

Traducido del ruso por E. Limínik

545.

QUMICA ANALITICA CUANTITATIVA

На испанском языке

© Traducción al español. Editorial Mir. 1976

INDICE

PREFACIO	
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
§ 1. Objeto del análisis cuantitativo	11
§ 2. Métodos de análisis cuantitativo	13
§ 3. Balanza analítica	17
§ 4. Sensibilidad, estabilidad, exactitud y fidelidad de una balanza	22
§ 5. Reglas de empleo de la balanza analítica	25
§ 6. Pesada	27
§ 7. Balanza analítica con amortiguamiento y su empleo	32
§ 8. Eliminación de la influencia de la desigualdad de la longitud de los brazos de la cruz de la balanza. Reducción de la masa del cuerpo a su valor verdadero (en el vacío)	36
§ 9. Calibración de pesas	39
§ 10. Observaciones generales sobre el trabajo en un laboratorio de análisis cuantitativo	41
§ 11. Preparación de sustancias para el análisis	44
§ 12. Materiales para la fabricación de la vasija de laboratorio y la preparación de la misma para el análisis	46
§ 13. Errores en el análisis cuantitativo	50
§ 14. Elaboración de los resultados del análisis	55
§ 15. Cálculos en el análisis cuantitativo	60
Ejercicios (§§ 1—15)	64
CAPÍTULO II. ANÁLISIS GRAVIMÉTRICO (por pesadas)	67
§ 16. Esencia del análisis gravimétrico (por pesadas)	67
§ 17. Condiciones que deben reunir los precipitados. Elección del reactivo precipitante	68
§ 18. Cantidad de reactivo precipitante	72
§ 19. Influencia de los iones en la solubilidad del precipitado que contiene iones comunes	75
§ 20. Influencia de los electrolitos extraños en la solubilidad (efecto salino)	79
§ 21. Influencia de la temperatura y de la naturaleza del disolvente en la solubilidad	85
§ 22. Influencia de la concentración de iones hidrógeno (pH) en la solubilidad	87
§ 23. Influencia de los procesos de formación de complejos en la solubilidad. Enmascaramiento	97
§ 24. Formación de los precipitados y sus propiedades	101
§ 25. Condiciones de formación y las propiedades de los precipitados cristalinos	104
§ 26. Condiciones de formación y las propiedades de los precipitados amorfos	108
§ 27. Coprecipitación	110
§ 28. Disminución de la coprecipitación	120
§ 29. Separación de iones en el análisis cuantitativo	122

CAPÍTULO III. TÉCNICA DE OPERACIONES GENERALES EN EL ANÁLISIS QUÍMICO	138
§ 30. Pesada exacta de la muestra.	138
§ 31. Disolución. Fusión	140
§ 32. Precipitación. Filtración	144
§ 33. Lavado de los precipitados	148
§ 34. Secado y calcinación de los precipitados	154
§ 35. Cálculo de los resultados de las determinaciones gravimétricas	158
Ejercicios (§§ 16—35)	161
CAPÍTULO IV. EJEMPLOS DE DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SUSTANCIAS POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO	166
§ 36. Determinación de agua de cristalización en cloruro de bario	166
§ 37. Determinación de agua higroscópica	169
§ 38. Determinación de azufre en sulfatos solubles	171
§ 39. Determinación de cloro en cloruros solubles	175
§ 40. Determinación de hierro en la sal de Mohr	177
§ 41. Determinación de aluminio	179
§ 42. Determinación de calcio en carbonato cálcico	181
§ 43. Determinación de bióxido carbónico en carbonato cálcico	185
§ 44. Determinación de magnesio	187
§ 45. Determinación de calcio y de magnesio estando ambos presentes en la solución	191
§ 46. Determinación de níquel en acero	193
Ejercicios (§§ 36—46)	196
CAPÍTULO V. ANÁLISIS VOLUMÉTRICO	199
§ 47. Esencia del análisis volumétrico	199
§ 48. Condiciones que deben reunir las reacciones empleadas en el análisis volumétrico	200
§ 49. Clasificación de los métodos de análisis volumétrico	203
§ 50. Medición de volúmenes	205
§ 51. Calibración de recipientes graduados	213
§ 52. Normalidad de las soluciones. Equivalente gramo	216
§ 53. Preparación de soluciones valoradas. Métodos de titulación	222
§ 54. Cálculos para la preparación y dilución de soluciones	225
§ 55. Cálculo de los resultados de determinaciones en el análisis volumétrico	230
Ejercicios (§§ 47—55)	235
CAPÍTULO VI. MÉTODO DE TITULACIÓN ÁCIDO-BASE (neutralización)	240
§ 56. Esencia del método	240
§ 57. Indicadores en el método de titulación ácido-base	246
§ 58. Teoría de los indicadores	246
§ 59. Zona de viraje (intervalo del indicador o intervalo de pH) de los indicadores	253
§ 60. Influencia de diferentes factores en los resultados obtenidos por medio de los indicadores	260
§ 61. Curvas de titulación. Titulación de ácidos fuertes con bases fuertes (o viceversa)	264
§ 62. Titulación de ácidos débiles con bases fuertes (o viceversa)	269
§ 63. Titulación de bases débiles con ácidos fuertes (o viceversa)	276
§ 64. Titulación de ácidos débiles con bases débiles (o viceversa)	279
§ 65. Titulación de mezcla de ácidos y de ácidos polibásicos	281
§ 66. Acción reguladora	288
§ 67. Titulación de las soluciones de sales	291
§ 68. Error del indicador de titulación	296
Ejercicios (§§ 56—68)	300

