Sn ²⁺ | 3 | 1,15 | 1,7 | 1,7 | | | | 98 |
| Th ⁴⁺ | 4 | 0,1 | -0,9 | -1,4 | -1,85 | | | 59 |
| Tl ³⁺ | 0 | 8,1 | 13,6 | 15,8 | 18 | | | 99 |
| UO ₂ ²⁺ | 1,2 | 1,6 | | | | | | 100 |
| Zn ²⁺ | 3 | -0,2 | -0,6 | 0,15 | | | | 101 |

Bromuro Br⁻

| Ion | Fuerza iónica | Log β ₁ | Log β ₂ | Log β ₃ | Log β ₄ | Log β ₅ | Log β ₆ | Ref. núm. |
|------------------|---------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|
| Ag ⁺ | 0,1 | 4,15 | 7,1 | 7,95 | 8,9 | | | 102 |
| Ag ⁺ | Var. | Log [Ag ₂ Br]/[Ag] ² [Br] = 9,7 | | | | | | 7 |
| Bi ³⁺ | 2 | 2,3 | 4,45 | 6,3 | 7,7 | 9,3 | 9,4 | 86 |
| Cd ²⁺ | 0,75 | 1,56 | 2,10 | 2,16 | 2,53 | | | 103 |
| Fe ³⁺ | 1 | -0,3 | | | | | | 92 |
| Hg ²⁺ | 0,5 | 9,05 | 17,3 | 19,7 | 21,0 | | | 94, 104 |
| In ³⁺ | 1 | 1,2 | 1,8 | 2,5 | | | | 95 |
| Pb ²⁺ | 1 | 1,1 | 1,4 | 2,2 | | | | 105 |
| Sn ²⁺ | 3 | 0,7 | 1,1 | 1,3 | | | | 106 |
| Tl ³⁺ | 1,2 | 8,9 | 16,4 | 22,1 | 26,1 | 29,2 | 31,6 | 107 |
| Zn ²⁺ | 3 | -0,6 | | | | | | 101 |

TABLA A.2d (Cont.)

Yoduro I⁻

| Ion | Fuerza iónica | Log β ₁ | Log β ₂ | Log β ₃ | Log β ₄ | Log β ₅ | Log β ₆ | Ref. núm. | |
|------------------|---------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|---|
| Ag ⁺ | 1,6 | 13,85 | 13,7 | | | | | 108 | |
| Ag ⁺ | Var. | Log [Ag ₃ I]/[Ag] ³ [I] = 14,15 | | | | | | | 7 |
| Bi ³⁺ | 2 | | | | 15,0 | 16,8 | 18,8 | 86 | |
| Cd ²⁺ | Var. | 2,4 | 3,4 | 5,0 | 6,15 | | | 109 | |
| Hg ²⁺ | 0,5 | 12,9 | 23,8 | 27,6 | 29,8 | | | 110 | |
| In ³⁺ | 0,7 | 1,6 | 2,6 | 2,5 | | | | 111 | |
| Pb ²⁺ | 1 | 1,3 | 2,8 | 3,4 | 3,9 | | | 112 | |

Yodato IO₃⁻

| Ion | Fuerza iónica | Log β ₁ | Log β ₂ | Log β ₃ | Log β ₄ | Log β ₅ | Log β ₆ | Ref. núm. |
|------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|
| Th ⁴⁺ | 0,5 | 2,9 | 4,8 | 7,15 | | | | 113 |

Bibliografía (Tabla A.2d)

- KLYGIN, A. E., e I. D. SMIRNOVA: *Zh. Neorgan. Khim.*, **4**, 42 (1959); *C.A.*, **53**, 11952 (1959).
- GAUGUIN, R.: *J. Chim. Phys.*, **42**, 28 (1945).
- JONES, L. H., y R. A. PENNEMAN: *J. Chem. Phys.*, **22**, 965 (1954).
- LATHMER, W. M.: *Oxidation Potentials*, 2.^a ed., Prentice-Hall, Nueva York, 1952.
- LEDEN, I.: *Svensk Kem. Tidskr.*, **56**, 31 (1944).
- VLADIMIROV, M. G., e I. A. KAKAKOVSKII: *Zh. Prikl. Khim.*, **23**, 580 (1950). Cf. ref. 7.
- YATSIMIRSKII, K. B., y V. P. VASILEV: *Instability Constants*, Pergamon Press, Londres, 1960.
- PENNEMAN, R. A., y L. H. JONES: *J. Chem. Phys.*, **24**, 293 (1956).
- ANDEREGG, G.: *Helv. Chim. Acta*, **40**, 1022 (1957).
- FREUND, H., y C. R. SCHNEIDER: *J. Am. Chem. Soc.*, **81**, 4780 (1959).
- BLACKIE, M. S., y V. GOLD: *J. Chem. Soc.*, 1959, 3932.

- KOLTHOFF, I. M., y J. J. LINGANE: *Polarography*, Interscience, 1941.
- CAVE, G. S., y D. N. HUME: *J. Am. Chem. Soc.*, **75**, 2893 (1953).
- BJERRUM, N., y A. KIRSCHNER: *Kgl. Danske Videnskab. Selskab. Mat.-Fys.*, **V**, núm. 1 (1918).
- GOLUB, A. M., I. A. BABKO, y N. A. LAVITSKAYA: *Ukr. Khim. Zh.*, **25**, 50 (1959).
- LEDEN, I.: *Z. Phys. Chem.*, **A**, **188**, 160 (1941).
- SENISE, P., y M. PERRIER: *J. Am. Chem. Soc.*, **80**, 4194 (1958).
- YATSIMIRSKII, K. B., y T. I. FEDOROVA: *Izv. Vysshikh Uchebn. Zaredenii Khim.*, **1958**, núm. 3, 40. *C.A.*, **53**, 1977 (1959).
- FRIDMAN, Y. D., y D. S. SARBAEV: *Zh. Neorgan. Khim.*, **4**, 1849 (1959).
- TANAKA, N., y TAKAMURA, T.: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **9**, 15 (1959).
- MÖLLER, M.: *Disertación*, Copenhagen, 1937. Cf. ref. 41.
- BABKO, A. K., y K. E. KLEINER: *Zh. Anal. Khim.*, **1**, 106 (1946).
- NYMAN, C. J., y G. S. ALBERTO: *Anal. Chem.*, **32**, 207 (1960).
- SUNDÉN, N.: *Svensk Kem. Tidskr.*, **66**, 50 (1954).
- YATSIMIRSKII, K. B., y V. D. KORABLEVA: *Zh. Neorgan. Khim.*, **3**, 339 (1955).
- FRONAEUS, S.: *Acta Chem. Scand.*, **7**, 21 (1953).
- LEONARD, G. W., M. E. SMITH, y D. N. HUME: *J. Phys. Chem.*, **60**, 1493 (1956).
- FRANK, R. E., y D. N. HUME: *J. Am. Chem. Soc.*, **75**, 1736 (1953).
- SMITH, R. M., y R. A. ALBERTY: *J. Am. Chem. Soc.*, **78**, 2376 (1956).
- LANFORD, O. E., y S. J. KIEHL: *J. Am. Chem. Soc.*, **64**, 291 (1942).
- SCHWARZENBACH, G., y col.: *Helv. Chim. Acta*, **45**, 1171 (1962).
- SCHWARZENBACH, G., y J. ZURC: *Monatsh. Chem.*, **81**, 202 (1950).
- WATTERS, J. I., y S. M. LAMBERT: *J. Am. Chem. Soc.*, **81**, 3201 (1959).
- WOLHOFF, J. A., y J. T. G. OVERBEEK: *Rec. Trav. Chim.*, **78**, 759 (1959).
- YATSIMIRSKII, K. B., y V. P. VASILEV: *Zh. Anal. Khim.*, **11**, 536 (1956). Cf. ref. 7.
- YAKSHOVA, P. I.: *Trudy Voronesh Univ.*, **42**, (núm. 2), 63 (1956).
- YAMANE, T., y N. DAVIDSON: *J. Am. Chem. Soc.*, **81**, 4438 (1959).
- HALDAR, B. C.: *Current Sci.*, **19**, 244 (1950); *Zblatt.*, **1951**, 2856.
- SENISE, P., y P. DELAHAY: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 6128 (1952).
- MARTELL, A. E., y G. SCHWARZENBACH: *Helv. Chim. Acta*, **39**, 653 (1956).
- JOHANSSON, A., y E. WÄNNINEN: *Talanta* (1963) (en prensa).
- BJERRUM, J., G. SCHWARZENBACH, y L. G. SILLÉN: *Stability Constants, Chem. Soc. (London) Spec. Publ.* núm. 7, 1958.
- MENZEL, H.: *Z. Phys. Chem.*, **105**, 402 (1923).
- EVANS, M. G., N. URI, y P. GEORGE: *Trans. Faraday Soc.*, **45**, 230 (1949).

44. KLEINER, K. E.: *Zh. Obshch. Khim.*, **22**, 17 (1952). Cf. ref. 41.
45. RINGBOM, A.: *Proceedings of XV IUPAC Congress*, Lisboa, 1958.
46. ZÜST, H.: *Conferencia*, ETH, Zürich, 1958.
47. TREADWELL, W. D., y F. SCHAUFELBERGER: *Helv. Chim. Acta*, **29**, 1936 (1946).
48. KNOX, J.: *Z. Elektrochem.*, **12**, 477 (1906).
49. BELL, R. P., y J. H. B. GEORGE: *Trans. Faraday Soc.*, **49**, 619 (1953).
50. LEDEN, I.: *Acta Chem. Scand.*, **6**, 971 (1952).
51. HARDWICK, T. J., y E. ROBERTSON: *Canad. J. Chem.*, **29**, 828 (1951).
52. MONEY, R. W., y C. W. DAVIES: *Trans. Faraday Soc.*, **28**, 609 (1932).
53. FRONAEUS, S.: *Conferencia*, Lund, 1948.
54. MATTOO, B. N.: *Z. Phys. Chem. (Frankfurt)*, **19**, 156 (1959).
- 54a. SYKES, K. W.: *Chem. Soc. Spec. Publ.*, 1954 (núm. 1), 64.
55. SUNDÉN, N.: *Svensk Kem. Tidskr.*, **66**, 345 (1954).
56. MATTERN, K. L.: *Tesis*, Univ. Calif. Berkeley, 1951. Cf. ref. 41.
57. JONES, H. W., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, **48**, 929 (1952).
58. JAMES, J. C.: *Tesis*, Londres, 1947. Cf. ref. 41.
59. ZEBROSKI, E. L., H. W. ALTER, y F. K. HEUMANN: *J. Am. Chem. Soc.*, **73**, 5646 (1951).
60. DAY, R. A., R. N. WILHITE, y F. D. HAMILTON: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 3180 (1955).
61. DAVIES, E. W., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, **53**, 442 (1957).
62. PANOVA, M. G., N. E. BEREZHNEVA, y V. I. LEVIN: *Radiokhimiya*, **2**, 208 (1960); *C.A.*, **54**, 20611 (1960).
63. OWEN, B. B., y R. W. GURRY: *J. Am. Chem. Soc.*, **60**, 3074 (1938).
64. CONNICK, R. E., y W. H. MCVEY: *J. Am. Chem. Soc.*, **71**, 3182 (1949).
65. DENNEY, T. O., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, **47**, 992 (1951).
66. CHATEAU, H., B. HERVIER, y J. POURADIER: *J. Phys. Chem.*, **61**, 250 (1957).
67. GIMBLETT, F. G. R., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, **51**, 793 (1955).
68. TOROPOVA, V. F., I. A. SIROTINA, y T. I. LI SOVA: *Uch. Zap. Kazakhak. Gos. Univ. Ulyanova-Lenina*, **115** (núm. 3), 43 (1955). Cf. ref. 7.
69. PAGE, F. M.: *Trans. Faraday Soc.*, **50**, 120 (1954).
70. TOROPOVA, V. F.: *Zh. Obshchei Khim.*, **24**, 423 (1954). Cf. referencia 41.
71. YATSIMIRSKII, K. B.: *Zh. Fiz. Khim.*, **25**, 475 (1951). Cf. ref. 7.
72. BROSSET, C.: *Conferencia*, Estocolmo, 1942.
73. YATES, L. M.: *Tesis*, State Coll. Washington, 1955. Cf. ref. 41.
74. WILSON, A. S., y H. TAUBE: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 3509 (1952).
75. PAUL, A. D.: *Tesis*, Univ. Calif., Berkeley, 1955. Cf. ref. 41.

76. DODGEN, H. V., y G. K. ROLLEFSON: *J. Am. Chem. Soc.*, **71**, 2600 (1949).
77. KURY, J. W., A. D. PAUL, L. G. HEPLER, y R. E. CONNICK: *J. Am. Chem. Soc.*, **81**, 4185 (1959).
78. CONNICK, R. E., y M. S. TSAO: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 5311 (1954).
79. AHRLAND, S., y K. ROSENGREN: *Acta Chem. Scand.*, **10**, 727 (1956).
80. KLEINER, K. E., y G. I. GRIDCHINA: *Zh. Neorgan. Khim.*, **4**, 2020 (1959); *C.A.*, **54**, 11791 (1960).
81. SCHAAP, W. B., J. A. DAVIES, y W. H. NEBERGALL: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 5226 (1954).
82. CAGLIOTI, V., L. CIAVATTA, y A. LIBERTI: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **15**, 115 (1956).
83. AHRLAND, S., R. LARSSON, y K. ROSENGREN: *Acta Chem. Scand.*, **10**, 705 (1956).
84. LEDEN, I.: *Svensk Kem. Tidskr.*, **64**, 249 (1952).
85. BERNE, E., y LEDEN, I.: *Svensk Kem. Tidskr.*, **65**, 88 (1953).
86. AHRLAND, S., y GRENTHE, I.: *Acta Chem. Scand.*, **11**, 1111 (1957).
87. VANDERZEE, C. E., y H. J. DAWSON: *J. Am. Chem. Soc.*, **75**, 5659 (1953).
88. MARCUS, Y.: *Tesis*, Jerusalén, 1955. Cf. ref. 41.
89. STABROVSKII, D. I.: *Zh. Fiz. Khim.*, **26**, 949 (1952). Cf. ref. 7.
90. MCCONELL, H., y N. DAVIDSON: *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 3164 (1950).
91. OLERUP, H.: *Conferencia*, Lund, 1944.
92. RABINOWITZ, E., y W. H. STOCKMAYER: *J. Am. Chem. Soc.*, **64**, 335 (1942).
93. LINDGREN, B., A. JONSSON, y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **1**, 479 (1947).
94. SILLÉN, L. G.: *Acta Chem. Scand.*, **3**, 539 (1949).
95. SCHUFLE, J. A., y H. M. EILAND: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 960 (1954).
96. MORRIS, D. F. C., y E. L. SHORT: *J. Chem. Soc.*, **1961**, 5148.
97. VASILEV, A. M., y V. I. PROUKHINA: *Zh. Anal. Khim.*, **6**, 218 (1951). Cf. ref. 41.
98. VANDERZEE, C. E., y D. E. RHODES: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 3552 (1952).
99. BENOIT, R.: *Bull. Soc. Chim., France*, **1949**, 518.
100. HEFLEY, J. D., y E. S. AMIS: *J. Phys. Chem.*, **64**, 870 (1960).
101. SILLÉN, L. G., y B. LILJEQVIST: *Svensk Kem. Tidskr.*, **56**, 85 (1944).
102. BERNE, E., e I. LEDEN: *Z. Naturforsch.*, **8a**, 719 (1953).
103. KIVALO, P., y P. EKARI: *Suomen Kemistilehti*, **30B**, 116 (1957).
104. BETHGE, P. O., I. JONEVALL-WESTÖÖ, y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **2**, 828 (1948).
105. KIVALO, P.: *Suomen Kemistilehti*, **29B**, 8 (1956).
106. VANDERZEE, C. E.: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 4806 (1952).
107. PESCHANSKI, D., y S. VALLADAS-DUBOIS: *Compt. Rend.*, **241**, 1046 (1955); *Bull. Soc. Chim. France*, **1956**, 1170.

108. GOLUB, A. M.: *Ukrain. Khim. Zhur.*, **19**, 467 (1953). Cf. ref. 41.
 109. RILEY, H. L., y V. GALLAFENT: *J. Chem. Soc.*, **1932**, 514.
 110. QVARFORT, I., y L. G. SILLÉN: *Acta Chem. Scand.*, **3**, 505 (1949).
 111. CARLSON, B. G. F., y H. IRVING: *J. Chem. Soc.*, **1954**, 4390.
 112. KIVALO, P., y A. EKMAN: *Suomen Kemistilehti*, **29B**, 139 (1956).
 113. DAY, R. A., y R. W. STOUGHTON: *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 5662 (1950).

TABLA A.2e

Constantes de estabilidad de complejos metálicos con algunos iones orgánicos

Los reactivos que se recogen en esta tabla se utilizan frecuentemente como agentes tamponantes, precipitantes o enmascarantes, y, por tanto, las constantes se dan, cuando ello es posible, a fuerzas iónicas entre 0,1 y 1, que predominan en el trabajo analítico. Muchos de los valores (a menudo termodinámicos) de las referencias originales se han convertido en valores aproximados, válidos con fines prácticos. De esta forma se consigue que las diversas constantes sean más comparables entre sí, y si es suficiente una aproximación moderada, la mayoría de los valores pueden utilizarse sin aplicar correcciones de actividad.

Este tratamiento puede motivar críticas, pero es el que resulta más práctico teniendo en cuenta los objetivos que se persiguen.

