

Contenido

Parte I Principios y teoría

1. Introducción	17
<i>1-1 Naturaleza de la química analítica . 17/1-2 Algunos conceptos fundamentales . 21/ Preguntas y problemas . 28</i>	
2. Pasos a seguir en un análisis químico	31
<i>2-1 Plan de análisis . 31/2-2 Muestreo . 32/2-3 Secado de la muestra . 33/2-4 Medición de la muestra . 35/2-5 Disolución de la muestra . 35/2-6 Separación de las sustancias que interfieren . 36/2-7 Medición de la sustancia que se desea . 37/2-8 Cálculos y evaluación de los resultados . 37</i>	
3. Manejo de los datos analíticos	41
<i>3-1 Error y desviación . 42/3-2 Cantidades significativas . 43/3-3 La tendencia central de un conjunto de resultados . 46/3-4 Precisión . 48/3-5 Exactitud de un análisis: Límites de confiabilidad . 53/3-6 Cómo manejar conjuntos pequeños de datos 56/Problemas . 60</i>	
4. Métodos de análisis gravimétrico.	65
<i>4-1 Mecanismo de precipitación . 66/4-2 Condiciones para la precipitación analítica . 67/4-3 Precipitación en una solución homogénea . 71/4-4 Impurezas en los precipitados . 73/4-5 Manera de lavar y filtrar los precipitados . 76/4-6 Calentamiento del precipitado . 77/4-7 Obtención de resultados . 78/4-8 Ejemplos de procedimientos gravimétricos . 80/ Preguntas . 88/ Problemas . 89</i>	

10 Contenido

5. Métodos de análisis colorimétrico y espectrofotométrico.	93
<i>5-1 Absorción de la energía radiante. 94/5-2 Ley de Beer. 98/5-3 Medición de la absorción de energía radiante. 102/5-4 Métodos espectrofotométricos en que se emplea la luz visible. 108/5-5 Métodos de espectrometría ultravioleta. 121/5-6 Espectrofotometría en el infrarrojo. 125/ Problemas. 129</i>	
6. Métodos volumétricos de análisis (titulación)	185
<i>6-1 Principios generales. 135/6-2 Cálculo de la molaridad. 141/6-3 Cálculo de la normalidad. 144/6-4 Titulaciones inversas. 149/ Preguntas y problemas. 150</i>	
7. Equilibrio químico	157
<i>7-1 El equilibrio y las constantes de equilibrio. 157/7-2 Cálculos empleando las constantes de equilibrio. 160/7-3 Ionización de ácidos débiles. 162/7-4 Solubilidad de precipitados: cálculos empleando el producto de solubilidad. 165/7-5 Formación de complejos. 166/7-6 Constantes de equilibrio para reacciones analíticas. 168/7-7 Teoría de las curvas de titulación. 169/7-8 Equilibrios simultáneos: uso de las constantes condicionales. 174/7-9 Coeficientes de actividad y equilibrio químico. 178/ Problemas. 179</i>	
8. Equilibrio ácido-base	185
<i>8-1 Teoría de ácidos y bases. 185/8-2 Acidez de las soluciones: pH. 187/8-3 Cálculo del pH: soluciones de ácidos y bases fuertes. 189/8-4 Cálculo del pH: soluciones de ácidos y bases débiles. 190/8.5 Ionización de ácidos polipróticos. 194/8-6 Cálculo del pH en el curso de la titulación. 197/8-7 Soluciones amortiguadoras. 201/Preguntas y problemas. 203</i>	
9. Titulaciones ácido-base.	209
<i>9-1 Curvas de titulación. 210/9-2 Indicadores ácido-base. 220/9-3 Preparación y estandarización de los titulantes. 223/9-4 Algunos métodos ácido-base. 225/9-5 Titulaciones ácido-base en disolventes no acuosos. 234/Preguntas y problemas. 241</i>	
10. Titulaciones con formación de precipitado	247
<i>10.1 Titulaciones potenciométricas con plata (I). 247/10.2 Método de Mohr para los halogenuros. 249/10-3 Método de Volhard. 250/10-4 Método del indicador de adsorción para los halogenuros.</i>	

251/10-5 Método del indicador de adsorción para el sulfato . 254/
Preguntas y problemas . 256