CAPÍTULO VII. EJEMPLOS DE DETERMINACIÓN POR EL MÉTODO DE TITULACIÓN ÁCIDO-BASE	304
§ 69. Preparación de solución valorada patrón de HCl	304
§ 70. Determinación del contenido de álcalis en una solución	310
§ 71. Determinación de NaOH y de Na ₂ CO ₃ estando ambos presentes	310
§ 72. Determinación de la dureza del agua	314
§ 73. Preparación de una solución valorada patrón de NaOH	315
§ 74. Determinación de ácidos	318
§ 75. Determinación de amoníaco en sales de amonio	319
Ejercicios (§§ 69—75)	322
CAPÍTULO VIII. MÉTODOS DE PRECIPITACIÓN Y FORMACIÓN DE COMPLEJOS	324
§ 76. Característica general	324
§ 77. Curvas de titulación por el método de precipitación	325
§ 78. Procedimientos para establecer el punto de equivalencia	329
§ 79. Fenómenos de adsorción en la titulación. Indicadores de adsorción	335
§ 80. Determinación del título de una solución de nitrato de plata por el método de Mohr	339
§ 81. Determinación del título de una solución de tiocianato de amonio	341
§ 82. Determinación tiocianométrica de halogenuros	341
§ 83. Determinación de halogenuros por titulación con nitrato de plata en presencia de indicadores de adsorción	343
§ 84. Determinación mercurométrica de cloruros	346
§ 85. Determinación mercurimétrica de cloruros	347
§ 86. Titulación complexonómétrica	347
Ejercicios (§§ 76—86)	351
CAPÍTULO IX. MÉTODOS DE OXIDACIÓN-REDUCCIÓN (oxidoreductometría)	353
§ 87. Potenciales de oxidación-reducción y la dirección de la reacción	353
§ 88. Influencia de las concentraciones y de la reacción del medio	361
§ 89. Constantes de equilibrio de las reacciones de oxidación-reducción	366
§ 90. Curvas de titulación por el método de oxidación-reducción	369
§ 91. Indicadores empleados en la oxidoreductometría	375
§ 92. Velocidad de las reacciones de oxidación-reducción	380
Ejercicios (§§ 87—92)	386
PERMANGANATOMETRÍA	388
§ 93. Característica general del método	388
§ 94. Preparación y conservación de la solución de KMnO ₄	389
§ 95. Determinación del título de la solución patrón de KMnO ₄	390
§ 96. Determinación de hierro (II), de peróxido de hidrógeno y de nitratos	392
§ 97. Determinación de calcio en carbonato cálcico	398
§ 98. Determinación de manganeso en acero (hierro fundido)	400
BICROMATOMETRÍA	402
§ 99. Característica general del método	402
§ 100. Determinación de hierro en mineral	403
YODOMETRÍA	406
§ 101. Característica general del método	406
§ 102. Preparación de soluciones patrón	411
§ 103. Determinación del título de la solución patrón de Na ₂ S ₂ O ₃	414