Por desgracia, los valores de varias constantes de esta sección adolecen de cierta incertidumbre. Las constantes de los complejos de ácidos aminocarboxílicos se dan por separado en la tabla A.2f.

| | |
|---------------|---------------------------------------|
| Acido acético | Acido salicílico |
| Acetilacetona | Acido tartárico |
| Acido cítrico | Acido sulfosalicílico |
| Acido oxálico | Tirón (ácido catecol-3,5-disulfónico) |
| Acido ftálico | 2,3-dimercapto-1-propanol (BAL) |

| Ion metálico | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|------------------------------------|------------------|-------------|---------------|----------------|-----------|
| <i>Acido acético</i> $CH_3COOH=HL$ | | | | | |
| H ⁺ | HL | H+L | 0,1 | 4,65 | 1 |
| Ba ²⁺ | BaL | Ba+L | 0,2 | 0,4 | 2 |
| Ca ²⁺ | CaL | Ca+L | 0,2 | 0,5 | 2 |
| Cd ²⁺ | CdL | Cd+L | 1 | 1,0 | 3 |
| | CdL ₂ | Cd+2L | 1 | 1,9 | |
| | CdL ₃ | Cd+3L | 1 | 1,8 | |
| | CdL ₄ | Cd+4L | 1 | 1,3 | |
| Ce ³⁺ | CeL | Ce+L | 0,1 | 2,1 | 4 |
| | CeL ₂ | Ce+2L | 0,1 | 3,5 | |
| Co ²⁺ | CoL | Co+L | 0,1 | 1,1 | 5 |
| | CoL ₂ | Co+2L | 0,1 | 1,5 | |
| Cu ²⁺ | CuL | Cu+L | 1 | 1,7 | 6 |
| | CuL ₂ | Cu+2L | 1 | 2,7 | |
| | CuL ₃ | Cu+3L | 1 | 3,1 | |
| | CuL ₄ | Cu+4L | 1 | 2,9 | |

TABLA A.2e (Cont.)

| Ion metálico | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|---|--------------------------------|----------------------|---------------|----------------|-----------|
| Fe ³⁺ | FeL | Fe + L | 0,1 | 3,4 | 7 |
| | FeL ₂ | Fe + 2L | 0,1 | 6,1 | |
| | FeL ₃ | Fe + 3L | 0,1 | 8,7 | |
| La ³⁺ | LaL | La + L | 0,1 | 2,0 | 8 |
| | LaL ₂ | La + 2L | 0,1 | 3,3 | |
| | LaL ₃ | La + 3L | 2 | 3,0 | |
| | LaL ₄ | La + 4L | 2 | 2,9 | |
| Mg ²⁺ | MgL | Mg + L | 0,2 | 0,5 | 2 |
| Mn ²⁺ | MnL | Mn + L | 0,1 | 0,5 | 9 |
| | MnL ₂ | Mn + 2L | 0,1 | 1,4 | |
| Ni ²⁺ | NiL | Ni + L | 1 | 0,7 | 10 |
| | NiL ₂ | Ni + 2L | 1 | 1,25 | |
| Pb ²⁺ | PbL | Pb + L | 0,5 | 1,9 | 11 |
| | PbL ₂ | Pb + 2L | 0,5 | 3,3 | |
| | Metales tierras raras | ML | M + L | 0,1 | |
| ML ₂ | M + 2L | 0,1 | 3,6-3,9 | | |
| ML ₃ | M + 3L | 2 | 3,3-3,9 | | |
| ML ₄ | M + 4L | 2 | 3,3-3,9 | | |
| Sr ²⁺ | SrL | Sr + L | 0,2 | 0,4 | 2 |
| Tl ³⁺ | TlL ₄ | Tl + 4L | 0,2 | 15,4 | 12 |
| UO ₂ ²⁺ | UO ₂ L | UO ₂ + L | 1 | 2,4 | 13 |
| | UO ₂ L ₂ | UO ₂ + 2L | 1 | 4,4 | |
| | UO ₂ L ₃ | UO ₂ + 3L | 1 | 6,3 | |
| Zn ²⁺ | ZnL | Zn + L | 0,1 | 1,3 | 4 |
| | ZnL ₂ | Zn + 2L | 0,1 | 2,1 | |
| Acetilacetona CH ₃ COCH ₂ COCH ₃ =HL | | | | | |
| (La mayoría de las constantes están determinadas a 30°) | | | | | |
| H ⁺ | HL | H + L | 0,1 | 8,8 | 1 |
| Al ³⁺ | AlL | Al + L | 0,1 | 8,1 | 14 |
| | AlL ₂ | Al + 2L | 0,1 | 15,7 | |
| | AlL ₃ | Al + 3L | 0,1 | 21,2 | |
| Be ²⁺ | BeL | Be + L | 0,1 | 7,4 | 14 |
| | BeL ₂ | Be + 2L | | 13,9 | |
| Cd ²⁺ | CdL | Cd + L | 0,1 | 3,4 | 15 |
| | CdL ₂ | Cd + 2L | 0,1 | 6,0 | |

TABLA A.2e (Cont.)

| Ion metálico | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|------------------|------------------|-------------|---------------|----------------|-----------|
| Ce ³⁺ | CeL | Ce + L | 0,1 | 4,8 | 15 |
| | CeL ₂ | Ce + 2L | 0,1 | 8,4 | |
| | CeL ₃ | Ce + 3L | 0,1 | 11,5 | |
| Co ²⁺ | CoL | Co + L | 0,1 | 5,0 | 15 |
| | CoL ₂ | Co + 2L | 0,1 | 8,9 | |
| Cu ²⁺ | CuL | Cu + L | 0,1 | 7,8 | 15 |
| | CuL ₂ | Cu + 2L | 0,1 | 14,3 | |
| Fe ²⁺ | FeL | Fe + L | 0,1 | 4,7 | 15 |
| | FeL ₂ | Fe + 2L | 0,1 | 8,0 | |
| Fe ³⁺ | FeL | Fe + L | 0,1 | 9,3 | 14 |
| | FeL ₂ | Fe + 2L | 0,1 | 17,9 | |
| | FeL ₃ | Fe + 3L | 0,1 | 25,1 | |
| Ga ³⁺ | GaL | Ga + L | 0,1 | 9,0 | 14 |
| | GaL ₂ | Ga + 2L | 0,1 | 17,0 | |
| | GaL ₃ | Ga + 3L | 0,1 | 22,5 | |
| Hf ⁴⁺ | HfL | Hf + L | Dil. | 8,7 | 16 |
| | HfL ₂ | Hf + 2L | | 15,4 | |
| | HfL ₃ | Hf + 3L | | 21,8 | |
| | HfL ₄ | Hf + 4L | | 28,1 | |
| In ³⁺ | InL | In + L | 0,1 | 7,5 | 14 |
| | InL ₂ | In + 2L | 0,1 | 14,2 | |
| La ³⁺ | LaL | La + L | 0,1 | 4,6 | 14 |
| | LaL ₂ | La + 2L | 0,1 | 8,0 | |
| | LaL ₃ | La + 3L | 0,1 | 10,8 | |
| Mg ²⁺ | MgL | Mg + L | 0,1 | 3,2 | 15 |
| | MgL ₂ | Mg + 2L | 0,1 | 5,5 | |
| Mn ²⁺ | MnL | Mn + L | 0,1 | 3,8 | 15 |
| | MnL ₂ | Mn + 2L | 0,1 | 6,6 | |
| Ni ²⁺ | NiL | Ni + L | 0,1 | 5,5 | 14 |
| | NiL ₂ | Ni + 2L | 0,1 | 9,8 | |
| | NiL ₃ | Ni + 3L | 0,1 | 11,9 | |
| Pb ²⁺ | PbL | Pb + L | 0,1 | 4,2 | 16 |
| | PbL ₂ | Pb + 2L | 0,1 | 6,6 | |
| Pu ⁴⁺ | PuL | Pu + L | 0,1 | 10,5 | 17 |
| | PuL ₂ | Pu + 2L | 0,1 | 19,7 | |
| | PuL ₃ | Pu + 3L | 0,1 | 28,1 | |
| | PuL ₄ | Pu + 4L | 0,1 | 34,1 | |

TABLA A.2e (Cont.)

| Ion metálico | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|---|--------------------------------|---------------------|---------------|----------------|-----------|
| Th ⁴⁺ | ThL | Th+L | 0,1 | 8,3 | 14 |
| | ThL ₂ | Th+2L | 0,1 | 15,3 | |
| | ThL ₃ | Th+3L | 0,1 | 21,2 | |
| | ThL ₄ | Th+4L | 0,1 | 25,1 | |
| U ⁴⁺ | UL | U+L | 0,1 | 8,6 | 17 |
| | UL ₂ | U+2L | 0,1 | 17,0 | |
| | UL ₃ | U+3L | 0,1 | 23,4 | |
| | UL ₄ | U+4L | 0,1 | 29,5 | |
| UO ₂ ²⁺ | UO ₂ L | UO ₂ +L | 0,1 | 7,4 | 15 |
| | UO ₂ L ₂ | UO ₂ +2L | 0,1 | 13,6 | |
| Y ³⁺ | YL | Y+L | 0,1 | 5,9 | 14 |
| | YL ₂ | Y+2L | 0,1 | 10,2 | |
| | YL ₃ | Y+3L | 0,1 | 12,8 | |
| Zn ²⁺ | ZnL | Zn+L | 0,1 | 4,6 | 15 |
| | ZnL ₂ | Zn+2L | 0,1 | 8,2 | |
| Zr ⁴⁺ | ZrL | Zr+L | Dil. | 8,4 | 16 |
| | ZrL ₂ | Zr+2L | | 16,0 | |
| | ZrL ₃ | Zr+3L | | 23,2 | |
| | ZrL ₄ | Zr+4L | | 30,1 | |
| Acido cítrico C ₃ H ₄ (OH)(COOH) ₃ =H ₄ L | | | | | |
| H ⁺ | HL | H+L | | 16 | 1 |
| | H ₂ L | H+HL | 0,5 | 5,9 | |
| | H ₃ L | 2H+HL | 0,5 | 10,3 | |
| | H ₄ L | 3H+HL | 0,5 | 13,3 | |
| Al ³⁺ | AlHL | Al+HL | 0,5 | 7,0 | 18 |
| | AlL | Al+L | 0,5 | 20,0 | |
| | AlOHL | Al+OH+L | 0,5 | 30,6 | |
| Ba ²⁺ | BaHL | Ba+HL | 0,5 | 2,4 | 19 |
| Be ²⁺ | BeH ₃ L | Be+2H+HL | 0,5 | 11,7 | 20 |
| | BeH ₂ L | Be+H+HL | 0,5 | 8,0 | |
| | BeHL | Be+HL | 0,5 | 4,3 | |
| Ca ²⁺ | CaH ₃ L | Ca+2H+HL | 0,5 | 10,9 | 21, 22 |
| | CaH ₂ L | Ca+H+HL | 0,5 | 8,4 | |
| | CaHL | Ca+HL | 0,5 | 3,5 | |

TABLA A.2e (Cont.)

| Ion metálico | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------|----------------|-----------|
| Cd ²⁺ | CdH ₂ L | Cd+H+HL | 0,5 | 7,9 | 23, 24 |
| | CdHL | Cd+HL | 0,5 | 4,0 | |
| | CdL | Cd+L | 0,5 | 11,3 | |
| Co ²⁺ | CoH ₂ L | Co+H+HL | 0,5 | 8,9 | 25 |
| | CoHL | Co+HL | 0,5 | 4,4 | |
| | CoL | Co+L | 0,5 | 12,5 | |
| Cu ²⁺ | CuH ₃ L | Cu+2H+HL | 0,5 | 12,0 | 26, 27 |
| | CuHL | Cu+HL | 0,5 | 6,1 | |
| | CuL | Cu+L | 0,5 | 18 | |
| Fe ²⁺ | FeH ₂ L | Fe+H+HL | 0,5 | 7,3 | 27 |
| | FeHL | Fe+HL | 0,5 | 3,1 | |
| | FeL | Fe+L | 0,5 | 15,5 | |
| Fe ³⁺ | FeH ₂ L | Fe+H+HL | 0,5 | 12,2 | 26, 27 |
| | FeHL | Fe+HL | 0,5 | 10,9 | |
| | FeL | Fe+L | 0,5 | 25,0 | |
| Mg ²⁺ | MgH ₂ L | Mg+H+HL | 0,5 | 7,1 | 23 |
| | MgHL | Mg+HL | 0,5 | 2,8 | |
| Mn ²⁺ | MnH ₂ L | Mn+H+HL | 0,5 | 8,0 | 23 |
| | MnHL | Mn+HL | 0,5 | 3,4 | |
| Ni ²⁺ | NiH ₂ L | Ni+H+HL | 0,5 | 9,0 | 23 |
| | NiHL | Ni+HL | 0,5 | 4,8 | |
| | NiL | Ni+L | 0,5 | 14,3 | |
| Pb ²⁺ | PbH ₂ L | Pb+H+HL | 0,5 | 11,2 | 28, 29 |
| | PbHL | Pb+HL | 0,5 | 5,2 | |
| | PbL | Pb+L | 0,5 | 12,3 | |
| Ra ²⁺ | RaHL | Ra+HL | 0,5 | 2,1 | 19 |
| Sr ²⁺ | SrHL | Sr+HL | 0,5 | 2,8 | 30 |
| UO ₂ ²⁺ | UO ₂ HL | UO ₂ +HL | 0,5 | 8,2 | 23, 31 |
| | UO ₂ (HL) ₂ | UO ₂ +2HL | 0,5 | 10,8 | |
| Zn ²⁺ | ZnH ₂ L | Zn+H+HL | 0,5 | 8,7 | 32 |
| | ZnHL | Zn+HL | 0,5 | 4,5 | |
| | ZnL | Zn+L | 0,5 | 11,4 | |

TABLA A.2e (Cont.)

| Ion metálico | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|---|---|---------------------------|---------------|----------------|-----------|
| <i>Acido oxálico</i> $H_2C_2O_4 = H_2L$ | | | | | |
| H ⁺ | HL | H + L | 0,1 | 4,0 | 1 |
| | H ₂ L | 2H + L | 0,1 | 5,1 | |
| Al ³⁺ | AlL ₂ | Al + 2L | 0,5 | 11,0 | 33 |
| | AlL ₃ | Al + 3L | 0,5 | 14,6 | |
| Cd ²⁺ | CdL | Cd + L | 0,5 | 2,9 | 34 |
| | CdL ₂ | Cd + 2L | 0,5 | 4,7 | |
| Ce ³⁺ | CeL | Ce + L | 0,5 | 5,1 | 35 |
| | CeL ₂ | Ce + 2L | 0,5 | 8,6 | |
| | CeL ₃ | Ce + 3L | 0,5 | 9,6 | |
| Co ²⁺ | CoH ₂ L ₂ | Co + 2H + 2L | 0,5 | 10,6 | 36 |
| | CoHL | Co + H + L | 0,5 | 5,5 | |
| | CoL | Co + L | 0,5 | 3,5 | |
| | CoL ₂ | Co + 2L | 0,5 | 5,8 | |
| Cu ²⁺ | CuHL | Cu + H + L | 0,5 | 6,25 | 37 |
| | CuL | Cu + L | 0,5 | 4,5 | |
| | CuL ₂ | Cu + 2L | 0,5 | 8,9 | |
| Fe ³⁺ | FeL | Fe + L | 0,5 | 8,0 | 38 |
| | FeL ₂ | Fe + 2L | 0,5 | 14,3 | |
| | FeL ₃ | Fe + 3L | 0,5 | 18,5 | |
| Mg ²⁺ | MgL | Mg + L | 0,5 | 2,4 | 39 |
| Mn ²⁺ | MnL | Mn + L | 0,5 | 2,7 | 40 |
| | MnL ₂ | Mn + 2L | 0,5 | 4,1 | |
| Mn ³⁺ | MnL | Mn + L | 2 | 10,0 | 41 |
| | MnL ₂ | Mn + 2L | 2 | 16,6 | |
| | MnL ₃ | Mn + 3L | 2 | 19,4 | |
| Ni ²⁺ | NiL | Ni + L | 1 | 4,1 | 42 |
| | NiL ₂ | Ni + 2L | 1 | 7,2 | |
| | NiL ₃ | Ni + 3L | 1 | 8,5 | |
| Th ⁴⁺ | ThL ₄ | Th + 4L | 0,1 | 24,5 | 43 |
| TiO ²⁺ | TiOL | TiO + L | 2 | 6,6 | 44 |
| | TiOL ₂ | TiO + 2L | 2 | 9,9 | |
| UO ₂ ²⁺ | UO ₂ H ₂ L ₂ | UO ₂ + 2H + 2L | 0,5 | 9,5 | 45 |
| | UO ₂ HL | UO ₂ + H + L | 0,5 | 6,65 | |
| VO ²⁺ | VOL ₂ | VO + 2L | | 12,5 | 46 |

TABLA A.2e (Cont.)

