

ÍNDICE

<i>Presentación de la obra</i>	11
--------------------------------------	----

TRABAJO EN EL LABORATORIO

Seguridad y buenas prácticas en el laboratorio.....	15
Medidas de magnitudes experimentales. Cálculo de errores	23

INTRODUCCIÓN A LA EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA FÍSICA

I. CINÉTICA QUÍMICA	43
1. Cinética por volumetría. Saponificación del acetato de metilo....	43
2. Cinética por conductividad. Obtención de la constante de velocidad de la saponificación del acetato de etilo.....	53
3. Estudio cinético de una reacción iónica	59
II. TERMODINÁMICA QUÍMICA	67
4. Variación de la miscibilidad con la temperatura.....	67
5. Volúmenes molares parciales de una disolución ternaria.....	73
6. Calor de neutralización por calorimetría	81
7. Calor de disolución por medidas de solubilidad	89
III. ELECTROQUÍMICA	97
8. Pilas galvánicas. Poder oxidante de distintos pares redox.....	97
9. Termodinámica de pilas galvánicas. Célula de Clark.....	107
10. Células electrolíticas. Electrolisis de una disolución de ácido sulfúrico diluido.....	115

INTRODUCCIÓN A LA EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA ANALÍTICA

I. REACTIVIDAD QUÍMICA Y SU APLICACIÓN A LA SEPARACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES IÓNICAS.....	125
1. Separación e identificación del grupo III de cationes y el grupo I de aniones	125
II. ANÁLISIS VOLUMÉTRICO	139
2. Volumetría ácido-base: preparación de una disolución valorada de ácido clorhídrico	139
3. Volumetría de formación de complejos: determinación de la dureza total del agua	145
4. Volumetría de precipitación: determinación de cloruros (método de Möhr).....	153
5. Volumetría de oxidación-reducción: determinación permanganométrica de peróxido de hidrógeno	159
6. Determinación potenciométrica de la alcalinidad total	167
III. ANÁLISIS GRAVIMÉTRICO	173
7. Determinación gravimétrica de níquel con dimetilglioxima	173
8. Determinación gravimétrica de sulfatos	179
IV. SEPARACIONES ANALÍTICAS	185
9. Determinación de la concentración iónica del agua.....	185
10. Determinación del contenido en grasa de una semilla (caca-huete).....	193
<i>Bibliografía</i>	201
<i>Glosario</i>	207
<i>Anexos</i>	215
Tabla I. Estado de agregación, procesos y reacciones	215
Tabla II. Magnitudes químicas, sus símbolos y unidades.....	216
Tabla III. Constantes fisicoquímicas	217
Tabla IV. Unidades de energía. Factores de conversión.....	217
Tabla V. Potenciales normales de electrodo	218
Tabla VI. Disoluciones base para la preparación de problemas docentes para la determinación analítica de iones.....	219

Tabla VII.	Constantes del producto de solubilidad	220
Tabla VIII.	Constantes de disociación de ácidos	221
Tabla IX.	Constantes de disociación de bases.....	222
Tabla X.	Constantes de formación de complejos con AEDT.....	222
Tabla XI.	Símbolos, operadores y funciones matemáticos.....	223
Tabla XII.	Alfabeto griego.....	223

Tabla VI. Disoluciones base para la preparación de problemas docentes para la determinación analítico de iones.

Estas disoluciones contienen 10 mg de catión o de anión por mL.

Especie iónica	Fórmula del producto	Cantidad/g L ⁻¹	Consideraciones
Ag ⁺	AgNO ₃	15,8	
Hg ₂ ²⁺	Hg ₂ (NO ₃) ₂ ·2H ₂ O	14,0	Se añaden 100 mL de HNO ₃ 2 N
Pb ²⁺	Pb(NO ₃) ₂	16,0	Se añaden 5 mL de HNO ₃ 2 N
CO ₃ ²⁻	Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	47,7	
BO ₃ ³⁻	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	24,2	
SO ₄ ²⁻	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	33,6	
SO ₃ ²⁻	Na ₂ SO ₃ ·7H ₂ O	31,5	Se oxida fácilmente a sulfato
S ₂ O ₃ ²⁻	Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O	22,2	Se conserva mal
F ⁻	NaF	22,1	
C ₂ O ₄ ²⁻	Na ₂ C ₂ O ₄	15,2	
PO ₄ ³⁻	Na ₂ HPO ₄ ·12H ₂ O	37,7	
IO ₃ ⁻	KIO ₃	12,2	
SiO ₃ ²⁻	Na ₂ SiO ₃	16,1	Frecuentemente se encuentra en disolución como «Vidrio soluble». Tomar el volumen adecuado.

