

## INDICE GERAL

### Capítulo I. Introdução

1. Noções de Análise Quantitativa . . . . .	1
2. Métodos da Análise Quantitativa . . . . .	3
3. Balança analítica . . . . .	7
4. Sensibilidade, fidelidade, exactidão e precisão duma balança . . . . .	15
5. Regras para o uso das balanças analíticas . . . . .	18
6. Pesagem . . . . .	20
7. Balanças analíticas com amortecedores e métodos de pesagem . . . . .	25
8. Eliminação da influência da desigualdade dos braços da balança. Redução da pesagem ao vazio . . . . .	29
9. Verificação das massas marcadas . . . . .	32
10. Observações gerais sobre o funcionamento de um laboratório de Análise Quantitativa . . . . .	34
11. Preparação da substância a analisar . . . . .	37
12. Material de laboratório e sua preparação para análise . . . . .	39
13. Erros cometidos em Análise Quantitativa . . . . .	43
14. Estudo dos resultados duma análise . . . . .	48
15. Cálculos em Análise Quantitativa . . . . .	52
<i>Exercícios (§§ 1-15)</i> . . . . .	56

### Capítulo II. Análise Gravimétrica

16. Princípio da Gravimetria . . . . .	59
17. Condições a exigir dos precipitados. Escolha do precipitante . . . . .	60
18. Quantidade de precipitante . . . . .	64
19. Influência do excesso de precipitante na precipitação . . . . .	67
20. Efeito salino . . . . .	70
21. Influência da temperatura na precipitação . . . . .	77
22. Influência do pH na precipitação . . . . .	78
23. Influência dos fenómenos de complexão na precipitação. Dissi- mulação . . . . .	89
24. Precipitados amorfos e cristalinos . . . . .	92
25. Condições em que se formam precipitados cristalinos . . . . .	95
26. Condições em que se formam precipitados amorfos . . . . .	99
27. Coprecipitação . . . . .	101
28. Redução da coprecipitação . . . . .	113
29. Filtração . . . . .	115
30. Lavagem de precipitados . . . . .	118
31. Secagem e calcinação dos precipitados . . . . .	124
32. Cálculo dos resultados dos doseamentos gravimétricos . . . . .	129
33. Recolha das amostras . . . . .	132
34. Dissolução. Aglomeração . . . . .	135
35. Separação dos iões em Análise Quantitativa . . . . .	138
<i>Exercícios (§§ 16-35)</i> . . . . .	153

*Capítulo III. Exemplos de doseamentos gravimétricos*

36. Doseamento da água de cristalização no cloreto de bário . . . . .	159
37. Doseamento da água higroscópica . . . . .	163
38. Doseamento do bário no cloreto de bário . . . . .	164
39. Doseamento do enxofre numa solução de ácido sulfúrico . . . . .	169
40. Doseamento do cloro no cloreto de bário . . . . .	170
41. Doseamento do ferro numa solução de cloreto de ferro (III) . . . . .	174
42. Doseamento do alumínio nos alúmenes . . . . .	176
43. Doseamento do cálcio no carbonato de cálcio . . . . .	179
44. Doseamento do dióxido de carbono no carbonato de cálcio . . . . .	183
45. Doseamento do magnésio no sulfato de magnésio . . . . .	186
46. Doseamento do ião fosfato no fosfato de sódio . . . . .	191
47. Doseamento do cálcio e do magnésio presentes simultaneamente numa solução . . . . .	191
48. Doseamento do níquel no aço . . . . .	194
<i>Exercícios (§§ 36-48)</i> . . . . .	196