| Ion metálico | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|---|---------------------------------|--------------|---------------|----------------|-----------|
| Y ³⁺ | YL | Y + L | 0,5 | 5,1 | 47 |
| | YL ₂ | Y + 2L | 0,5 | 8,2 | |
| | YL ₃ | Y + 3L | 0,5 | 9,8 | |
| Zn ²⁺ | ZnH ₂ L ₂ | Zn + 2H + 2L | 0,5 | 10,8 | 36 |
| | ZnHL | Zn + H + L | 0,5 | 5,6 | |
| | ZnL | Zn + L | 0,5 | 3,7 | |
| | ZnL ₂ | Zn + 2L | 0,5 | 6,0 | |
| <i>Acido ftálico</i> $C_6H_4(COOH)_2 = H_2L$ | | | | | |
| H ⁺ | HL | H + L | 0,1 | 5,1 | 1 |
| | H ₂ L | 2H + L | 0,1 | 7,9 | |
| Ba ²⁺ | BaL | Ba + L | 0,1 | 1,5 | 48 |
| Ca ²⁺ | CaL | Ca + L | 0,1 | 1,6 | 48 |
| Co ²⁺ | CoL ₂ | Co + 2L | 0,1 | 4,0 | 49 |
| Cu ²⁺ | CuL | Cu + L | 0,1 | 3,1 | 50 |
| | CuL ₂ | Cu + 2L | 0,1 | 4,4 | |
| La ³⁺ | LaL ₂ | La + 2L | 0,1 | 3,9 | 51 |
| Pb ²⁺ | PbL | Pb + L | 1 | 3,4 | 52 |
| | PbL ₂ | Pb + 2L | 1 | 3,4 | |
| <i>Acido salicílico</i> $C_6H_4(OH)COOH = H_2L$ | | | | | |
| H ⁺ | HL | H + L | 0,1 | 13,1 | 1 |
| | H ₂ L | 2H + L | 0,1 | 16,0 | |
| Al ³⁺ | AlL | Al + L | Var. | 14 | 53, 54 |
| Be ²⁺ | BeHL | Be + H + L | 0,16 | 17,4 | 55 |
| Cd ²⁺ | CdL | Cd + L | 0,1 | 5,6 | 56 |
| Co ²⁺ | CoL | Co + L | 0,1 | 6,8 | 56 |
| | CoL ₂ | Co + 2L | 0,1 | 11,5 | |
| Cu ²⁺ | CuL | Cu + L | 0,1 | 10,6 | 56 |
| | CuL ₂ | Cu + 2L | 0,1 | 18,5 | |
| Fe ²⁺ | FeL | Fe + L | 0,1 | 6,6 | 56 |
| | FeL ₂ | Fe + 2L | 0,1 | 11,3 | |
| Fe ³⁺ | FeL | Fe + L | 3 | 15,8 | 57 |
| | FeL ₂ | Fe + 2L | 3 | 27,5 | |
| | FeL ₃ | Fe + 3L | 3 | 35,3 | |

TABLA A.2e (Cont.)

| Ion metálico | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|---|--------------------------------|----------------------|---------------|----------------|-----------|
| Mn ²⁺ | MnL | Mn + L | 0,1 | 5,9 | 56 |
| | MnL ₂ | Mn + 2L | 0,1 | 9,8 | |
| Ni ²⁺ | NiL | Ni + L | 0,1 | 7,0 | 56 |
| | NiL ₂ | Ni + 2L | 0,1 | 11,8 | |
| UO ₂ ²⁺ | UO ₂ L | UO ₂ + L | Var. | 13,4 | 58 |
| Zn ²⁺ | ZnL | Zn + L | 0,1 | 6,9 | 56 |
| <i>Acido sulfosalicilico</i> C ₆ H ₄ (OH)(SO ₃ H)COOH = H ₃ L | | | | | |
| H ⁺ | HL | H + L | 0,1 | 11,6 | 1 |
| | H ₂ L | 2H + L | 0,1 | 14,2 | |
| Al ³⁺ | AlL | Al + L | 0,1 | 12,9 | 59 |
| | AlL ₂ | Al + 2L | 0,1 | 22,9 | |
| | AlL ₃ | Al + 3L | 0,1 | 29,0 | |
| Be ²⁺ | BeL | Be + L | 0,1 | 11,7 | 59 |
| | BeL ₂ | Be + 2L | 0,1 | 20,8 | |
| Cd ²⁺ | CdL | Cd + L | 0,1 | 4,7 | 56 |
| Co ²⁺ | CoL | Co + L | 0,1 | 6,0 | 59 |
| | CoL ₂ | Co + 2L | 0,1 | 9,8 | |
| Cr ²⁺ | CrL | Cr + L | 3 | 7,1 | 60 |
| | CrL ₂ | Cr + 2L | 3 | 12,9 | |
| Cr ³⁺ | CrL | Cr + L | 0,1 | 9,6 | 59 |
| Cu ²⁺ | CuL | Cu + L | 0,1 | 9,5 | 59 |
| | CuL ₂ | Cu + 2L | 0,1 | 16,5 | |
| Fe ²⁺ | FeL | Fe + L | 0,1 | 5,9 | 56 |
| | FeL ₂ | Fe + 2L | 0,1 | 10 | |
| Fe ³⁺ | FeL | Fe + L | 3 | 14,4 | 61 |
| | FeL ₂ | Fe + 2L | 3 | 25,2 | |
| | FeL ₃ | Fe + 3L | 3 | 32,2 | |
| Mn ²⁺ | MnL | Mn + L | 0,1 | 5,2 | 59 |
| | MnL ₂ | Mn + 2L | 0,1 | 8,2 | |
| Ni ²⁺ | NiL | Ni + L | 0,1 | 6,4 | 59 |
| | NiL ₂ | Ni + 2L | 0,1 | 10,2 | |
| NbO ³⁺ | NbOL | NbO + L | 0,1 | 4,0 | 62 |
| | NbOL ₂ | NbO + 2L | 0,1 | 7,7 | |
| UO ₂ ²⁺ | UO ₂ L | UO ₂ + L | 0,1 | 11,1 | 59 |
| | UO ₂ L ₂ | UO ₂ + 2L | 0,1 | 19,2 | |
| Zn ²⁺ | ZnL | Zn + L | 0,1 | 6,1 | 56 |
| | ZnL ₂ | Zn + 2L | 0,1 | 10,6 | |

TABLA A.2e (Cont.)

| Ion metálico | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|---|------------------|-------------|---------------|----------------|-----------|
| <i>Acido tartárico</i> H ₂ C ₄ H ₄ O ₆ = H ₂ L | | | | | |
| H ⁺ | HL | H + L | 0,1 | 4,1 | 1 |
| | H ₂ L | 2H + L | 0,1 | 7,0 | |
| Ba ²⁺ | BaHL | Ba + H + L | 0,5 | 4,65 | 2 |
| | BaL | Ba + L | 0,5 | 1,5 | |
| Ca ²⁺ | CaHL | Ca + H + L | 0,5 | 4,85 | 2 |
| | CaL | Ca + L | 0,5 | 1,7 | |
| Cd ²⁺ | CdL | Cd + L | 0,5 | 2,8 | 63 |
| Co ²⁺ | CoL | Co + L | 0,5 | 2,1 | 64 |
| Cu ²⁺ | CuL | Cu + L | 1 | 3,2 | 6 |
| | CuL ₂ | Cu + 2L | 1 | 5,1 | |
| | CuL ₃ | Cu + 3L | 1 | 4,8 | |
| | CuL ₄ | Cu + 4L | 1 | 6,5 | |
| Mg ²⁺ | MgHL | Mg + H + L | 0,5 | 4,65 | 2 |
| | MgL | Mg + L | 0,5 | 1,2 | |
| Pb ²⁺ | PbL | Pb + L | 0,5 | 3,8 | 63 |
| Ra ²⁺ | RaL | Ra + L | 0,5 | 1,0 | 19 |
| Sr ²⁺ | SrL | Sr + L | 0,5 | 1,4 | 2 |
| Zn ²⁺ | ZnHL | Zn + H + L | 0,5 | 4,5 | 2 |
| | ZnL | Zn + L | 0,5 | 2,4 | |
| <i>Tirón</i> (ácido catecol-3,5-disulfónico) C ₆ H ₂ (OH) ₂ (SO ₃) ₂ ²⁻ : H ₂ L ²⁻ | | | | | |
| H ⁺ | HL | H + L | 0,1 | 12,7 | 65 |
| | | 2H + L | 0,1 | 20,4 | |
| Al ³⁺ | AlL | Al + L | 0,1 | 16,4 | 66 |
| | AlL ₂ | Al + 2L | 0,1 | 29,6 | |
| Ba ²⁺ | BaHL | Ba + H + L | 0,1 | 14,6 | 68 |
| | BaL | Ba + L | 0,1 | 4,1 | |
| Ca ²⁺ | CaHL | Ca + H + L | 0,1 | 14,8 | 68 |
| | CaL | Ca + L | 0,1 | 5,8 | |
| Co ²⁺ | CoHL | Co + H + L | 0,1 | 15,7 | 68 |
| | CoL | Co + L | 0,1 | 9,5 | |
| Cu ²⁺ | CuHL | Cu + H + L | 0,1 | 18,1 | 68 |
| | CuL | Cu + L | 0,1 | 14,5 | |

TABLA A.2e (Cont.)

| Ion metálico | Complejo | Componentes | Fuerza iónica | Log $K_{est.}$ | Ref. núm. |
|------------------|------------------|-------------|---------------|----------------|-----------|
| Fe ³⁺ | FeHL | Fe+H+L | 0,1 | 22,6 | 65 |
| | FeL | Fe+L | 0,1 | 20,7 | |
| | FeL ₂ | Fe+2L | 0,1 | 35,9 | |
| | FeL ₃ | Fe+3L | 0,1 | 46,9 | |
| La ³⁺ | LaL | La+L | 0,1 | 12,9 | 67 |
| | LaOHL | La+OH+L | 0,1 | 18,6 | |
| Mg ²⁺ | MgHL | Mg+H+L | 0,1 | 14,6 | 68 |
| | MgL | Mg+L | 0,1 | 6,9 | |
| Mn ²⁺ | MnL | Mn+L | 0,1 | 8,6 | 67 |
| Ni ²⁺ | NiHL | Ni+H+L | 0,1 | 15,6 | 68 |
| | NiL | Ni+L | 0,1 | 10,0 | |
| Zn ²⁺ | ZnHL | Zn+H+L | 0,1 | 15,9 | 68 |
| | ZnL | Zn+L | 0,1 | 10,4 | |

2,3-dimercapto-1-propanol (BAL), CH₂(SH)CH(SH)CH₂OH=H₂L

| | | | | | |
|------------------|-----------------------------------|-----------|-----|------|--------|
| H ⁺ | HL | H+L | 0 | 8,6 | 69 |
| | H ₂ L | 2H+L | 0 | 19,2 | |
| Fe ²⁺ | FeL | Fe+L | 0,1 | 15,8 | 70 |
| Fe ³⁺ | Fe ₂ L ₃ | 2Fe+3L | 0,1 | 28 | |
| Fe ³⁺ | FeLOH | Fe+L+OH | 0,1 | 30,7 | 71 |
| Mn ²⁺ | MnL | Mn+L | 0,1 | 5,2 | 72 |
| | MnL ₂ | Mn+2L | 0,1 | 10,4 | |
| Ni ²⁺ | NiL ₂ | Ni+2L | 0,1 | 22,8 | 69 |
| | Ni ₂ L ₃ OH | 2Ni+3L+OH | 0,1 | 45,6 | |
| Zn ²⁺ | ZnL | Zn+L | 0,1 | 13,5 | 72, 70 |
| | ZnL ₂ | Zn+2L | 0,1 | 23,3 | |
| | Zn ₂ L ₃ | 2Zn+3L | 0,1 | 40,6 | |

Bibliografía

- KORTÚM, G., W. VOGEL, y K. ANDRUSSOW: "Dissociation Constants of Organic Acids in Aqueous Solution", *J. of IUPAC*, **1**, núms. 2-3, Butterworths, Londres, 1961.
- CANNAN, R. K., y A. KILBRICK: *J. A. Chem. Soc.*, **60**, 2314 (1938).
- SZILARD, I.: *Conferencia*, E.T.H., Zürich, 1961.
- KOLAT, R. S., y J. E. POWELL: *Inorg. Chem.*, **1**, 295 (1962).

- SIDDHANTA, S. K., y S. N. BANERJEE: *J. Ind. Chem. Soc.*, **35**, 343 (1958); *C.A.*, **53**, 2919 (1959).
- FRONAEUS, S.: *Conferencia*, Lund, 1948.
- SOMMER, L., y K. PLISKA: *Collection Czechoslov. Communs.*, **26**, 2754 (1961).
- SONESSON, A.: *Acta Chem. Scand.*, **12**, 165 (1958).
- SIDDHANTA, S. K., y S. N. BANERJEE: *J. Ind. Chem. Soc.*, **35**, 419 (1958); *C.A.*, **53**, 7852 (1959).
- FRONAEUS, S.: *Acta Chem. Scand.*, **6**, 1200 (1952).
- SIDDHANTA, S. K., y S. N. BANERJEE: *J. Ind. Chem. Soc.*, **35**, 323 (1958).
- SPENCER, J. F., y R. ABEGG: *Z. Anorgan. Chem.*, **44**, 379 (1905).
- AHRLAND, S.: *Acta Chem. Scand.*, **5**, 199 (1951).
- IZATT, R. M., y col.: *J. Phys. Chem.*, **59**, 170 (1955).
- IZATT, R. M., y col.: *J. Phys. Chem.*, **58**, 1133 (1954); **59**, 80, 235 (1955).
- KRISHEN, A., y H. FREISER: *Anal. Chem.*, **31**, 923 (1959).
- RYDBERG, J.: *Acta Chem. Scand.*, **4**, 1503 (1950); *Svensk Kem. Tidskr.*, **67**, 499 (1955).
- BERTIN-BATSCH, C.: *Ann. Chim. (France)*, **7**, 481 (1952).
- SCHUBERT, J.: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 3442 (1954).
- FELDMAN, I., y col.: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 878 (1955).
- DAVIES, C. W., y B. E. HOYLE: *J. Chem. Soc.*, **1953**, 4134.
- BATES, R. G., y G. D. PINCHING: *J. Am. Chem. Soc.*, **71**, 1274 (1949).
- LI, N. C., A. LINDENBAUM, y J. M. WHITE: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **12**, 122 (1959).
- MEITES, L.: *J. Am. Chem. Soc.*, **73**, 3727 (1957).
- HEITNER-WIRGIN, C., e I. ELIEZER: *Bull. Soc. Chim. France*, **1957**, 149.
- WARNER, R. C., e I. WEBER: *J. Am. Chem. Soc.*, **75**, 5086 (1953).
- HAMM, R. E., C. M. SHULL, y D. M. GRANT: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 2111 (1954).
- IZATT, R. M., W. C. FERNELIUS y col.: *J. Phys. Chem.*, **58**, 1133 (1954).
- PANOWA, W. E.: *Zh. Neorgan. Khim.*, **2**, 330 (1957); *Ch. Zblatt*, **1958**, 8859.
- SCHUBERT, J.: *J. Phys. Chem.*, **56**, 113 (1952).
- OOSTING, M.: *Rec. Trav. Chim.*, **79**, 634 (1960).
- OKAC, A., y Z. KOLARIK: *Collection Czechoslov. Communs.*, **24**, 1 (1959).
- LACROIX, S.: *Ann. Chim. (France)*, **4**, 5 (1949).
- VOSBURGH, W. C., y J. F. BECKMAN: *J. Am. Chem. Soc.*, **62**, 1028 (1940).
- CROUTHAMEL, C. E., y D. S. MARTIN: *J. Am. Chem. Soc.*, **73**, 569 (1951).
- SCHUBERT, J., E. L. LIND y col.: *J. Am. Chem. Soc.*, **80**, 4799 (1958).
- MCAULEY, A., y G. H. NANCOLLAS: *Trans. Faraday Soc.*, **56**, 1165 (1960).

38. LAMBLING, J.: *Bull. Soc. Chim. France*, **1949**, 495.
 39. RAAFLAUB, J.: *Helv. Chim. Acta*, **43**, 629 (1960).
 40. MONEY, R. W., y C. W. DAVIES: *J. Chem. Soc.*, **1934**, 400.
 41. TAUBE, H.: *J. Am. Chem. Soc.*, **70**, 3928 (1948).
 42. WATTERS, J. L., y R. de WITT: *J. Am. Chem. Soc.*, **82**, 1333 (1960).
 43. BOSE, M., y D. M. CHOWDHURY: *J. Ind. Chem. Soc.*, **31**, 111 (1954); *Ch. Zblatt*, **127**, 4945 (1956).
 44. BABKO, A. K., y L. I. DUBOVENKO: *Zh. Neorgan. Khim.*, **4**, 372 (1959); *C.A.*, **53**, 17745 (1959).
 45. LI, N. C., W. M. WESTFALL y col.: *J. Am. Chem. Soc.*, **79**, 5864 (1957).
 46. ZOLOFOVIN, V. L.: *Zh. Neorgan. Khim.*, **12**, 2713 (1959); *C.A.*, **51**, 18151 (1960).
 47. FEIBUSH, A. M., K. ROWLEY, y L. GORDON: *Anal. Chem.*, **30**, 1605 (1958).
 48. TOPP, N. E., y C. W. DAVIES: *J. Chem. Soc.*, **1940**, 87.
 49. RILEY, H. L.: *J. Chem. Soc.*, **1929**, 1307.
 50. GRADDON, D. P.: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **5**, 219 (1958).
 51. PEACOCK, J. M., y J. C. JAMES: *J. Chem. Soc.*, **1951**, 2233.
 52. KOSTROMIN, A. I., y G. K. BUDNIKOV: *Uch. Zap. Kazan. Gosudarst. Univ.*, **117**, 207 (1957); *C.A.*, **54**, 15058 (1960).
 53. BABKO, A. K., y T. N. RYCHKOVA: *Zh. Obsch. Khim.*, **18**, 1617 (1948). *Cf. ref. 54*.
 54. YATSMIRSKII, K. B., y V. P. VASILEV: *Instability Constants*, Pergamon Press, Londres, 1960.
 55. SCHUBERT, J., y A. LINDENBAUM: *J. Biol. Chem.*, **208**, 359 (1954).
 56. PERRIN, D. D.: *Nature*, **182**, 741 (1958).
 57. ÅGREN, A.: *Acta Chem. Scand.*, **9**, 49 (1955).
 58. BABKO, A. K., y L. S. KOTELYANSKAYA: *Khimsbornik Kievskogo Gosuniversiteta*, núm. **5**, 75 (1949). *Cf. ref. 54*.
 59. BANKS, C. V., y R. S. SINGH: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **15**, 125 (1960).
 60. PECSOK, R. L., y W. P. SCHAEFER: *J. Am. Chem. Soc.*, **83**, 52 (1961).
 61. ÅGREN, A.: *Acta Chem. Scand.*, **8**, 266 (1954).
 62. AYERS, O. E., y J. E. LAND: *J. Phys. Chem.*, **65**, 145 (1961).
 63. SUZUKI, S.: *Sci. Reports Res. Inst. Tohoku Univ.*, **4**, 176 (1952).
 64. MANNING, P. G., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, **57**, 1996 (1961).
 65. WILLI, A., y G. SCHWARZENBACH: *Helv. Chim. Acta*, **34**, 528 (1951).
 66. NÄSÄNEN, R.: *Acta Chem. Scand.*, **11**, 1308 (1957).
 67. COURTNEY, R. C., R. L. GUSTAFSON, S. CHABEREK, JR., y A. E. MARTELL: *J. Am. Chem. Soc.*, **80**, 2121 (1958).
 68. BJERRUM, J., G. SCHWARZENBACH, y L. G. SILLÉN: *Stability Constants, Chem. Soc. (London) Spec. Publ. núm. 6* (1957).
 69. LEUSSING, D. L.: *J. Am. Chem. Soc.*, **81**, 4208 (1959).
 70. LEUSSING, D. L., y J. JAYNE.: *J. Phys. Chem.*, **66**, 426 (1962).
 71. LEUSSING, D. L., y J. P. MISLAN: *J. Phys. Chem.*, **64**, 1908 (1960).
 72. LEUSSING, D. L., y T. N. TISCHER: *J. Am. Chem. Soc.*, **83**, 65 (1961).