§ 104. Determinación de cloro activo en cloruro de cal	417
§ 105. Determinación de cobre	418
§ 106. Determinación de arsénico en la solución de arsenito de sodio	419
§ 107. Determinación de sulfitos	421
BROMATOMETRÍA	422
§ 108. Característica general del método	422
§ 109. Determinación de antimonio	424
§ 110. Determinación de magnesio	425
Ejercicios (§§ 93—110)	427
CAPÍTULO X. MÉTODOS ELECTROQUÍMICOS DE ANÁLISIS	431
§ 111. Característica general del análisis electrogravimétrico	431
§ 112. Procesos químicos en la electrólisis	432
§ 113. Leyes de la electrólisis	435
§ 114. Potencial de descomposición	436
§ 115. Separación electrolítica de metales	442
§ 116. Influencia del pH del medio	444
§ 117. Importancia de la densidad de corriente en la electrólisis. Electrólisis rápida	446
§ 118. Determinación de cobre en una solución de sulfato de cobre	450
§ 119. Separación y determinación de cobre y de níquel en una solución	454
§ 120. Separación de iones en cátodo de mercurio. Determinación de titanio en acero	456
§ 121. Electrólisis interna	458
§ 122. Esencia del método polarográfico de análisis	462
Ejercicios (§§ 111—122)	466
CAPÍTULO XI. MÉTODO FOTOMÉTRICO DE ANÁLISIS	469
§ 123. Características generales del método	469
§ 124. Leyes fundamentales de la absorción de las radiaciones	471
§ 125. Causas de la desviación de las leyes de absorción de las radiaciones	477
§ 126. Precisión de mediciones en el método espectrofotométrico	479
§ 127. Aparatos	481
§ 128. Métodos de medición de la absorción de las radiaciones y cálculo de las concentraciones de las sustancias en las soluciones	486
§ 129. Elección de las condiciones óptimas para la reacción fotométrica	492
§ 130. Algunos ejemplos de aplicación práctica del método fotométrico de análisis	496
§ 131. Determinación de la concentración de iones hidrógeno pH	496
§ 132. Determinación de hierro (III) por el método de titulación colorimétrica visual	498
§ 133. Determinación de circonio (IV) por el método de titulación espectrofotométrica	500
§ 134. Determinación de molibdeno (VI) por el método de extracción fotométrica	501
§ 135. Determinación de hierro (III) por el método espectrofotométrico diferencial	502
§ 136. Determinación de níquel en aceros que no contienen cobre	504
§ 137. Determinación de manganeso en aceros	505
Ejercicios (§§ 123—137)	507
Indice alfabético	509

PREFACIO

Los libros de V. N. Alexéiev «Semimicroanálisis químico cualitativo» y «Análisis cuantitativo» gozan de fama como unos de los mejores manuales de química analítica para estudiantes de escuelas superiores no químicas.

El autor de este manual, V. N. Alexéiev, falleció en 1959, y desde entonces los manuales, prácticamente, no se han refundido. La última edición del manual «Semimicroanálisis químico cualitativo» salió a luz en 1962, y el «Análisis cuantitativo», en 1963. En la actualidad, los libros de V. N. Alexéiev son rarezas bibliográficas.

Es lógico que durante ese tiempo, la teoría y la práctica de la química analítica han progresado enormemente, razón por la cual, al preparar la nueva edición de manuales, surgió la necesidad de refundir en cierto grado y completarlos sustancialmente. Han colaborado en esta obra los profesores de cátedra de química analítica de la Universidad «M. V. Lomonósov» de Moscú, candidatos a doctor en ciencias químicas M. G. Tsiurupa («Semimicroanálisis químico cualitativo») y T. A. Beliávskaya («Análisis cuantitativo»).

Por lo visto, no es necesario detallar las modificaciones hechas por los redactores de esos manuales, mas cabe señalar que en todos los capítulos se han introducido complementos y correcciones. El capítulo dedicado al análisis fotométrico se ha escrito de nuevo. Se han citado nuevas concepciones sobre los ácidos y bases, sobre el mecanismo de algunos tipos de reacciones, etc.

Los intentos de los redactores de utilizar en esos manuales los últimos logros de la ciencia química, probablemente, distan de ser perfec-