Tabla VII. Constantes del producto de solubilidad

Sustancia	Fórmula	K_{ps} (25 °C)	Sustancia	Fórmula	K_{ps} (25 °C)
Aluminio, hidróxido	$Al(OH)_3$	2×10^{-32}	Magnesio, carbonato	$MgCO_3$	1×10^{-5}
Bario, carbonato	$BaCO_3$	$5,1 \times 10^{-9}$	Magnesio, hidróxido	$Mg(OH)_2$	$1,8 \times 10^{-11}$
Bario, cromato	$BaCrO_4$	$1,2 \times 10^{-10}$	Magnesio, oxalato	MgC_2O_4	$8,6 \times 10^{-5}$
Bario, manganato	$BaMnO_4$	$2,5 \times 10^{-10}$	Manganeso(II), hidróxido	$Mn(OH)_2$	$1,9 \times 10^{-13}$
Bario, oxalato	BaC_2O_4	$2,3 \times 10^{-8}$	Manganeso(II), sulfuro	MnS	3×10^{-13}
Bario, sulfato	$BaSO_4$	$1,08 \times 10^{-10}$	Mercurio(I), bromuro	Hg_2Br_2	$5,8 \times 10^{-23}$
Bario, yodato	$Ba(IO_3)_2$	$1,57 \times 10^{-9}$	Mercurio(I), cloruro	Hg_2Cl_2	$1,3 \times 10^{-18}$
Cadmio, oxalato	CdC_2O_4	9×10^{-8}	Mercurio(I), yoduro	Hg_2I_2	$4,5 \times 10^{-29}$
Cadmio, sulfuro	CdS	2×10^{-28}	Plata, arseniato	Ag_3AsO_4	1×10^{-22}
Calcio, carbonato	$CaCO_3$	$4,8 \times 10^{-9}$	Plata, bromuro	$AgBr$	$5,2 \times 10^{-13}$
Calcio, fluoruro	CaF_2	$4,9 \times 10^{-11}$	Plata, carbonato	Ag_2CO_3	$8,1 \times 10^{-12}$
Calcio, oxalato	CaC_2O_4	$2,3 \times 10^{-9}$	Plata, cianuro	$AgCN$	$7,2 \times 10^{-11}$
Calcio, sulfato	$CaSO_4$	$2,6 \times 10^{-5}$	Plata, cloruro	$AgCl$	$1,82 \times 10^{-10}$
Cinc, hidróxido	$Zn(OH)_2$	$1,2 \times 10^{-17}$	Plata, cromato	Ag_2CrO_4	$1,1 \times 10^{-12}$
Cinc, oxalato	ZnC_2O_4	$7,5 \times 10^{-9}$	Plata, oxalato	$Ag_2C_2O_4$	$3,5 \times 10^{-11}$
Cinc, sulfuro	ZnS	$4,5 \times 10^{-24}$	Plata, sulfuro	Ag_2S	6×10^{-50}
Cobre(I), bromuro	$CuBr$	$5,2 \times 10^{-9}$	Plata, tiocianato	$AgSCN$	$1,1 \times 10^{-12}$
Cobre(I), cloruro	$CuCl$	$1,2 \times 10^{-6}$	Plata, yodato	$AgIO_3$	$3,0 \times 10^{-8}$
Cobre(I), tiocianato	$CuSCN$	$4,8 \times 10^{-15}$	Plata, yoduro	AgI	$8,3 \times 10^{-17}$
Cobre(I), yoduro	CuI	$1,1 \times 10^{-12}$	Plomo(II), carbonato	$PbCO_3$	$3,3 \times 10^{-14}$
Cobre(II), hidróxido	$Cu(OH)_2$	$1,6 \times 10^{-19}$	Plomo(II), cloruro	$PbCl_2$	$1,6 \times 10^{-5}$
Cobre(II), sulfuro	CuS	6×10^{-36}	Plomo(II), cromato	$PbCrO_4$	$1,8 \times 10^{-14}$
Estroncio, oxalato	SrC_2O_4	$5,6 \times 10^{-8}$	Plomo(II), hidróxido	$Pb(OH)_2$	$2,5 \times 10^{-16}$
Estroncio, sulfato	$SrSO_4$	$3,2 \times 10^{-7}$	Plomo(II), oxalato	PbC_2O_4	$4,8 \times 10^{-10}$
Hierro(II), hidróxido	$Fe(OH)_2$	8×10^{-16}	Plomo(II), sulfato	$PbSO_4$	$1,6 \times 10^{-8}$
Hierro(II), sulfuro	FeS	6×10^{-18}	Plomo(II), sulfuro	PbS	3×10^{-28}
Hierro(III), hidróxido	$Fe(OH)_3$	4×10^{-38}	Plomo(II), yoduro	PbI_2	$7,1 \times 10^{-9}$
Lantano, yodato	$La(IO_3)_3$	$6,2 \times 10^{-12}$	Talio(I), cloruro	$TlCl$	$1,7 \times 10^{-4}$
Magnesio y amonio, fosfato doble	$MgNH_4PO_4$	3×10^{-13}	Talio(I), sulfuro	Tl_2S	1×10^{-22}