TABLA A.2f

Constantes de estabilidad de complejos metálicos con ácidos aminocarboxílicos

Los valores de esta tabla se refieren a una fuerza iónica de 0,1 y a una temperatura de 20 o 25 °C, a menos que se indique otra cosa.

α-Alanina, CH₃CH(NH₂)COOH
 Acido glutámico, HOOCCH₂CH₂CH(NH₂)COOH
 Glicina, NH₂CH₂COOH
 Acido iminodiacético, NH(CH₂COOH)₂
 Acido picolínico (ácido piridin-2-carboxílico), C₅NH₄COOH
 Cisteína, HSCH₂CH(NH₂)COOH
 DCTA, ácido 1,2-diaminociclohexano-tetraacético, C₆H₁₀[N(CH₂COOH)]₂
 DTPA, ácido dietilentriaminopentaacético,
 (HOOCCH₂)₂NCH₂CH₂N(CH₂COOH)CH₂CH₂N(CH₂COOH)₂
 EDTA, ácido etilendiaminotetraacético,
 (HOOCCH₂)₂NCH₂CH₂N(CH₂COOH)₂
 EGTA, ácido etilenglicol bis(2-aminoetiléter)tetraacético,
 (HOOCCH₂)₂NCH₂CH₂OCH₂CH₂OCH₂CH₂N(CH₂COOH)₂
 HEDTA, ácido 2-hidroxi-etilendiaminotriacético,
 (HOOCCH₂)₂NCH₂CH₂N(CH₂COOH)CH₂CH₂OH
 NTA, ácido nitrilotriacético, N(CH₂COOH)₃

| Ion | α-Alanina | | Acido glutámico | | Glicina | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Log β ₁ | Log β ₂ | Log β ₁ | Log β ₂ | Log β ₁ | Log β ₂ | Log β ₃ |
| Ag ⁺ | 3,4 | 6,9 | | | 3,3 | 6,8 | |
| Ba ²⁺ | 0,4 | | 1,3 | | 0,4 | | |
| Ca ²⁺ | 0,8 | | 1,4 | | 1,0 | | |
| Cd ²⁺ | 2,5 | | 4,4 | 7,1 | 4,4 | 8,2 | |
| Co ²⁺ | 4,4 | 8,1 | 4,6 | 8,0 | 4,7 | 8,5 | 11,0 |
| Cu ²⁺ | 8,1 | 14,7 | 7,4 | 13,9 | 8,1 | 15,1 | |
| Fe ²⁺ | | 7,0 | 4,1 | | 3,9 | 7,2 | |
| Hg ²⁺ | | | | | 10,5 | 19,5 | |
| Mg ²⁺ | | | 1,9 | | 3,1 | 6,1 | |
| Mn ²⁺ | 3,0 | 5,7 | 2,8 | | 3,0 | 5,1 | |
| Ni ²⁺ | 5,6 | 10,0 | 5,5 | 10,0 | 5,8 | 10,6 | 14,4 |
| Pb ²⁺ | 4,6 | 7,6 | | | 5,1 | 8,2 | |
| Pd ²⁺ | | | | | 8,9 | 17,2 | |
| Sr ²⁺ | 0,3 | | 1,4 | | 0,5 | | |
| Zn ²⁺ | 4,8 | 8,9 | 5,0 | 9,0 | 5,0 | 9,1 | |
| Constantes de ácido: | | | | | | | |
| Log K _{HHL} ^H | 9,8 | | 9,67 | | 9,66 | | |
| Log K _{H₂L} | | | 4,28 | | 2,47 | | |
| Log K _{H₃L} ^H | | | 2,30 | | | | |

TABLA A.2f (Cont.)

Constantes logarítmicas

| Ion | DCTA | | | DTPA | | | | EDTA | | |
|------------------------------|-------------|----------|-----------------|-------------|----------|-----------------|------------|-------------|----------|-----------------|
| | K_{MHL}^H | K_{ML} | K_{MOHL}^{OH} | K_{MHL}^H | K_{ML} | K_{MOHL}^{OH} | K_{ML}^M | K_{MHL}^H | K_{ML} | K_{MOHL}^{OH} |
| VO ²⁺ | | 19,4 | | | | | | | 18,8 | |
| VO ₂ ⁺ | | | | | | | | 3,6 | 18,1 | |
| Y ³⁺ | | 19,2 | | | | | | | 18,1 | |
| Zn ²⁺ | 3,0 | 18,7 | | 5,6 | 18,0 | | 4,4 | 3,0 | 16,5 | |

Constantes de ácido (véase tabla A.4c)

Constantes logarítmicas

| Ion | EGTA | | HEDTA | | NTA | | |
|------------------|-------------|----------|----------|-----------------|----------|-----------------|------------|
| | K_{MHL}^H | K_{ML} | K_{ML} | K_{MOHL}^{OH} | K_{ML} | K_{MOHL}^{OH} | K_{ML}^L |
| Al ³⁺ | | | | | | 8,5 | 6,0 |
| Ba ²⁺ | | 8,4 | 6,2 | | 4,8 | | |
| Ca ²⁺ | 5,4 | 11,0 | 8,0 | | 6,4 | | |
| Ce ³⁺ | | | | | 10,7 | | |
| Cd ²⁺ | 3,5 | 15,6 | 13,0 | | 10,1 | | 4,4 |
| Co ²⁺ | | 12,3 | 14,4 | | 10,6 | | |
| Cu ²⁺ | 4,4 | 17 | 17,4 | | 12,7 | 4,7 | 3,6 |
| Fe ²⁺ | | | 12,2 | 5,0 | 8,8 | 3,4 | |
| Fe ³⁺ | | | 19,8 | 10,1 | 15,9 | 9,9 | 8,4 |
| Hg ²⁺ | 3,0 | 23,2 | 20,1 | | 12,7 | 8,6 | |
| In ³⁺ | | | | | 15 | | 9,6 |
| La ³⁺ | | 15,6 | 13,2 | | 10,4 | | 7,7 |
| Mg ²⁺ | 7,7 | 5,2 | 5,2 | | 5,4 | | |
| Mn ²⁺ | 5,0 | 11,5 | 10,7 | | 7,4 | | |
| Ni ²⁺ | 6,0 | 12,0 | 17,0 | | 11,3 | | 4,5 |
| Pb ²⁺ | 5,3 | 13,0 | 15,5 | | 11,8 | | |
| Sr ²⁺ | 5,4 | 8,5 | 6,8 | | 5,0 | | |
| Th ⁴⁺ | | | | 8,6 | | | |
| Y ³⁺ | | | | | 11,4 | | 9,0 |
| Zn ²⁺ | 5,2 | 12,8 | 14,5 | | 10,5 | | |

Constantes de ácido (véase la tabla A.4c)

* Para el Fe se conoce también una constante $\log K_{Fe(OH)_2L}^{2HO} = 11$.

APENDICE DE LA TABLA A.2f
Constantes de estabilidad de complejos de tierras raras con ácidos aminocarboxílicos

| Metal | Acido iminodiacético | | NTA | | EDTA | | EGTA | | HEDTA | | DTPA | |
|-------|----------------------|------------|----------|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|-------------|----------|
| | K_{ML} | K_{ML}^M | K_{ML} | K_{ML}^M | K_{MHL}^H | K_{ML} | K_{ML} | K_{ML} | K_{ML} | K_{MOHL}^{OH} | K_{MHL}^H | K_{ML} |
| La | 5,88 | 4,09 | 10,37 | 7,25 | 2 | 15,50 | 15,55 | 13,82 | 3,46 | 2,60 | 19,43 | |
| Ce | 6,18 | 4,53 | 10,83 | 7,88 | | 15,98 | 15,70 | 14,45 | | | 20,5 | |
| Pr | 6,44 | 4,78 | 11,07 | 8,22 | | 16,40 | 16,05 | 14,96 | 3,69 | 2,38 | 21,07 | |
| Nd | 6,50 | 4,89 | 11,25 | 8,51 | 2,5 | 16,61 | 16,28 | 15,16 | 3,69 | 2,39 | 21,60 | |
| Sm | 6,64 | 5,24 | 11,51 | 9,05 | 2,6 | 17,14 | 16,88 | 15,64 | 3,70 | 2,20 | 22,34 | |
| Eu | 6,73 | 5,38 | 11,49 | 9,37 | 2,6 | 17,35 | 17,10 | 15,62 | 4,03 | 2,15 | 22,39 | |
| Gd | 6,68 | 5,39 | 11,54 | 9,34 | 2,7 | 17,37 | 16,94 | 15,44 | 3,98 | 2,39 | 22,46 | |
| Tb | 6,78 | 5,46 | 11,58 | 9,45 | 2,6 | 17,9 | 17,27 | 15,55 | 4,52 | 2,14 | 22,71 | |
| Dy | 6,88 | 5,43 | 11,71 | 9,48 | 2,8 | 18,30 | 17,42 | 15,51 | 4,88 | 2,19 | 22,82 | |
| Ho | 6,97 | 5,50 | 11,85 | 9,37 | 2,7 | 18,74 | 17,38 | 15,55 | 5,12 | 2,25 | 22,78 | |
| Er | 7,09 | 5,59 | 12,00 | 9,29 | 2,8 | 18,85 | 17,40 | 15,61 | 5,14 | 2,00 | 22,74 | |
| Tm | 7,22 | 5,68 | 12,20 | 9,25 | 2,6 | 19,32 | 17,48 | 16,00 | 5,11 | 1,90 | 22,72 | |
| Yb | 7,42 | 5,85 | 12,37 | 9,33 | 2,7 | 19,51 | 17,78 | 16,17 | 5,21 | 2,30 | 22,62 | |
| Lu | 7,61 | 6,12 | 12,47 | 9,44 | 2,5 | 19,83 | 17,81 | 16,25 | 5,13 | 2,18 | 22,44 | |

Bibliografía (Tabla A.2f)

 α -Alanina

- MONK, C. B.: *Trans. Faraday Soc.*, **47**, 292, 297 (1951). (Ag, Co, Cu, Ni, Pb, Zn). *Ibid.*, p. 1233. (Ba)
 DAVIES, C. W., y G. M. WAIND: *J. Chem. Soc.*, **1950**, 301. (Ca)
 PERKINS, D. J.: *Biochem. J.*, **57**, 702 (1954). (Cd)
 ALBERT, A.: *Biochem. J.*, **47**, 531 (1950). (Fe)
 MALEY, L. E., y D. P. MELLOR: *Nature*, **165**, 453 (1950). (Mn)
 MONK, C. B., y C. A. COLMAN-PORTER: *J. Chem. Soc.*, **1952**, 4363. (Sr)

Acido glutámico

- LAMB, R. F., y A. E. MARTELL: *J. Phys. Chem.*, **57**, 690 (1953). (Ba, Ca, Mg, Sr)
 REBERTUS, R. L.: *Conferencia Urbana*, 1952. (Cd, Cu, Co, Ni, Zn)
 ALBERT, A.: *Biochem. J.*, **50**, 690 (1952). (Fe, Mn)

Glicina

- MONK, C. B.: l. c. (Ag, Mg, Pb)
 MONK, C. B.: *Trans. Faraday Soc.*, **47**, 1233 (1951). (Ba)
 DAVIES, C. W., y G. M. WAIND: l. c. (Ca)
 EVANS, J. I., y C. B. MONK: *Trans. Faraday Soc.*, **51**, 1244 (1955). (Cd)
 ANDEREGG, G.: *Helv. Chim. Acta*, **44**, 1673 (1961). (Co, Cu, Ni, Zn)
 ALBERT, A.: *Biochem. J.*, **54**, 646 (1953). (Fe, Mn)
 COLMAN-PORTER, C. A., y C. B. MONK: *J. Chem. Soc.*, **1952**, 4363. (Sr)
 MALEY, L. E., y D. P. MELLOR: *Australian J. Sci. Res.*, **1949A**, 2, 579. (Pd)
 FLOOD, H. V., y V. LORAS: *Tidskr. Kjem. Berg.*, **5**, 83 (1945). (Hg)

Acido iminodiacético

- SCHWARZENBACH, G.: Resultados no publicados. Cf. BJERRUM-SILLÉN. Schwarzenbach-Stability Constants. (Ba, Ca, Mg)
 CHABEREK, S., y A. E. MARTELL: *J. Am. Chem. Soc.*, **74**, 5052 (1952). (Cd, Co, Cu, Ni, Zn)
 THOMPSON, L. C.: *Inorg. Chem.*, **1**, 490 (1962). (Tierras raras)

Acido picolínico

- ANDEREGG, G.: *Helv. Chim. Acta*, **43**, 414 (1960). (Todos los valores)

Cisteína

- ALBERT, A.: *Biochem. J.*, **50**, 690 (1952). (Co, Mg, Mn, Ni)
 STRICKS, W., e I. M. KOLTHOFF: *J. Am. Chem. Soc.*, **73**, 1723 (1951). (Cu)
 TANAKA, N., I. M. KOLTHOFF, y W. STRICKS: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 1996 (1955). (Fe)
 STRICKS, W., e I. M. KOLTHOFF: *J. Am. Chem. Soc.*, **75**, 5673 (1953). (Hg)

- LI, N. C., y R. A. MANNING: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 5225 (1955). (Pb, Zn)

DCTA

- BOND, J., y T. J. JONES: *Trans. Faraday Soc.*, **55**, 1310 (1959). (Fe)
 GUSTAFSON, R., y A. E. MARTELL: *J. Chem. Education*, **37**, 603 (1960). (Fe, Th)
 HOLLOWAY, J. H., y C. N. REILLEY: *Anal. Chem.*, **32**, 249 (1960). (Ni, Sr)
 SCHWARZENBACH, G., R. GUT, y G. ANDEREGG: *Helv. Chim. Acta*, **37**, 937 (1954). (Todos los demás valores)

DTPA

- WÄNNINEN, E.: *Acta Academiae Aboensis. Math. Phys.*, **21**, 17 (1960). (Ba, Ca, Cd, Cu, Hg, Li, Mg, Mn, Ni, Zn)
 ANDEREGG, G., P. NÄGELI, F. MÜLLER, y G. SCHWARZENBACH: *Helv. Chim. Acta*, **42**, 827 (1959). (Co, Fe, Pb)
 CHABEREK, S., A. E. FROST, M. A. DORAN, y N. J. BICKNELL: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **11**, 184 (1959). (Co)
 HOLLOWAY, J. H., y C. N. REILLEY: l. c. (La)
 URECH, P.: *Conferencia*, Zürich, 1962. (Th)
 MOELLER, T., y L. C. THOMSON: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **24**, 499 (1962). (Tierras raras)

EDTA

- RINGBOM, A., y E. LINKO: *Anal. Chem. Acta*, **9**, 80 (1953). (Ag)
 SCHWARZENBACH, G., R. GUT, y G. ANDEREGG: *Helv. Chim. Acta*, **37**, 937 (1954). (Al, Ce, Cd, Co^{II}, Cu, Fe^{II}, Ga, Hg, La, Mn, Ni, Pb, Sc, VII, VIII, XIV, Y, Zn)
 KOTRLY, S., y J. VRESTEL: *Collection Czechoslov. Chem. Comm.*, **25**, 1148 (1960). (Bi)
 SCHWARZENBACH, G., y H. ACKERMANN: *Helv. Chim. Acta*, **31**, 1029 (1948). (Ba, Ca, Mg, Sr)
 DYKE, R., y W. C. E. HIGGINSON: *J. Chem. Soc.*, **1960**, 1998. (Co^{III})
 SCHWARZENBACH, G., y J. SANDERA: *Helv. Chim. Acta*, **36**, 1089 (1953). (Cr)
 FURLANI, C., G. MORPURGO, y G. SARTORI: *Z. Anorg. Chem.*, **303**, 1 (1960). (Cr)
 RINGBOM, A., y G. LUNDQUIST: Resultados no publicados. (CuOHL)
 SCHWARZENBACH, G., y J. HELLER: *Helv. Chim. Acta*, **34**, 576 (1951). (Fe^{III})
 SAITO, K., y H. TERREY: *J. Chem. Soc.*, **1956**, 4701. (Ga)
 SCHWARZENBACH, G., y H. ACKERMANN: *Helv. Chim. Acta*, **30**, 1798 (1947). (Li, Na)
 NELSON, F., R. A. DAY, y K. A. KRAUS: *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **15**, 140 (1960). (Ra)
 SMITH, T. D.: *J. Chem. Soc.*, **1961**, 2555. (Sn)
 PECSOK, R. L., y E. F. MAVERICK: *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 358 (1954). (Ti)
 RINGBOM, A., S. SIITONEN, y B. SKRIFVARIS: *Acta Chem. Scand.*, **11**, 551 (1957). (V^V)