11. Complejos y titulaciones con formación de complejos 259

11-1 Formación de complejos . 259/11.2 Teoría de las titulaciones
complejométricas . 266/11-3 Determinación de magnesio y calcio:
dureza de las aguas 277/11.4 Otros métodos de titulación con
EDTA . 280/ Preguntas y problemas .284

12. Teoría de las reacciones y titulaciones de oxidorreducción 289

12-1 Reacciones de oxidorreducción 289/12-2 Potenciales de
electrodo . 292/12-3 Variación del potencial de electrodo con
la concentración . 294/12-4 Combinación de reacciones parciales
para formar una reacción completa . 297/12.5 Titulaciones po-
tenciométricas . 300/12-6 Indicadores de oxidorreducción . 304/
12-7 Limitaciones de la teoría de oxidorreducción . 306/12-8
Velocidades y mecanismos de las reacciones de oxidorreducción .
307/ Preguntas y problemas . 313

13. Titulaciones de oxidorreducción 319

13-1 Cálculos . 319/13.2 Titulación de un agente reductor con un
titulante oxidante . 320/13.3 Titulación de un agente oxidante con
un agente reductor . 332/ Preguntas y problemas . 335

14. Aplicaciones de las velocidades de reacción 341

14-1 Teoría cinética: constantes de velocidad . 341/14-2 Cinética
de las reacciones catalizadas por enzimas . 346/14-3 Velocidades
relativas de dos reacciones orgánicas . 351/14-4 Determinación
de catalizadores 354/ Problemas . 356

15. Métodos eléctricos de separación y análisis 357

15-1 Principios de electrólisis . 357/15-2 Electrodeposición .
366/15-3 Métodos de análisis coulombimétrico . 370/15.4 Po-
larografía . 376/ Preguntas y problemas . 389

16. Determinaciones potenciométricas con electrodos selectivos de iones 391

16-1 Electrodos de vidrio . 392/16-2 Electrodos de membrana
líquida . 400/16-3 Electrodos de membrana en estado sólido .
404/16-4 Electrodos heterogéneos . 408/16-5 Aplicaciones . 409/
Preguntas y problemas . 411

12 Contenido

17. **Extracción líquido-líquido** 413
- 17-1 Principios generales. 413/17-2 Totalidad de la extracción. 415/17-3 Extracción de complejos organometálicos. 416/17-4 Extracción de complejos de asociación iónica. 421/ Preguntas y problemas. 424*
18. **Principios de cromatografía.** 427
- 18-1 Principios básicos. 427/18-2 Teoría de los platos cromatográficos. 434/ Preguntas y problemas. 443*
19. **Cromatografía de gases.** 445
- 19-1 Principios generales. 445/19-2 Teoría de la cromatografía gas-líquido. 452/19-3 Aplicaciones de la cromatografía de gases. 459/ Preguntas y problemas. 465*
20. **Cromatografía de líquidos.** 467
- 20-1 Sistemas. 467/20-2 Cromatografía en papel y de capa fina. 471/20-3 Cromatografía en columna. 476/ Preguntas y problemas. 484*
21. **Intercambio iónico en química analítica** 487
- 21-1 Generalidades. 487/21-2 Aplicaciones analíticas del intercambio iónico. 491/21-3 Cromatografía de intercambio iónico. 492/ Preguntas y problemas. 503*
22. **Teoría y aplicaciones analíticas de los espectros de absorción.** 505
- 22-1 Teoría de los espectros visibles y ultravioleta. 505/22-2 Análisis de fluorescencia. 516/22-3 Espectros del infrarrojo y la estructura química. 523/ Preguntas y problemas 557*
23. **Aplicaciones analíticas de la espectrometría atómica** 541
- 23-1 Espectrometría de emisión (excitación eléctrica). 542 23-2 Espectrometría de emisión (excitación por flama). 554/23-3 Espectrometría de absorción atómica. 563/ Preguntas y problemas. 573*
24. **Análisis de muestras reales. Resolución de problemas analíticos** . . . 575
- 24-1 Elección de un método analítico. 575/24-2 Ejemplos de problemas analíticos, 576*