Tabla VIII. Constantes de disociación de ácidos

Nombre	Fórmula	pK _{a1}	pK _{a2}	pK _{a3}	pK _{a4}
Acético	CH ₃ COOH	4,8			
Arsénico	H ₃ AsO ₄	3,6	7,3	12,5	
Arsenioso	H ₃ AsO ₃	9,2			
Benzoico	C ₆ H ₅ COOH	4,7			
Bórico	H ₃ BO ₃	9,2			
Bromoacético	BrCH ₂ COOH	2,9			
Butírico o butanoico	CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH	4,8			
Carbónico	H ₂ CO ₃	6,4	10,3		
Cianhídrico	HCN	9,2			
Cloroacético	ClCH ₂ COOH	2,9			
Crómico	H ₂ CrO ₄	0,75	6,5		
Dicloroacético	Cl ₂ CHCOOH	1,3			
Etilendiamino tetraacético (AEDT)	H ₄ Y	1,9	2,5	6,3	11,0
Fenol	C ₆ H ₅ OH	10,0			
Fluorhídrico	HF	3,2			
Fórmico	HCOOH	3,8			
Fosfórico	H ₃ PO ₄	2,2	7,2	12,3	
Fosforoso	H ₃ PO ₃	1,5	6,8		
Ftálico	C ₆ H ₄ (COOH) ₂	2,9	5,5		
Hipocloroso	HClO	7,5			
Láctico	CH ₃ CHOHCOOH	3,9			
Malónico	HOOCCH ₂ COOH	2,9	5,7		
Nitroso	HNO ₂	3,4			
Oxálico	HOOC ₂ COOH	1,25	4,3		
Sulfhídrico	H ₂ S	7,0	13,9		
Sulfuroso	H ₂ SO ₃	1,9	7,2		
Tricloroacético	Cl ₃ CCOOH	0,9			
Yódico	HIO ₃	0,8			

Tabla IX. Constantes de disociación de bases

Nombre	Fórmula	pK _{b1}
Amoníaco	NH ₃	4,8
Anilina	C ₆ H ₅ NH ₂	9,4
Dimetilamina	(CH ₃) ₂ NH	3,1
Etilamina	C ₂ H ₅ NH ₂	3,2
Hidracina	H ₂ NNH ₂	5,9
Hidroxilamina	HONH ₂	8,0
Metilamina	CH ₃ NH ₂	3,3
Piridina	C ₅ H ₅ N	8,8
Trietilamina	(CH ₃ CH ₂) ₃ N	3,3
Trimetilamina	(CH ₃) ₃ N	4,2

Tabla X. Constantes de formación de complejos con AEDT

Catión	log β ₁
Ag ⁺	7,3
Mg ²⁺	8,7
Ca ²⁺	11,0
Sr ²⁺	8,6
Ba ²⁺	7,8
Mn ²⁺	13,5
Fe ²⁺	14,3
Co ²⁺	15,9
Ni ²⁺	18,2
Cu ²⁺	17,8
Zn ²⁺	16,1
Cd ²⁺	16,1