URECH, P.: *Conferencia*, Zürich, 1962. (Th)
 KOLAT, R. S., y J. E. POWELL: *Inorg. Chem.*, **1**, 485 (1962). (Tierras raras)
 SCHWARZENBACH, G., R. GUT, y G. ANDEREGG: *Helv. Chim. Acta*, **37**, 937 (1954). (Tierras raras)

EGTA

SCHWARZENBACH, G., H. SENN, y G. ANDEREGG: *Helv. Chim. Acta*, **40**, 1886 (1957). (Ba, Ca, Hg, Mg, Sr)
 NAKAGAWA, G., y M. TANAKA: *Talanta*, **9**, 847 (1962). (Cd)
 RINGBOM, A., y E. SAARIAHO: Resultados no publicados. (Cd, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn)
 HOLLOWAY, J. H., y C. N. REILLEY: *Anal. Chem.*, **32**, 249 (1960). (Co, Cu)
 RINGBOM, A., G. PENSAR, y E. WÄNNINEN: *Anal. Chim. Acta*, **19**, 525 (1958). (Zn)
 MACKEY, J. L., M. A. HILLER, y J. E. POWELL: *J. Phys. Chem.*, **66**, 311 (1962). (La y tierras raras)

HEDTA

HOLLOWAY, J. H., y C. N. REILLEY: l. c. (Ba, Hg, Pb, Sr)
 CHABEREK, S., y A. E. MARTELL: *J. Am. Chem. Soc.*, **77**, 1477 (1955). (Ca, Cd, Co, Cu, Mn, Ni, Zn)
 SKOCHDOPOLE, R., y S. CHABEREK: *J. Nuclear and Inorg. Chem.*, **11**, 222 (1959). (F^{III} y F^{II})
 SPEDDING, F. H., J. E. WHEELWRIGHT, y E. J. POWELL: *J. Am. Chem. Soc.*, **78**, 34 (1956). (La)
 KROLL, H., J. POWERS, G. PINCHING, y F. BUTLER: *Paper No. 129*, 124th Nat. Meeting of Am. Chem. Soc., Chicago, 1953. (Mg)
 GUSTAFSON, R., y A. E. MARTELL: *J. Chem. Educ.*, **37**, 603 (1960). (Th)
 POWELL, J. E., y J. L. MACKEY: *Inorg. Chem.*, **1**, 418 (1962). (Tierras raras)
 GUPTA, A. K., y J. E. POWELL: *Inorg. Chem.*, **1**, 955 (1962). (Tierras raras)

NTA

URECH, P.: *Conferencia*, Zürich, 1962. (Al, Cu, In)
 SCHWARZENBACH, G., y E. FREITAG: *Helv. Chim. Acta*, **34**, 1492 (1951). (Ba, Ca, Cd, Co, Cu, La, Mg, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn)
 SCHWARZENBACH, G., y R. GUT: *Helv. Chim. Acta*, **39**, 1589 (1956). (Ce)
 RINGBOM, A., G. LUNDQUIST, y E. SAARIAHO: Resultados no publicados. (Cu, Ni, Hg)
 SCHWARZENBACH, G., y J. HELLER: *Helv. Chim. Acta*, **34**, 1889 (1951). (Fe)
 HITZ, A.: *Conferencia*, Zürich, 1958. (La)
 KORYTA, J.: *Collections Czech. Comm.*, **24**, 2903 (1959). (Cd)
 ANDEREGG, G.: *Helv. Chim. Acta*, **43**, 825 (1960). (Y)
 MOELLER, T., y R. FERRIS: *Inorg. Chem.*, **1**, 49 (1962). (Tierras raras)

TABLA A.3

Productos de solubilidad de sales metálicas ligeramente solubles

Los valores se han seleccionado predominantemente de la colección de la IUPAC *Stability Constants*, en la que pueden encontrarse más detalles y referencias originales. La mayoría de los valores se refieren a una temperatura de 20 ó 25 °C. En el caso de hidróxidos, los productos de solubilidad a $\mu=0,1$ son constantes "combinadas". La notación "dil." indica una solución diluida (inferior a 0,01 M); "var." indica que la fuerza iónica no se especifica.

| Sal | - log S | |
|--|------------|--|
| | $\mu=0$ | $\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa) |
| | Plata, Ag | |
| AgOH | 7,71 | 7,6 |
| Ag ₂ CrO ₄ | 11,95 | 11,3 |
| Ag ₂ Cr ₂ O ₇ | 6,7, dil. | |
| Ag ₂ MoO ₄ | 11,55 | 10,9 |
| Ag ₂ WO ₄ | 11,26 | 10,6 |
| Ag ₄ [Fe(CN) ₆] | 40,8, dil. | |
| Ag[Ag(CN) ₂] | | 11,3, var. |
| AgCNO | 6,64 | 6,4 |
| AgSCN | 11,97 | 11,7 |
| Ag ₂ CO ₃ | 11,09 | 10,4 |
| AgN ₃ | 8,54 | 8,3 |
| Ag ₃ PO ₄ | 15,84 | 14,7 |
| Ag ₃ AsO ₄ | 19,95 | 18,9 |
| Ag ₂ S | 49,2 | 48,2 |
| Ag ₂ SO ₃ | 4,80 | 4,1 |
| AgCl | 9,752 | 9,50 |
| AgBr | 12,305 | 12,06 |
| AgBrO ₂ | 4,28 | 4,0 |
| AgI | 16,08 | 15,83 |
| AgIO ₃ | 7,51 | 7,3 |
| Ag ₂ C ₂ O ₄ | 11,0 | 10,4 |
| AgCH ₃ COO | 2,7 | 2,1 |

TABLA A.3 (Cont.)

| Sal | -log S | |
|--|---------|--|
| | $\mu=0$ | $\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa) |
| <i>Aluminio, Al</i> | | |
| Al(OH) ₃ : amorfo | 32,34 | 31,6 |
| α | 33,45 | |
| Böhmita | 34,02 | |
| Bayerita | 35,56 | |
| Hidrargilita | 36,30 | |
| AlPO ₄ | | 18,2, var. |
| AlAsO ₄ | | 15,8, var. |
| <i>Arsénico, As</i> | | |
| $1/2\text{As}_2\text{O}_3(\text{s}) + 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O} = \text{As}(\text{OH})_3$ | | Log K = -0,68, var. |
| $1/2\text{As}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{OH}^- + 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O} = \text{As}(\text{OH})_4^-$ | | Log K = 3,71, var. |
| $1/2\text{As}_2\text{S}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O} = \text{As}(\text{OH})_3 + 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ | | Log K = -11,3 |
| <i>Oro, Au^{III}</i> | | |
| Au(OH) ₃ | | 45,6, var. |
| <i>Bario, Ba</i> | | |
| BaCrO ₄ | 9,93 | 9,1 |
| BaCO ₃ | 8,31 | 7,5 |
| Ba ₃ (AsO ₄) ₂ | | 50,1, var. |
| BaSO ₄ | 9,97 | 9,2 |
| BaF ₂ | 5,98 | 5,3 |
| Ba(IO ₃) ₂ | 8,82 | 8,2 |
| BaC ₂ O ₄ | 6,79 | 6,0 |
| Ba (oxinato) ₂ | 8,3 | 7,7 |
| <i>Berilio, Be</i> | | |
| Be(OH) ₂ | 17,7 | 17,3 |

TABLA A.3 (Cont.)

| Sal | -log S | |
|--|---------|--|
| | $\mu=0$ | $\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa) |
| <i>Bismuto, Bi</i> | | |
| $1/2\text{Bi}_2\text{O}_3(\text{s}, \alpha) + 1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O} + \text{OH}^- = \text{Bi}(\text{OH})_4^-$ | | Log K = -5,3 |
| Bi(OH) ₂ Cl | 30,75 | |
| BiPO ₄ | | 22,4, var. |
| BiI ₃ | | 18,1 ($\mu=2$) |
| Bi ₂ S ₃ | | 9,7, var. |
| <i>Calcio, Ca</i> | | |
| Ca(OH) ₂ | 5,26 | 4,9 |
| CaCO ₃ | 8,42 | 7,6 |
| Ca ₃ (PO ₄) ₂ | 26 | 23 |
| CaHPO ₄ | 7 | 6,2 |
| Ca ₃ (AsO ₄) ₂ | | 18,2, var. |
| CaSO ₃ | 6,51 | 5,7 |
| CaSO ₄ | 4,62 | 3,8 |
| CaF ₂ | 10,47 | 9,8 |
| Ca(IO ₃) ₂ | 6,15 | 5,5 |
| CaC ₂ O ₄ | 8,64 | 7,8 |
| CaC ₄ H ₄ O ₆ | 6,11 | 5,3 |
| CaMoO ₄ | 7,38 | 6,6 |
| Ca(oxinato) ₂ | 11,0 | 10,4 |
| <i>Cadmio, Cd</i> | | |
| Cd(OH) ₂ : reciente | 13,6 | 13,2 |
| envejecido | 14,23 | 13,8 |
| Cd ₇ [Fe(CN) ₆] | | 16,5, var. |
| Cd ₃ (ASO ₄) ₂ | | 32,7, var. |
| CdS | 26,1 | 25,3 |
| CdCO ₃ | 13,6 | 12,8 |
| CdC ₂ O ₄ | 7,82 | 7,0 |

TABLA A.3 (Cont.)

| Sal | -log S | |
|--|---------|--|
| | $\mu=0$ | $\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa) |
| <i>Cerio, Ce^{III}</i> | | |
| Ce(OH) ₃ | 20,2 | 19,5 |
| Ce ₂ (C ₂ O ₄) ₃ | 25,4 | |
| Ce ₂ (C ₄ H ₄ O ₆) ₃ | 19,0 | |
| <i>Cerio, Ce^{IV}</i> | | |
| Ce(OH) ₄ | | 50,4, var. |
| Ce(IO ₃) ₄ | 9,50 | 7,9 |
| <i>Cobalto, Co^{II}</i> | | |
| Co(OH) ₂ : Azul | 14,2 | 13,8 |
| Rosa, reciente | 14,8 | 14,4 |
| Rosa, envejecido | 15,7 | 15,3 |
| Co ₂ [Fe(CN) ₆] | | 14,7, var. |
| Co ₃ (AsO ₄) ₂ | | 28,1, var. |
| CoCO ₃ | 12,84 | 12,0 |
| CoS α | 20,4 | 19,6 |
| CoS β | 24,7 | 23,9 |
| Co(oxinato) ₂ | 24,8 | 24,2 |
| <i>Cobalto, Co^{III}</i> | | |
| Co(OH) ₃ | 44,5 | 43,8 |
| <i>Cromo, Cr^{II}</i> | | |
| Cr(OH) ₂ | 17,0 | 16,6 |
| <i>Cromo, Cr^{III}</i> | | |
| Cr(OH) ₃ | 31,0 | 30,3 |
| CrAsO ₄ | | 20,1, var. |

TABLA A.3 (Cont.)

| Sal | -log S | |
|---|---------|--|
| | $\mu=0$ | $\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa) |
| <i>Cobre, Cu^I</i> | | |
| CuOH | | 14, var. |
| CuSCN | | 12,7, var. |
| CuCl | 6,73 | 6,5 |
| CuBr | 8,28 | 8,0 |
| CuI | 11,96 | 11,7 |
| <i>Cobre, Cu^{II}</i> | | |
| Cu(OH) ₂ | 18,59 | 18,2 |
| Cu(OH) ₂ (CuO) | 19,66 | 19,3 |
| CuCrO ₄ | 5,44 | 4,6 |
| Cu ₂ [Fe(CN) ₆] | | 15,9, var. |
| CuCO ₃ | 9,63 | 8,8 |
| Cu ₂ P ₂ O ₇ | | 15,1, var. |
| Cu ₃ (AsO ₄) ₂ | | 35,1 |
| CuS | 35,2 | 34,4 |
| Cu(IO ₃) ₂ | 7,13 | 6,5 |
| CuC ₂ O ₄ | 7,54 | 6,7 |
| Cu(oxinato) ₂ | 29,7 | 29,1 |
| <i>Hierro, Fe^{II}</i> | | |
| Fe(OH) ₂ | 15,1 | 14,7 |
| FeCO ₃ | 10,50 | 9,7 |
| FeS | 17,2 | 16,4 |
| <i>Hierro, Fe^{III}</i> | | |
| Fe(OH) ₃ | 38,6 | 37,9 |
| Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃ | | 40,5, var. |
| FePO ₄ | | 21,9, var. |
| FeAsO ₄ | | 20, var. |
| Fe ₄ (P ₂ O ₇) ₃ | | 22,6 |

TABLA A.3 (Cont.)

| Sal | -log S | |
|--|------------|--|
| | $\mu=0$ | $\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa) |
| <i>Galio, Ga</i> | | |
| Ga(OH) ₃ | 36,5 | 35,7 |
| Ga ₄ [Fe(CN) ₆] ₃ | | 33,8, var. |
| <i>Mercurio, Hg^I</i> (Hg como Hg ₂ ²⁺ iones) | | |
| Hg ₂ (OH) ₂ | 23,7 | 23,3 |
| Hg ₂ CrO ₄ | 8,70 | 7,8 |
| Hg ₂ WO ₄ | | 17,0, var. |
| Hg ₂ (CN) ₂ | 39,3 | 38,7 |
| Hg ₂ (SCN) ₂ | 19,52 | 18,9 |
| Hg ₂ CO ₃ | 16,05 | 15,4 |
| Hg ₂ (N ₃) ₂ | 9,15 | 8,5 |
| Hg ₂ (HPO) ₄ | 12,4 | 12 |
| Hg ₂ SO ₄ | 6,13 | 5,3 |
| Hg ₂ Cl ₂ | 17,88 | 17,2 |
| Hg ₂ Br ₂ | 22,24 | 21,5 |
| Hg ₂ I ₂ | 28,35 | 27,7 |
| Hg ₂ (CH ₃ COO) ₂ | 14,7 | 14 |
| Hg ₂ C ₂ O ₄ | 13 | 12 |
| Hg ₂ C ₄ H ₄ O ₆ | 10 | 9 |
| <i>Mercurio, Hg^{II}</i> | | |
| Hg(OH) ₂ | 25,4 | 25,0 |
| HgO(s) + H ₂ O = Hg(OH) ₂ ; log K = 3,6 | | |
| HgS: Negro | 51,8 | 51 |
| Rojo | 52,4 | |
| <i>Indio, In</i> | | |
| In(OH) ₃ : Reciente | 33,3, dil. | 32,9 |
| Envejecido | 35 | |
| In ₄ [Fe(CN) ₆] ₃ | | 43,7, var. |

TABLA A.3 (Cont.)

| Sal | -log S | |
|---|------------|--|
| | $\mu=0$ | $\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa) |
| <i>Lantano, La</i> | | |
| La(OH) ₃ : Reciente | 18,8 | 18,1 |
| Envejecido | 20,0 | |
| La(IO ₃) ₃ | 11,21 | 10,1 |
| La ₂ (C ₂ O ₄) ₃ | 27,7 | |
| <i>Magnesio, Mg</i> | | |
| Mg(OH) ₂ | 10,74 | 10,4 |
| MgCO ₃ | 5,0 | 4,2 |
| Mg(NH ₄)PO ₄ | 12,6, dil. | |
| Mg ₃ (AsO ₄) ₂ | | 19,7, var. |
| MgF ₂ | 8,15 | 7,6 |
| MgC ₂ O ₄ | 4,07, dil. | 3,3 |
| Mg (oxinato) ₂ | 15,4 | 14,8 |
| <i>Manganeso, Mn^{II}</i> | | |
| Mn(OH) ₂ | 12,72 | 12,3 |
| Mn ₂ [Fe(CN) ₆] | | 12,1, var. |
| MnCO ₃ | 9,30 | 8,6 |
| Mn ₃ (AsO ₄) ₂ | | 28,7, var. |
| MnS: Rosa | 9,6 | 8,8 |
| Verde | 12,6 | |
| Mn (oxinato) ₂ | 21,7 | |
| <i>Niquel, Ni</i> | | |
| Ni(OH) ₂ : Reciente | 14,7 | 14,3 |
| Envejecido | 17,2 | 16,8 |
| Ni ₂ [Fe(CN) ₆] | | 14,9, var. |
| NiCO ₃ | | 8,2, var. |
| Ni ₃ (AsO ₄) ₂ | | 25,5, var. |
| NiS α | 18,5 | |
| NiS β | 24,0 | |
| NiS γ | 25,7 | |
| Ni (oxinato) ₂ | 26,1 | 25,5 |

TABLA A.3 (Cont.)

| Sal | -log S | |
|--|---------|--|
| | $\mu=0$ | $\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa) |
| <i>Plomo, Pb^{II}</i> | | |
| Pb(OH) ₂ | 16,09 | 15,7 |
| PbCrO ₄ | 13,75 | 12,9 |
| PbMoO ₄ | 13,0 | 12,1 |
| Pb ₂ [Fe(CN) ₆] | 16,9 | 14,3 |
| PbCO ₃ | 13,1 | 12,3 |
| Pb(N ₃) ₂ | 8,59 | 7,9 |
| Pb ₃ (PO ₄) ₂ | 43,5 | 40,5 |
| Pb(HPO ₄) ₂ | 11,36 | 10,6 |
| Pb ₃ (AsO ₄) ₂ | | 35,4, var. |
| PbS | 26,6 | 25,8 |
| PbSO ₄ | 7,78 | 7,0 |
| PbF ₂ | 7,57 | 6,9 |
| PbCl ₂ | 4,79 | 4,1 |
| PbBr ₂ | 4,41 | 3,7 |
| PbI ₂ | 8,19 | 7,5 |
| Pb(IO ₃) ₂ | 12,58 | 11,9 |
| PbC ₂ O ₄ | 10,5 | 9,7 |
| <i>Plomo, Pb^{IV}</i> | | |
| Pb(OH) ₄ | 65,5 | |
| <i>Radio, Ra</i> | | |
| RaSO ₄ | 10,37 | 9,6 |
| <i>Escandio, Sc</i> | | |
| Sc(OH) ₃ | 30,1 | 29,4 |