PARTE II TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE LABORATORIO

25. Introducción al trabajo de laboratorio	585
<i>25-1 Libreta de laboratorio . 585/25-2 Planificación del trabajo de laboratorio . 586/24-3 Limpieza y orden . 587/25-4 Reactivos . 588</i>	
26. La balanza analítica	593
<i>26-1 Exactitud y precisión . 593/26-2 Principios . 594/26-3 Sensibilidad . 596/26-4 Construcción . 596/26.5 Pesas analíticas . 604/26-6 Reglas generales para el manejo de la balanza . 605/26-7 Procedimiento para pesar en balanzas de dos platillos . 606/26-8 Procedimiento para pesar en balanza de un solo platillo (Mettler) . 608/26-9 Errores de pesada . 609/ Experimento 1 : forma de pesar un objeto . 610/ Experimento 2: Evaluación estadística de los datos obtenidos al pesar . 610/Problemas . 611</i>	
27. Muestreo, operaciones de pesado y técnicas gravimétricas	613
<i>27-1 Muestreo y preparación de la muestra . 613/27-2 Operaciones de pesado . 616/27-3 Técnicas gravimétricas . 620</i>	
28. Procedimientos gravimétricos	627
<i>Experimento 3 . Determinación gravimétrica de cloruros . 627/ Experimento 4 . Determinación gravimétrica de aluminio . 631/ Experimento 5: Determinación gravimétrica de sulfatos . 633</i>	
29. Material volumétrico	637
<i>29-1 Calibración . 637/29-2 Exactitud y precisión . 637/29-3 Matraces volumétricos . 640/29-4 Pipetas y forma de usarlas . 642/29-5 Las buretas y cómo usarlas . 564/ Experimento 6 . Calibración de una pipeta de 25 ml . 645</i>	
30. Procedimientos de titulación	647
<i>Experimento 7 . Estandarización de NaOH y determinación de la acidez total . 648/ Experimento 8 . Estandarización de HCl y determinación de carbonato de sodio . 650/ Experimento 9 . Titrulaciones no acuosas con ácido perclórico . 653/ Experimento 10 . Determinación de cloruros con un indicador de absorción . 655/ Experimento 11 . Determinación de sulfatos con un indicador de adsorción . 658/ Experimento 12 . Determinación de la dureza del agua con EDTA y calmagita . 660/ Experimento 13 . Determinación de la dureza del agua con EDTA y arsenazo . 663/ Experi-</i>	

14 Contenido

mento 14. Determinación yodométrica de arsénico y estudio de la reacción entre arsénico y yodo. 665/ Experimento 15. Determinación yodométrica de cobre. 670/ Experimento 16. Determinación de etilén glicol empleando peryodato. 674/ Experimento 17. Determinación en mineral de hierro con dicromato: análisis de una hoja de rasurar. 677/ Experimento 18. Determinación permanganométrica de hierro. 681

31 Instrumentos espectrofotométricos y procedimientos. 687

31-1 Principios de funcionamiento. 688/31-2 Procedimientos de funcionamiento. 689/ Experimento 19. Determinación espectrofotométrica de manganeso en acero. 691/ Experimento 20. Determinación de agua en mezclas de agua-ácido acético en el cercano infrarrojo. 694/ Experimento 21. Titulaciones fotométricas de cobre (II) con EDTA. 697/Experimento 22. Determinación de la vitamina D por fluorimetría. 702

32. Procedimientos electroanalíticos 707

Experimento 23. Determinación potenciométrica del peso equivalente y K_a de un ácido débil puro desconocido. 707/ Experimento 24. Determinación de la fórmula y la constante de estabilidad de un ion complejo de plata. 710/Experimento 25. Electrodeposición de cobre. 713/ Experimento 26. Titulación coulombimétrica de arsénico. 716/ Experimento 27. Titulación amperométrica de mercaptanos. 718

33. Técnicas de separación 723

Experimento 28. Extracción de cinc con disolvente. 723/Experimento 29. Análisis cuantitativo por cromatografía de gases de una mezcla de varios componentes por la técnica del estándar interno. 726/Experimento 30. Separación de iones metálicos por cromatografía en papel. 730/ Experimento 31. Separación de nitroanilinas por cromatografía de capa fina con placas fluorescentes. 733/ Experimento 32. Separación por intercambio de aniones de hierro, cobalto y níquel. 735

Apéndices 739

1. Bibliografía sobre química analítica. 741/2 Constantes de equilibrio. 745/3 Potenciales estándar de electrodo. 751/4 Balanceo de ecuaciones de oxidorreducción. 753/5 Resolución de ecuaciones cuadráticas. 757/6 Números exponenciales y logaritmos 761/7 Logaritmos de cuatro cifras. 765

Respuestas a problemas escogidos. 769

Índice 777