TABLA A.3 (Cont.)

| Sal | -log S | |
|--|------------|--|
| | $\mu=0$ | $\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa) |
| <i>Estroncio, Sr</i> | | |
| SrCrO ₄ | 4,65, dil. | |
| SrCO ₃ | 9,03 | 8,2 |
| Sr ₃ (AsO ₄) ₂ | 17,8, dil. | |
| SrSO ₄ | 6,6 | 5,8 |
| SrF ₂ | 8,61 | 8,0 |
| Sr(IO ₃) ₂ | 6,48 | 5,9 |
| SrC ₂ O ₄ | 7,25 | 6,5 |
| Sr (oxinato) ₂ | 9,3 | 8,7 |
| <i>Estaño, Sn^{II}</i> | | |
| Sn(OH) ₂ | 28,1 | 27,7 |
| SnS | 25,0 | |
| <i>Estaño, Sn^{IV}</i> | | |
| Sn(OH) ₄ | 56 | |
| <i>Torio, Th</i> | | |
| Th(OH) ₄ | 44,9 | 44 |
| Th(C ₂ O ₄) ₂ | 22 | |
| <i>Titanio, Ti^{IV}</i> | | |
| TiO(OH) ₂ | 29 | 28,6 |
| <i>Talio, Tl^I</i> | | |
| Tl ₂ CrO ₄ | 12,01 | 11,3 |
| TlSCN | 3,77 | 3,5 |
| Tl ₂ S | 20,3 | 19,7 |
| TlCl | 3,73 | 3,5 |
| TlBr | 5,47 | 5,2 |
| TlBrO ₃ | 4,1, dil. | |
| TlI | 7,19 | 6,9 |
| TlIO ₃ | 5,51 | 5,3 |

TABLA A.3 (Cont.)

| Sal | -log S | |
|---|---------|--|
| | $\mu=0$ | $\mu=0,1$ (a menos que se indique otra cosa) |
| <i>Talio, Tl^{III}</i> | | |
| Tl(OH) ₃ | 45,2 | |
| <i>Uranio, U^{VI}</i> | | |
| UO ₂ (OH) ₂ (UO ₂) ₂ [Fe(CN) ₆] | 22 | 21,6 13,2, var. |
| <i>Itrio, Y</i> | | |
| Y(OH) ₃ Y ₂ (C ₂ O ₄) ₃ | | 22,8, var. 28,3, var. |
| <i>Cinc, Zn</i> | | |
| Zn(OH) ₂ : Amorfo | 15,68 | 15,3 |
| Amorfo, envejecido | 15,95 | 15,6 |
| Crist., envejecido | 16,92 | |
| Zn ₂ [Fe(CN) ₆] | | 15,4, var. |
| ZnCO ₃ | 10,78 | 10,0 |
| Zn ₃ (PO ₄) ₂ | | 32, var. |
| Zn ₃ (AsO ₄) ₂ | | 27,8 |
| ZnS: Esfalerita | 23,8 | |
| Wurzita | 24,3 | |
| Zn(BO ₂) ₂ | 10,2 | 9,6 |
| ZnC ₂ O ₄ | 8,89 | 8,1 |
| Zn (oxinato) ₂ | 24,3 | 23,7 |
| <i>Circonio, Zr</i> | | |
| ZrO(OH) ₂ | 48,2 | 47 |

TABLA A.4a
Valores logarítmicos de $\alpha_{L(H)}$ para amoniaco y aminas *

| pH | Amo- niaco | En | 1,2-DAP | TAP | TEA | Den | Tren | Trien | Tetrén | Pentén |
|------------------------|---------------|-------|---------|------|-----|-------|-------|-------|--------|--------|
| 0 | 9,4 | 17,4 | 16,9 | 21,5 | 7,8 | 23,7 | 28,7 | 29,4 | 34,1 | 37,9 |
| 1 | 8,4 | 15,4 | 14,9 | 18,5 | 6,8 | 20,7 | 25,7 | 25,4 | 29,1 | 33,9 |
| 2 | 7,4 | 13,4 | 12,9 | 15,5 | 5,8 | 17,7 | 22,7 | 21,5 | 24,1 | 29,9 |
| 3 | 6,4 | 9,4 | 10,9 | 12,6 | 4,8 | 14,7 | 19,7 | 17,8 | 19,6 | 25,9 |
| 4 | 5,4 | 6,2 | 8,9 | 9,9 | 3,8 | 11,8 | 16,7 | 14,1 | 15,5 | 21,9 |
| 5 | 4,4 | 5,1 | 6,9 | 7,7 | 2,8 | 9,3 | 13,7 | 11,0 | 11,9 | 17,9 |
| 6 | 3,4 | 4,1 | 4,9 | 5,7 | 1,8 | 7,2 | 10,7 | 8,1 | 8,7 | 13,9 |
| 7 | 2,4 | 3,1 | 3,2 | 3,7 | 0,9 | 5,2 | 7,7 | 5,5 | 5,7 | 9,9 |
| 8 | 1,4 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 0,2 | 3,3 | 4,8 | 3,3 | 3,0 | 6,0 |
| 9 | 0,5 | 1,1 | 1,0 | 0,8 | | 1,5 | 2,3 | 1,5 | 1,0 | 2,6 |
| 10 | 0,1 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | | 0,4 | 0,7 | 0,3 | 0,1 | 0,6 |
| 11 | | 0,1 | | | | | 0,1 | | | |
| Constantes utilizadas: | | | | | | | | | | |
| | 9,37 | 10,11 | 9,95 | 9,67 | 7,8 | 10,02 | 10,37 | 10,00 | 9,54 | 10,28 |
| log K ₁ | | | | 8,03 | | 9,21 | 9,67 | 9,28 | 9,05 | 9,78 |
| log K ₂ | | 7,30 | 6,93 | 3,80 | | 4,42 | 8,64 | 6,75 | 8,10 | 9,22 |
| log K ₃ | | | | | | | | 3,40 | 4,70 | 8,64 |
| log K ₄ | | | | | | | | | | |
| log K ₅ | | | | | | | | | | |

* Para las abreviaturas, véase la tabla A.2c.

TABLA A.4b

Valores logarítmicos de $\alpha_{(H)}$ para algunos aniones complementantes utilizados con frecuencia como agentes tamponantes, enmascarantes o precipitantes

| pH | Acetato CH_3COO^- | Acetil- acetato $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2^-$ | Carbonato CO_3^{2-} | Citrato $\text{HC}_6\text{H}_4\text{O}_7^{3-}$ | Cianuro CN^- | Fluoruro F^- | Oxalato $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ |
|---------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--|
| 0 | 4,65 | 8,8 | 16,3 | 13,5 | 9,2 | 3,05 | 5,1 |
| 1 | 3,65 | 7,8 | 14,3 | 10,5 | 8,2 | 2,05 | 3,35 |
| 2 | 2,65 | 6,8 | 12,3 | 7,5 | 7,2 | 1,1 | 2,05 |
| 3 | 1,66 | 5,8 | 10,3 | 4,8 | 6,2 | 0,3 | 1,05 |
| 4 | 0,74 | 4,8 | 8,3 | 2,7 | 5,2 | 0,05 | 0,3 |
| 5 | 0,16 | 3,8 | 6,3 | 1,2 | 4,2 | | 0,05 |
| 6 | 0,02 | 2,8 | 4,5 | 0,25 | 3,2 | | |
| 7 | | 1,8 | 3,1 | 0,05 | 2,2 | | |
| 8 | | 0,9 | 2,0 | | 1,2 | | |
| 9 | | 0,2 | 1,0 | | 0,4 | | |
| 10 | | | 0,3 | | 0,1 | | |
| Constantes utilizadas: | | | | | | | |
| | log K_1 | 8,8 | 10,0 | 6,1 | 9,2 | 3,05 | 4,00 |
| | log K_2 | | 6,3 | 4,4 | | | 1,13 |
| | log K_3 | | | 3,0 | | | |
| | log K_4 | | | | | | |

TABLA A.4b (Cont.)

| pH | Fosfato PO_4^{3-} | Pirofosfato $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ | Ftalato $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COO})_2^{2-}$ | Salicilato $\text{C}_6\text{H}_4\text{OCO}_2^-$ | Sulfosalici- lato $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_6\text{S}^{3-}$ | Sulfuro S^{2-} | Tartrato $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$ |
|---------------------------|-------------------------------|--|--|--|---|----------------------------|---|
| 0 | 20,7 | 18,1 | 7,9 | 16,0 | 14,2 | 19,5 | 7,0 |
| 1 | 17,7 | 14,4 | 5,9 | 14,0 | 12,2 | 17,5 | 5,0 |
| 2 | 15,0 | 11,3 | 4,0 | 12,1 | 10,3 | 15,5 | 3,05 |
| 3 | 12,65 | 8,7 | 2,3 | 10,3 | 8,7 | 13,5 | 1,4 |
| 4 | 10,6 | 6,6 | 1,2 | 9,1 | 7,6 | 11,5 | 0,4 |
| 5 | 8,6 | 4,6 | 0,4 | 8,1 | 6,6 | 9,5 | 0,05 |
| 6 | 6,65 | 2,9 | 0,05 | 7,1 | 5,6 | 7,55 | |
| 7 | 5,0 | 1,6 | | 6,1 | 4,6 | 5,85 | |
| 8 | 3,7 | 0,6 | | 5,1 | 3,6 | 4,6 | |
| 9 | 2,7 | 0,1 | | 4,1 | 2,6 | 3,6 | |
| 10 | 1,7 | | | 3,1 | 1,6 | 2,6 | |
| 11 | 0,8 | | | 2,1 | 0,7 | 1,6 | |
| 12 | 0,2 | | | 1,1 | 0,1 | 0,7 | |
| 13 | | | | 0,3 | | 0,1 | |
| Constantes utilizadas: | | | | | | | |
| | log K_1 | 8,5 | 5,1 | 13,1 | 11,6 | 12,6 | 4,09 |
| | log K_2 | 6,1 | 2,8 | 2,9 | 2,6 | 6,9 | 2,92 |
| | log K_3 | 2,1 | | | | | |
| | log K_4 | 1,0 | | | | | |

TABLA A.4c

Valores logarítmicos de $\alpha_{L(H)}$ para aniones aminocarboxílicos *

| pH | Glicina | Acido iminodi-acético | DCTA | DTPA | EDTA | EGTA | HEDTA | NTA |
|-------------------------------|---------|-----------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| 0 | 12,1 | 12,2 | 24,1 | 28,4 | 21,4 | 23,3 | 17,9 | 14,4 |
| 1 | 10,1 | 10,2 | 20,1 | 23,5 | 17,4 | 19,3 | 15,0 | 11,4 |
| 2 | 8,3 | 8,3 | 16,2 | 18,8 | 13,7 | 15,6 | 12,0 | 8,7 |
| 3 | 6,8 | 6,7 | 12,8 | 14,9 | 10,8 | 12,7 | 9,4 | 7,0 |
| 4 | 5,7 | 5,5 | 10,1 | 11,8 | 8,6 | 10,5 | 7,2 | 5,8 |
| 5 | 4,7 | 4,5 | 8,0 | 9,3 | 6,6 | 8,5 | 5,3 | 4,8 |
| 6 | 3,7 | 3,5 | 6,2 | 7,3 | 4,8 | 6,5 | 3,9 | 3,8 |
| 7 | 2,7 | 2,5 | 4,9 | 5,3 | 3,4 | 4,5 | 2,8 | 2,8 |
| 8 | 1,7 | 1,5 | 3,8 | 3,3 | 2,3 | 2,5 | 1,8 | 1,8 |
| 9 | 0,7 | 0,6 | 2,8 | 1,7 | 1,4 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 10 | 0,2 | 0,1 | 1,8 | 0,7 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |
| 11 | | | 0,9 | 0,1 | 0,1 | | | |
| 12 | | | 0,2 | | | | | |
| <i>Constantes utilizadas:</i> | | | | | | | | |
| log K_1 | 9,66 | 9,46 | 11,78 | 10,56 | 10,34 | 9,54 | 9,81 | 9,81 |
| log K_2 | 2,47 | 2,73 | 6,20 | 8,69 | 6,24 | 8,93 | 5,41 | 2,57 |
| log K_3 | | | 3,60 | 4,37 | 2,75 | 2,73 | 2,72 | 1,97 |
| log K_4 | | | 2,51 | 2,87 | 2,07 | 2,08 | | |
| log K_5 | | | | 1,94 | | | | |

* * Para las abreviaturas, véase la tabla A.2f.

TABLA A.5

Valores logarítmicos de $\alpha_{M(L)}$ para varios metales y ligandos

Los valores de esta tabla se basan en las constantes que se dan en la tabla A.2. Si las constantes requeridas se han determinado a fuerzas iónicas variables dentro de un amplio margen o a temperaturas diferentes, surgen dificultades en los cálculos porque los valores de α pueden basarse en varias constantes (constantes de acidez del ion metálico hidratado y el agente complejante, constantes de estabilidad de complejos metálicos, y también, posiblemente, constantes de compuestos ácidos o básicos). En la actualidad, la mayoría de las constantes de estabilidad de los agentes quelantes se determinan a una fuerza iónica de 0,1, lo cual simplifica los cálculos, pero, sin embargo, pueden surgir dificultades sobre todo cuando hay iones de carga elevada que intervienen en el equilibrio. La influencia de la fuerza iónica se tiene en cuenta en cierta medida en la tabla siguiente, pero además de que resulta difícil introducir correcciones muy exactas, éstas presentan escaso valor práctico. Como se ha resaltado con frecuencia a lo largo de esta obra, el conocimiento de concentraciones de equilibrio, aunque sólo sea aproximado, puede bastar para llegar a conclusiones importantes. No se pretende que los valores de esta tabla sean muy exactos, pero en la mayoría de los casos son probablemente del orden de magnitud correcto.

Puede añadirse que los coeficientes α , al ser iguales a $[M]/[M]$, pueden determinarse experimentalmente (por ejemplo, potenciométricamente, polarográficamente o fotométricamente) evitándose así el rodeo que supone la determinación de constantes de equilibrio. En el caso de sistemas en equilibrio complicados se recomienda especialmente esta vía directa.

Algunos valores de α_M correspondientes a soluciones fuertemente básicas se han impreso en un tono más intenso para indicar que en ese intervalo de pH $\alpha_{M(OH)}$ predomina sobre $\alpha_{M(L)}$.

La formación de complejos polinucleares puede, en ciertas circunstancias, afectar a los valores de α que se dan en la tabla. Esta interferencia se discutió en el capítulo II, A.3 (véase el ejemplo II.2).

Tabla A.6
Constantes condicionales logarítmicas de complejos metal-EDTA

Los valores se basan en las constantes de las tablas A.2f y A.2a; son válidos aproximadamente a $\mu=0,1$ y 20°C . Se utilizaron constantes combinadas y la formación de complejos ácidos y básicos se tuvo en cuenta en aquellos casos en que las constantes habían sido determinadas.

| Metal | pH | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Ag | | | | | | | | | | | | | | | |
| Al | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ba | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bi | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ca | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cd | | | | | | | | | | | | | | | |
| Co | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cu | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fe ^{II} | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fe ^{III} | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hg ^{II} | | | | | | | | | | | | | | | |
| La | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mg | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mn | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ni | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pb | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sr | | | | | | | | | | | | | | | |
| Th | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zn | | | | | | | | | | | | | | | |
| Log $\alpha_{Y(IV)}$ | 21,4 | 17,4 | 13,7 | 10,8 | 8,6 | 6,6 | 4,8 | 3,4 | 2,3 | 1,4 | 0,5 | 0,1 | 0 | 0 | 0 |

Tabla A.7
Puntos de transición de indicadores de metales

No es posible definir satisfactoriamente las propiedades de todos los indicadores de metales sugeridos en la bibliografía porque las constantes necesarias no han sido evaluadas. Para muchos indicadores ni siquiera se conocen los valores de las constantes de estabilidad de los complejos protónicos. En otros casos, el número de protones en el complejo metálico no se conoce, y puede variar con el pH, como se ha demostrado en el caso de los complejos de calcio con murexido (Fig. 4.5). Por otro lado, un indicador puede reaccionar con un ion metálico en distintas proporciones. La ftaleína-complexona, por ejemplo, forma al menos los complejos CaI, CaHI y Ca₂I con calcio. De acuerdo con la figura 4.6, sólo puede esperarse una transición marcada a un valor de pH aproximadamente igual a 11, mientras que en el intervalo de pH comprendido entre 8 y 10,5 el color va pasando por una tonalidad intermedia (CAHI de color rosa). Los valores de pCa_{trans} que se dan más abajo para la ftaleína-complexona se han estimado a partir de la figura 4.6. Pueden representarse curvas similares para el bario y el magnesio.

El naranja de xilenol y el azul de metiltimol tienen una estructura similar a la de la ftaleína-complexona, por lo que cabe esperar de ellos un comportamiento similar. En el intervalo de pH comprendido entre 7 y 11 una variación de una unidad de pH originará un cambio de pM_{trans} de dos unidades si se forma MHI o M₂I. Un aumento de pM_{trans} de una a dos unidades por una unidad de pH sugiere la formación de ambos tipos de complejos. En tanto no se conozcan valores fidedignos de las constantes de equilibrio, parece que el procedimiento más práctico es el de determinar valores de pM_{trans} experimentalmente a varios valores de pH como se ha hecho para el azul de metileno y el naranja de xilenol. Tales valores son, sin embargo, sólo aproximados, y el intervalo de transición puede ser anormalmente ancho.

Si se forman complejos con dos o varios ligandos, por ejemplo, MI₂, el punto de transición dependerá de la concentración del indicador. Los datos de las tablas correspondientes a este caso se refieren a una concentración de indicador igual a 10^{-5} molar.

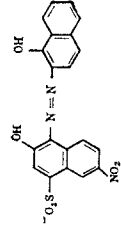
La conversión de valores de pM_{trans} en valores, más esenciales, de pM_{trans} se trató en el capítulo 4, C.I.

En esta tabla no se han incluido indicadores propuestos en la bibliografía sin ninguna descripción de sus propiedades esenciales (en particular, de sus puntos de transición) ni indicadores de aplicaciones limitadas.

| | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Negro de eriocromo T | Murexido |
| Negro de eriocromo A | Violeta de pirocatecol |
| Negro-azul de eriocromo R (Calcón) | Ftaleína-complexona (metalftaleína) |
| Negro-azul de eriocromo B | Azul de metiltimol |
| Calmagita | Naranja de xilenol |
| Violeta de solocromo R | Zincón |
| PAN | Ditizona |

TABLA A.7

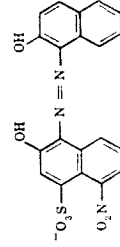
Negro de eriocromo T



| pH_{trans} | Rojo | 6,3 | Azul | 11,6 | 11,6 | 11,6 | 12,0 | Naranja |
|----------------------|------|-----|------|------|------|------|------|---------|
| pH | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 | 12,0 | 13,0 |
| $\log \alpha_{(H)}$ | 6,0 | 4,6 | 3,6 | 2,6 | 1,6 | 0,7 | 0,1 | |
| pBa_{trans} a rojo | | | | | 1,4 | 2,3 | 2,9 | 3,0 |
| pCa_{trans} a rojo | | | 1,8 | 2,8 | 3,8 | 4,7 | 5,3 | 5,4 |
| pMg_{trans} a rojo | 1,0 | 2,4 | 3,4 | 4,4 | 5,4 | 6,3 | 6,9 | |
| pMn_{trans} a rojo | 3,6 | 5,0 | 6,2 | 7,8 | 9,7 | 11,5 | | |
| pZn_{trans} a rojo | 6,9 | 8,3 | 9,3 | 10,5 | 12,2 | 13,9 | | |

Constantes logarítmicas: K_{HI}^H 11,6; $K_{H_2I}^H$ 6,3; K_{CaI} 5,4; K_{MgI} 7,0; K_{ZnI} 12,9; $K_{ZnI_2}^{2I}$ 20,0 (1) K_{BaI} 3,0 (2).
 K_{MnI} 9,6; $K_{MnI_2}^{2I}$ 17,6 (3) $C_I = 10^{-5}M$

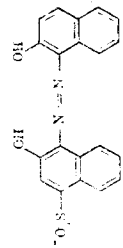
Negro de eriocromo A



| pH_{trans} | Rojo | 6,2 | Azul | 13,0 | Naranja |
|----------------------|------|-----|------|------|---------|
| pH | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
| $\log \alpha_{(H)}$ | 7,4 | 6,1 | 5,0 | 4,0 | 3,0 |
| pCa_{trans} a rojo | | | 0,3 | 1,3 | 2,3 |
| pMg_{trans} a rojo | | 1,1 | 2,2 | 3,2 | 4,2 |
| | | | | | 5,2 |
| | | | | | 6,2 |
| | | | | | 1,0 |
| | | | | | 4,3 |
| | | | | | 5,0 |

Constantes logarítmicas: K_{HI}^H 13,0; $\log K_{H_2I}^H$ 6,2. K_{CaI} 5,3. K_{MgI} 7,2 (1).

TABLA A.7 (Cont.)

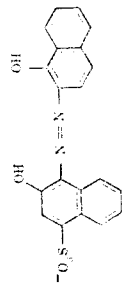


Negro-azul de eriocromo R (Calcón)

| pH_{trans} | Rojo 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 | 12,0 | 13,0 | Naranja |
|-----------------------|----------|-----|-----|------|------|------|------|---------|
| pH | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 | 12,0 | 13,0 | |
| $\log \alpha_{I(II)}$ | 6,8 | 5,5 | 4,5 | 3,5 | 2,5 | 1,5 | 0,6 | |
| pCa_{trans} a rojo | 0,8 | 2,1 | 3,1 | 4,1 | 5,1 | 6,1 | 7,0 | |
| pMg_{trans} a rojo | | | | | | | | |

Constantes logarítmicas: K_{III}^H 13,5; $K_{H_{-1}}^H$ 7,0. K_{CaI} 5,3. K_{MgI} 7,6 (1).

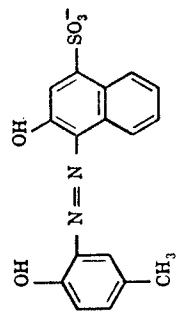
Negro-azul de eriocromo B



| pH_{trans} | Rojo 6,2 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 | 12,0 | 12,5 | Naranja |
|-----------------------|----------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|---------|
| pH | 6,9 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 | 12,0 | 13,0 | |
| $\log \alpha_{I(II)}$ | 6,9 | 5,5 | 4,5 | 3,5 | 2,5 | 1,5 | 0,6 | 0,1 | | |
| pCa_{trans} a rojo | 0,5 | 1,9 | 2,9 | 3,9 | 4,9 | 5,9 | 6,8 | 7,3 | | |
| pMg_{trans} a rojo | | | | | | | | | | |
| pZn_{trans} a rojo | | | | | | | | | | |

Constantes logarítmicas: K_{III} 12,5; $K_{II,1}$ 6,2. $K_{Ca,1}$ 5,7. $K_{Mg,1}$ 7,4 (1) $K_{Zn,1}$ = 12,5 (24); $K_{Zn,II,1}$ = 16,4 (25).

TABLA A.7 (Cont.)

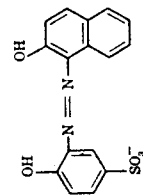


Calmagita

| pH_{trans} | Rojo | 8,1 | Azul | 12,4 | Naranja |
|--------------|------|-----|------|------|---------|
|--------------|------|-----|------|------|---------|

| pH | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 | 12,0 | 13,0 |
|----------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| $\log \alpha_1(H)$ | 6,5 | 4,7 | 3,4 | 2,4 | 1,4 | 0,5 | 0,1 |
| pCa_{trans} a rojo | | 1,4 | 2,7 | 3,7 | 4,7 | 5,6 | 6,0 |
| pMg_{trans} a rojo | | 3,4 | 4,7 | 5,7 | 6,7 | 7,7 | 8,0 |

Constantes logarítmicas: K_{HI}^H 12,4; $K_{HI_2}^H$ 8,1. K_{CaI} 6,1. K_{MgI} 8,1 (4).



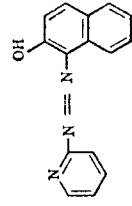
Violeta de solocromo R

| pH_{trans} | Rojo | | | Azul | | |
|--------------|------|--|--|------|--|--|
|--------------|------|--|--|------|--|--|

| pH | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 | 12,0 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\log \alpha_1(H)$ | 14,0 | 12,0 | 10,0 | 8,0 | 6,3 | 5,0 | 4,0 | 3,0 | 2,0 | 1,0 |
| pCa_{trans} a rojo | | | | | | 0,6 | 1,6 | 2,6 | 3,6 | 4,6 |
| pCu_{trans} a rojo | 6,8 | 8,8 | 10,8 | 12,8 | 14,5 | 15,8 | 16,8 | 17,8 | | |
| pMg_{trans} a rojo | | | | | 1,3 | 2,6 | 3,6 | 4,6 | 5,6 | 6,6 |
| pNi_{trans} a rojo | 0,9 | 2,9 | 4,9 | 6,9 | 8,7 | 10,6 | 12,5 | 14,5 | | |
| pZn_{trans} a rojo | | 0,5 | 2,5 | 4,5 | 6,2 | 7,5 | 8,5 | 9,5 | 11,1 | |

Constantes logarítmicas (corregidas aproximadamente a $\mu=0,1$): K_{HI} 13,0; $K_{HI_2}^H$ 7,0 (5). K_{CaI} 5,6; K_{CaI}^{21} 8,7. K_{CuI} 20,8. K_{MgI} 7,6; K_{MgI}^{21} 12,7. K_{Ni} 14,9; $K_{NiI_2}^{21}$ 25,5. K_{ZnI} 12,5; $K_{ZnI_2}^{21}$ 20,0 (6); $C_1=10^{-5}M$

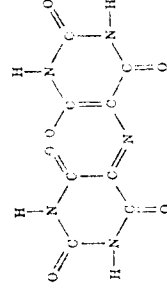
TABLA A.7 (Cont.)



PAN 1-(2-piridilazol)-2-naftol (7)

| pH_{trans} | Amarillo | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|--|
| pH | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 | |
| $\log \alpha_{(H)}$ | 9,2 | 8,2 | 7,2 | 6,2 | 5,2 | 4,2 | 3,2 | 2,2 | 1,2 | |
| pCa_{trans} a rojo | 6,8 | 7,8 | 8,8 | 9,8 | 10,8 | 11,8 | 12,8 | 13,8 | 14,8 | |

Constantes logarítmicas (en 20% dioxano): K_{H1} 12,2; K_{H2}^H 1,9 K_{Cu1} 16,0 (8)

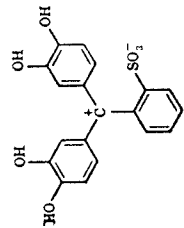


Murexido

| pH_{trans} | Rojo-violeta | | | | | 9,2 Violeta 10,5 | | | | | Azul |
|--------------------------|--------------|-----|------|------|------|------------------|------|--|--|--|------|
| pH | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 11,0 | 12,0 | | | | |
| $\log \alpha_{(H)}$ | 7,7 | 5,7 | 3,7 | 1,9 | 0,7 | 0,1 | | | | | |
| $\log \alpha_{(H)}^H$ | 3,2 | 2,2 | 1,2 | 0,4 | 0,2 | 0,6 | 1,5 | | | | |
| pCa_{trans} a rojo | | 2,6 | 2,8 | 3,4 | 4,0 | 4,6 | 5,0 | | | | |
| pCu_{trans} a naranja | 6,4 | 8,2 | 10,2 | 12,2 | 13,6 | 15,8 | 17,9 | | | | |
| pNi_{trans} a amarillo | 4,6 | 5,2 | 6,2 | 7,8 | 9,3 | 10,3 | 11,3 | | | | |

Constantes logarítmicas: K_{H1} 10,5; K_{H2}^H 9,2. K_{Ca1} 5,0 (9,10). (Cf. Fig. 4.5 y comentarios)

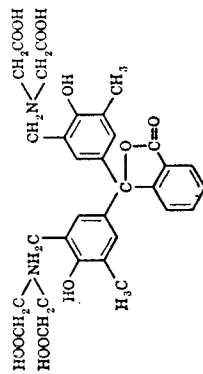
TABLA A.7 (Cont.)



Violeta de pirocatecol (11)

| pH_{trans} | Amarillo | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| pH | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | |
| $\log \alpha_I(H)$ | 26,3 | 24,8 | 23,3 | 21,8 | 20,3 | 18,8 | 17,3 | 15,8 | 14,3 | |
| $\log \alpha_{HI}(H)$ | 15,6 | 14,6 | 13,6 | 12,6 | 11,6 | 10,6 | 9,6 | 8,6 | 7,6 | |
| pBi_{trans} a azul | 3,0 | 3,8 | 4,5 | 5,5 | 6,8 | 8,3 | 9,8 | | | |
| pTh_{trans} a azul | 1,5 | 1,9 | 3,0 | 3,0 | 2,8 | 4,7 | 6,1 | 7,6 | 9,1 | |

Constantes logarítmicas: K_{HI}^H 11,7; $K_{H_2I}^H$ 9,8; $K_{H_3I}^H$ 7,8 (12); K_{BI}^{Bi} 27,1; K_{BI}^{Bi} 5,2; K_{TH}^{Th} 23,4; K_{TH}^{Th} 4,4 (13)



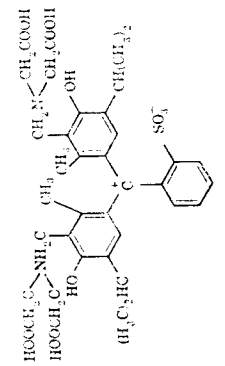
Ftaleína-complexona (Metalftaleína)

| pH_{trans} | Rosa pálido | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------|-----|-----|------|------|------|------|------|--|--|
| pH | 8,0 | 9,0 | 9,5 | 10,0 | 10,5 | 11,0 | 11,4 | Rosa | | |
| $\log \alpha_I(H)$ | 7,6 | 5,4 | 4,4 | 3,4 | 2,4 | 1,5 | 0,7 | | | |
| $\log \alpha_{HI}(H)$ | 3,6 | 2,4 | 1,9 | 1,4 | 0,9 | 0,5 | 0,2 | | | |
| pBa_{trans} a rojo | | | | 2,6 | 3,4 | 4,6 | 5,3 | | | |
| pCa_{trans} a rojo | | 3,6 | 4,0 | 4,5 | 5,2 | 6,2 | 7,1 | | | |
| pMg_{trans} a rojo | | 3,4 | 4,2 | 4,7 | 6,1 | 7,3 | 8,0 | | | |

Constantes logarítmicas: K_{HI}^H 12,0; $K_{H_2I}^H$ 11,4; $K_{H_3I}^H$ 7,8; K_{HI}^H 7,0; K_{BaI} 6,2; K_{BaI}^{Ba} 3,0; K_{BaHI} 4,8; K_{CaI} 7,8; K_{CaI}^{Ca} 5,0; K_{CaHI} 6,4; K_{MgI}^{Mg} 8,9; K_{MgI}^{Mg} 5,2; K_{MgHI}^{Mg} 7,5 (14). Cf. Fig. 4.6.

TABLA A.7 (Cont.)

Azul de metilínol (15)



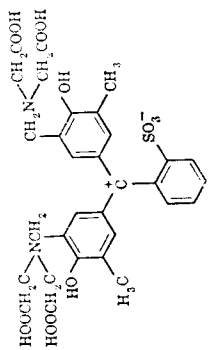
| | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,2 |
|--------------------------|------|-----------------|------|----------|------|------|------|
| pH_{trans} | | Amarillo pálido | 4,5 | Amarillo | | | 7,2 |
| pH | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 |
| A) <i>Solución ácida</i> | | | | | | | |
| $\log \alpha_{I(H)}$ | 20,4 | 18,5 | 16,9 | 15,3 | 13,8 | 12,3 | 11,0 |
| $\log \alpha_{II(H)}$ | 11,3 | 9,9 | 8,8 | 7,6 | 6,7 | 5,7 | 4,9 |
| $\log \alpha_{III(H)}$ | 3,9 | 3,0 | 2,4 | 1,7 | 1,3 | 0,8 | 0,5 |
| pCd_{trans} a rojo | | | 2,5 | 3,3 | 4,1 | 4,9 | 5,6 |
| pHg_{trans} a rojo | | | 12,0 | 13,4 | 14,0 | 14,7 | |
| pLa_{trans} a rojo | | | 4,4 | 4,9 | 5,4 | | |
| pPb_{trans} a rojo | 4,3 | 5,2 | 5,9 | 6,4 | 7,0 | 7,5 | |
| pZn_{trans} a rojo | | | 4,5 | 5,5 | 6 | 7 | |

B) *Solución alcalina*

| | 7,2 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | 10,0 | 10,5 | 11,0 | 11,5 | 12,0 | 13,4 |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|------|------|------|------|------|------|
| pH_{trans} | 7,2 | | | | Azul pálido | | | | 11,2 | Gris | 13,4 |
| pH | | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | 10,0 | 10,5 | 11,0 | 11,5 | 12,0 | 13,0 |
| $\log \alpha_{I(H)}$ | | 8,7 | 7,6 | 6,6 | 5,6 | 4,6 | 3,7 | 2,8 | 2,1 | 1,5 | 0,5 |
| $\log \alpha_{II(H)}$ | | 3,2 | 2,7 | 2,2 | 1,7 | 1,2 | 0,7 | 0,4 | 0 | 0 | 0,1 |
| $\log \alpha_{III(H)}$ | | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,6 | 1,0 | 2,0 |
| pBa_{trans} a azul | | | | | | 3,0 | 3,7 | 4,5 | 4,7 | | |
| pCa_{trans} a azul | | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,7 | 5,5 | 6,3 | 7,0 | 7,3 | 7,5 | |
| pMg_{trans} a azul | | | 3,0 | 3,8 | 4,5 | 5,2 | 6,0 | 6,6 | | | |
| pMn_{trans} a azul | | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 8,8 | 9,2 | | |

Constantes logarítmicas: K_{HI} 13,4; K_{HII}^H 11,15; K_{HIII}^H 7,2; K_{HI}^H 4,5 (16); K_{HII}^{HI} 9,2 (13). (Los valores de pM_{trans} que se dan son experimentales (17).)

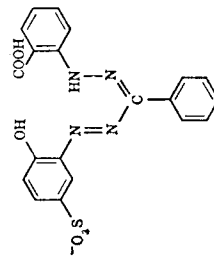
TABLA A.7 (Cont.)



Naranja de xilenol (18)

| pH_{trans} | Amarillo | | | | | | | | | | 6,4 Rojo | | |
|------------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|--|--|
| | 0 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | | |
| $\log \alpha_1(H)$ | 35,0 | 30,0 | 25,1 | 20,7 | 17,3 | 15,7 | 14,2 | 12,8 | 11,3 | 10,0 | 8,9 | | |
| $\log \alpha_{H(H)}$ | 22,7 | 18,7 | 14,8 | 11,4 | 9,0 | 7,9 | 6,9 | 6,0 | 5,0 | 4,3 | 3,6 | | |
| $\log \alpha_{H_2(H)}$ | 12,2 | 9,2 | 6,3 | 3,9 | 2,5 | 1,9 | 1,4 | 1,0 | 0,5 | 0,2 | | | |
| pBi_{trans} a rojo | 4 | | 5,4 | 6,8 | | | | | | | | | |
| pCd_{trans} a rojo | | | | | | 4 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,3 | 6,8 | | |
| pHg_{trans} a rojo | | | | | | | 7,4 | 8,2 | 9,0 | | | | |
| pLa_{trans} a rojo | | | | | | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,6 | 6,7 | | | |
| pPb_{trans} a rojo | | | | 4,2 | 4,8 | 6,2 | 7,0 | 7,6 | 8,2 | | | | |
| pTh_{trans} a rojo | 3,6 | 4,9 | | 6,3 | | 4,1 | 4,8 | 5,7 | 6,5 | 7,3 | 8,0 | | |
| pZn_{trans} a rojo | | | | | | | | | | | | | |
| pZr_{trans} a rojo | 7,5 | | | | | | | | | | | | |

Constantes logarítmicas: K_{HI} 12,3; $K_{H_2I}^H$ 10,5; $K_{H_3I}^H$ 6,4; K_{HI}^H 3,2; $K_{H_2I}^H$ 2,6 (19). (Los valores que se dan de pM_{trans} son experimentales: Bi, Cd, Hg, La, Pb, Th, Zn (17); Zn (20))

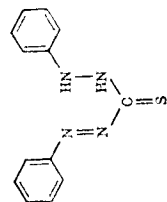


Zincón (2-carboxi-2'-hidroxi-5'-sulfoformazilbenceno (21))

| pH_{trans} | Violeta-rojo | | 4,5 | | Amarillo | | 8,3 Naranja-rojo | |
|----------------------|--------------|-----|-----|-----|----------|-----|------------------|--|
| | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | |
| $\log \alpha_1(H)$ | 4,9 | 3,4 | 2,3 | 1,3 | 0,5 | 0,1 | | |
| pZn_{trans} a azul | | 0,6 | 2,7 | 4,7 | 6,5 | 7,9 | 9,4 | |

Constantes logarítmicas: K_{HI} 8,3; $K_{H_2I}^H$ 4,5; K_{Zn-OH}^H 13,0 (22).

TABLA A.7 (Cont.)



Dithizona (difeniltiocarbazona)

| | Verde | 4,6 | Naranja | |
|-----------------------|-------|-----|---------|-----|
| pH_{trans} | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 8,0 |
| pH | | | | |
| $\log \alpha_{I(II)}$ | 1,6 | 0,7 | 0,2 | |
| pZn_{trans} a rojo | 2,6 | 4,4 | 5,5 | 5,8 |

Constantes logarítmicas (en 40 por 100 de alcohol): K_{III} 4,6. $K_{ZnI_2}^{2I}$ 10,8 (23), $C_I = 10^{-5} M$

Bibliografía (Tabla A.7)

- SCHWARZENBACH, G. y W. BIEDERMANN: *Helv. Chim. Acta*, **31**, 678 (1948).
- EKLUND, B. y A. RINGBOM: Resultados no publicados.
- RINGBOM, A., y G. LUNDQVIST: Resultados no publicados.
- LINSTROM, F., y H. DIEHL: *Anal. Chem.*, **32**, 1123 (1960).
- COATES, E., y B. RIGG: *Trans. Faraday Soc.*, **57**, 1088 (1961).
- COATES, E., y B. RIGG: *Trans. Faraday Soc.*, **58**, 2058 (1962).
- CHENG, K. L., y R. H. BRAY: *Anal. Chem.*, **27**, 782 (1955).
- PEASE, B. F., y M. B. WILLIAMS: *Anal. Chem.*, **31**, 1044 (1959).
- SCHWARZENBACH, G., y H. GYSLING: *Helv. Chim. Acta*, **32**, 1314 (1949).
- SCHWARZENBACH, G.: *Complexometric Titrations*, p. 37. Interscience, Nueva York, 1957.
- MALAT, M., V. SUK, y O. RYBA: *Collection Czech. Commun.*, **19**, 1156 (1954).
- RYBA, O., J. CIFKA, M. MALAT, y V. SUK: *Collection Czech. Chem. Commun.*, **21**, 349 (1955).
- RYBA, O., J. CIFKA, D. JEZKOVA, M. MALAT, y V. SUK: *Collection Czech. Chem. Commun.*, **23**, 71 (1958).
- ANDEREGG, G., H. FLASCHKA, R. SALLMANN, y G. SCHWARZENBACH: *Helv. Chim. Acta*, **37**, 113 (1954).
- KÖRBL, J., y PRIBIL, R.: *Collection Czech. Chem. Commun.*, **23**, 873 (1958).
- KÖRBL, J., y B. KAKAC: *Collection Czech. Chem. Commun.*, **23**, 889 (1958).
- PENSAR, G., y A. RINGBOM: Resultados no publicados.
- KÖRBL, J., R. PRIBIL, y A. EMR: *Collection Czech. Chem. Commun.*, **22**, 961 (1957).
- REHAK, B., y J. KÖRBL: *Collection Czech. Chem. Commun.*, **25**, 797 (1960).
- CHENG, K. L.: *Talanta*, **2**, 266 (1959).
- RUSH, R. M., y J. H. YOE: *Anal. Chem.*, **26**, 1345 (1954).
- RINGBOM, A., G. PENSAR, y E. WÄNNINEN: *Anal. Chim. Acta*, **19**, 525 (1958).
- WÄNNINEN, E., y A. RINGBOM: *Anal. Chim. Acta*, **12**, 308 (1955).
- HILDEBRAND, G. P., y C. N. REILLEY: *Anal. Chem.*, **29**, 258 (1957).
- REILLEY, C. N., y R. W. SCHMID: *Anal. Chem.*, **31**, 887 (1959).

TABLA A.8
Intervalos de pH indicadores ácido-base

| Nombre comercial | Intervalo de pH | Cambio de color, ácido-alcalino |
|--|-----------------|---------------------------------|
| Rojo de <i>o</i> -cresol (B) (intervalo ácido) | 0,2-1,8 | Rojo-amarillo |
| Azul de timol (B) (intervalo ácido) | 1,2-2,8 | Rojo-amarillo |
| Rojo de pentametoxi (B) | 1,2-3,2 | Rojo-violeta-incoloro |
| Tropeolín OO (B) | 1,3-3,2 | Rojo-amarillo |
| 2,4-Dinitrofenol (A) | 2,4-4,0 | Incoloro-amarillo |
| Amarillo de metilo (B) | 2,9-4,0 | |
| Naranja de metilo (B) | 3,1-4,4 | Rojo-naranja |
| Azul de bromofenol (A) | 3,0-4,6 | Amarillo-violeta-azul |
| Azul de tetrabromofenol (A) | 3,0-4,6 | Amarillo-azul |
| Sulfonato sódico de alizarina (A) | 3,7-5,2 | Amarillo-violeta |
| Rojo de α -naftilo (B) | 3,7-5,0 | Rojo-amarillo |
| <i>p</i> -Etoxi crisoidina (B) | 3,5-5,5 | Rojo-amarillo |
| Verde de bromocresol (A) | 4,0-5,6 | Amarillo-azul |
| Rojo de metilo (A) | 4,4-6,2 | Rojo-amarillo |
| Púrpura de bromocresol (A) | 5,2-6,8 | Amarillo-púrpura |
| Rojo de clorofenol (A) | 5,4-6,8 | Amarillo-rojo |
| Azul de bromotimol (A) | 6,2-7,6 | Amarillo-azul |
| <i>p</i> -Nitrofenol (A) | 5,0-7,0 | Incoloro-amarillo |
| Azolitmina (A) | 5,0-8,0 | Rojo-azul |
| Rojo de fenol (A) | 6,4-8,0 | Amarillo-rojo |
| Rojo neutro (B) | 6,8-8,0 | Rojo-amarillo |
| Acido rosólico (A) | 6,8-8,0 | Amarillo-rojo |
| Rojo de cresol (A) (intervalo alcalino) | 7,2-8,8 | Amarillo-rojo |
| α -Naftoltaleína (A) | 7,3-8,7 | Rosa-verde |
| Tropeolina OOO (B) | 7,6-8,9 | Amarillo-rosa-rojo |
| Azul de timol (A) (intervalo alcalino) | 8,0-9,6 | Amarillo-azul |
| Fenoltaleína (A) | 8,0-10,0 | Incoloro-rojo |
| α -Naftolbenceína (A) | 9,0-11,0 | Amarillo-azul |
| Timoltaleína (A) | 9,4-10,6 | Incoloro-azul |
| Azul Nilo | 10,1-11,1 | Azul-rojo |
| Amarillo de alizarina (A) | 10,0-12,0 | Amarillo-lila |
| Amarillo de salicilo (A) | 10,0-12,0 | Amarillo-naranja-pardo |
| Violeta diazo | 10,1-12,0 | Amarillo-violeta |
| Tropeolina O (B) | 11,0-13,0 | Amarillo-naranja-pardo |
| Nitramina (B) | 11,0-13,0 | Incoloro-naranja-pardo |
| Azul de Poirrier | 11,0-13,0 | Azul-violeta-rosa |
| Acido trinitrobenzoico | 12,0-13,4 | Incoloro-naranja-pardo |

(A)=ácido; (B)=base.

La lista se ha tomado del capítulo 12 de la obra de S. BRUCKENSTEIN e I. M. KOLTHOFF, *Treatise on Analytical Chemistry*, parte I, vol. I, Interscience Encl. Inc., Nueva York, 1959.

TABLA A.9
Constantes de extracción

Esta tabla es muy incompleta, y su propósito consiste sólo en presentar los datos necesarios para ilustrar los principios generales perfilados en el capítulo 7. Se está recopilando una colección completa de constantes de extracción que será publicada bajo los auspicios de la Sección analítica de la IUPAC.

Extracciones con ditizona *

| Metal extraído | $\log E_{MR,n} = \frac{[MR_n]_{CCl_4}}{[M][R]^n}$ | $\log E_{MR,n} = \frac{[MR_n]_{CHCl_3}}{[M][R]^n}$ |
|-------------------------|---|--|
| $n=1$ Ag | 15,7 | 16,2 |
| Tl ^I | 5,2 | — |
| $n=2$ Cd | 18,8 | 21,1 |
| Co ^{II} | 18,6 | 19,9 |
| Cu ^{II} | 27,5 | 26,9 |
| Hg ^{II} | 43,8 | — |
| Ni ^{II} | 16,2 | 17,9 |
| Pb | 17,7 | 20,4 |
| Sn ^{II} | 15,0 | — |
| Zn | 19,3 | 21,1 |
| $n=3$ Bi ^{III} | 35,2 | 36,0 |
| In ^{III} | 30,4 | — |

* $\log K_{IR}^H = 4,5$. Extracción con CCl_4 : $\log D_{IR} = 4,0$; $pH_{1/2} = 8,5$. Extracción con $CHCl_3$: $\log D_{IR} = 5,7$; $pH_{1/2} = 10,2$.

TABLA A.9 (Cont.)

Extracciones con oxina (8-hidroxiquinolina) *

| Metal extraído | $\log E_{MR_n} = \frac{[MR_n]_{CHCl_3}}{[M][R]^n}$ | $\log E_{MR_n}^{acid} = \frac{[MR_n]_{CHCl_3}[H]^n}{[M][HR]_{CHCl_3}^n} = \log E_{MR_n} - n pH_{1/2}$ |
|-----------------|--|---|
| $n=2$ Cu | 25,8 | +1,2 |
| Ni | 20,85 | -3,8 |
| UO ₂ | 22,2 | -2,4 |
| $n=3$ Al | 31,0 | -5,9 |
| Fe | 42,3 | +5,4 |
| Ga | 39,8 | +2,9 |
| In | 33,3 | -3,6 |
| La | 21,2 | -15,7 |
| Sm | 23,5 | -13,4 |
| $n=4$ Th | 42,1 | -7,1 |

* $\log K_{HR}^H = 9,7$; $\log K_{H_2R^+}^H = 5,0$; $\log K_{H_2R^{2+}}^{2H} = 14,7$. Extracción con CHCl₃: $\log D_{HR} = 2,6$. $pH_{1/2} = 12,3$ (R^- en la fase acuosa). $pH_{1/2} = 2,4$ (H_2R^+ en la fase acuosa); por debajo de pH 2,4 $\alpha_{R(H)}$ es mayor que $\alpha_{R(org)}$.

TABLA A.9 (Cont.)

Extracciones con TTA (tenoiltrifluoracetona) *

| Metal extraído | $\log E_{MR_n} = \frac{[MR_n]_{C_6H_6}}{[M][R]^n}$ | $\log E_{MR_n}^{acid} = \frac{[MR_n]_{C_6H_6}[H]^n}{[M][HR]_{CHCl_3}^n} = \log E_{MR_n} - n pH_{1,2}$ |
|----------------|--|---|
| $n=2$ Be | 12,4 | -3,2 |
| Ca | 3,6 | -12,0 |
| Sr | 1,5 | -14,1 |
| $n=3$ La | 13,7 | -9,7 |
| Pr | 14,9 | -8,5 |
| Sc | 23,3 | -0,1 |
| Y | 16,5 | -6,9 |
| $n=4$ Hf | 39,0 | +7,8 |
| Th | 32,0 | +0,8 |
| Zr | 40,4 | +9,2 |

* $\log K_{HR}^H = 6,23$.

Extracción con benceno: $\log D_{HR} = 1,57$; $pH_{1/2} = 7,8$.

Bibliografía (Tabla 1.9)

Ditizona

- KOROLEFF, F.: *Havsforskningsinstitutets Skrift* núm. 145, Helsingfors, 1950.
 MORRISON, G. H., y FREISER, H.: *Solvent Extraction in Analytical Chemistry*, Wiley, Nueva York, 1957.
 SANDELL, E. B.: *Colorimetric Determination of Traces of Metals*, 3.^a ed., Interscience, Nueva York, 1959.

Oxina

- DYRSSEN, D.: *Svensk Kem. Tidskr.*, **68**, 212 (1956).
 LACROIX, S.: *Anal. Chim. Acta*, **1**, 260 (1947).
 OOSTING, M.: *Anal. Chim. Acta*, **21**, 505 (1959).

TTA

- DYRSSEN, D.: *l.c.*

- Abbink, J. E., 288, 299.
 Abdine, H., 111, 180.
 Abegg, R., 374, 383.
 Ackermann, H., 357, 391.
 Adamson, A. W., 249, 299.
 Ågren, A., 108, 180, 379, 384.
 Åhrland, S., 9, 11, 21, 348, 349, 366, 367, 368, 371, 374, 383.
 Aikens, D. A., 104, 180.
 Albert, A., 359, 390.
 Alberto, G. S., 360, 369.
 Alberty, R. A., 361, 369.
 Alon, A., 7, 179, 180.
 Alter, H. W., 364, 367, 370.
 Amis, A. S., 367, 371.
 Anderegg, G., 22, 102, 104, 180, 357, 359, 360, 368, 390, 391, 392, 427, 433.
 Andersen, P., 357.
 Andrussow, K., 373, 374, 376, 378, 379, 380, 381, 382.
 Antikainen, P. J., 207, 224.
 Ayers, O. E., 380, 384.
- Babko, A. K., 361, 369, 378, 379, 380, 384.
 Babko, I. A., 361, 369.
 Bagge, T., 358.
 Bailar, J. C., 357, 359.
 Bandemer, S. L., 331.
 Banerjee, S. N., 373, 374, 379.
 Banks, C. V., 359, 380, 384.
 Barakat, M. F., 325, 326.
 Barnard, A. J., Jr., 113, 180.
 Barnstein, C., 132, 181.
 Bashkirtseva, A. A., 108, 180.
 Basolo, F., 16, 19, 21.
 Bates, R. G., 83, 84, 376, 383.
 Bauman, W. C., 236, 300.
 Beck, M. T., 357.
 Becker, E. I., 231, 299.
- Beckman, J. F., 378, 383.
 Bell, R. P., 348, 349, 364, 370.
 Below, J. F., 108, 180.
 Belle, J., 236, 299.
 Benoit, R., 367, 371.
 Berezhevna, N. E., 364, 370.
 Bergman, L., 181.
 Bernasconi, E., 182.
 Berne, E., 367, 371.
 Bertin-Batsch, C., 376, 383.
 Bertrand, J. A., 358.
 Bethge, P. O., 367, 371.
 Beukenkamp, J., 348, 349.
 Bicknell, N. J., 391.
 Biedermann, G., 21, 347, 348, 349, 348, 349, 351, 357, 358, 360, 361, 363, 364, 366, 369, 381, 382, 384.
 Biedermann, W., 94, 102, 182, 418, 421, 431, 433.
 Bjerrum, J., 21, 32, 33, 67, 96, 180, 212, 224, 299, 341, 343, 347, 348, 349, 351, 357, 358, 360, 361, 363, 364, 366, 369, 381, 382, 384.
 Bjerrum, N., 361, 369.
 Blackie, M. S., 360, 368.
 Blasius, E., 231, 283, 292, 298.
 Böltz, G., 334, 340.
 Bond, J., 391.
 Bonner, O. D., 227, 228, 231, 232, 233, 234, 298, 299.
 Booman, G. L., 63, 67.
 Bose, M., 378, 384.
 Boyd, G. E., 249, 299.
 Brandt, W., 359.
 Brannan, J. R., 291, 300.
 Bray, R. H., 433.
 Bricker, C. E., 123, 182.
 Bril, K. Y., 151, 180.
 Brito, F., 347, 349, 359.
 Britten, E. F., 358.
 Broad, W. C., 113, 180.
 Brosset, C., 21, 347, 349, 365, 370.
 Bruckenstein, S., 217, 224, 434.