*Capítulo IV. Análise Volumétrica*

49. Princípio da Análise Volumétrica . . . . .	201
50. Condições a que devem satisfazer as reacções utilizadas em Análise Volumétrica . . . . .	202
51. Classificação dos métodos de Análise Volumétrica . . . . .	206
52. Medição de Volumes . . . . .	207
53. Verificação da capacidade dos recipientes de medida calibrados . . . . .	215
54. Preparação de soluções tituladas . . . . .	218
55. Normalidade das soluções. Equivalente-grama . . . . .	222
56. Cálculos dos doseamentos volumétricos . . . . .	228
57. Cálculos para a preparação e diluição das soluções . . . . .	234
<i>Exercícios (§§ 49-57)</i> . . . . .	239

*Capítulo V. Método da neutralização*

58. Princípio do método . . . . .	245
59. Indicadores utilizados no método da neutralização . . . . .	250
60. Teoria dos indicadores . . . . .	251
61. Zona de viragem dos indicadores . . . . .	258
62. Curvas de titulação. Titulação de ácidos fortes com bases fortes (ou inversamente) . . . . .	266
63. Titulação de ácidos fracos com bases fortes (ou inversamente) . . . . .	272
64. Titulação de bases fracas com ácidos fortes (ou inversamente) . . . . .	282
65. Titulação de ácidos fracos com bases fracas (ou inversamente) . . . . .	285
66. Efeito tampão . . . . .	288
67. Erro do indicador de titulação . . . . .	291
68. Titulação de biácidos e poliácidos . . . . .	297
69. Titulação de soluções de sais . . . . .	304
70. Influência de vários factores nos resultados fornecidos pelos indicadores . . . . .	309
<i>Exercícios (§§ 58-70)</i> . . . . .	314

*Capítulo VI. Exemplos de doseamento por neutralização*

71. Preparação duma solução titulada-padrão de HCl . . . . .	319
72. Doseamento das bases, numa solução . . . . .	324
73. Doseamento duma solução que contém uma mistura de NaOH e Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	325
74. Determinação da dureza da água . . . . .	328
75. Preparação de uma solução-padrão de NaOH . . . . .	331
76. Doseamento dos ácidos . . . . .	334
77. Doseamento do amoníaco, nos sais de amónio . . . . .	335
<i>Exercícios (§§ 71-77)</i> . . . . .	338

*Capítulo VII. Métodos de oxidação-redução (oxidoreductimetria)*

78. Potenciais de oxidação-redução e sentido da reacção . . . . .	343
79. Influência das concentrações e da reacção do meio . . . . .	349
80. Constantes de equilíbrio das reacções de oxidação-redução . . . . .	355
81. Curvas de titulação, no método de oxidação-redução . . . . .	358
82. Indicadores utilizados nos métodos de oxidação-redução . . . . .	364
83. Velocidade das reacções de oxidação-redução . . . . .	369
84. Reacções secundárias, durante a titulação pelo método de oxidação-redução . . . . .	374
<i>Exercícios (§§ 78-84)</i> . . . . .	377

*Permanganimetria*

85. Características gerais do método . . . . .	380
86. Preparação e conservação duma solução de KMnO <sub>4</sub> . . . . .	382
87. Determinação do título duma solução-padrão de KMnO <sub>4</sub> . . . . .	383
88. Doseamento do ferro (II), da água oxigenada e dos nítritos . . . . .	385
89. Doseamento do ferro, numa solução de cloreto de ferro (III) . . . . .	387
90. Doseamento do crómio, numa solução de dicromato de potássio . . . . .	391
91. Doseamento do cálcio, no carbonato de cálcio . . . . .	394
92. Doseamento do manganés no aço . . . . .	397

*Dicromatometria*

93. Características gerais do método . . . . .	399
94. Determinação do teor em ferro de um mineral de ferro . . . . .	402

*Iodometria*

95. Características gerais do método . . . . .	405
96. Preparação de soluções-padrões . . . . .	410
97. Determinação do título de uma solução-padrão de Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	414
98. Doseamento do cloro activo na cal clorada . . . . .	417
99. Doseamento do cobre no sulfato de cobre . . . . .	419
100. Doseamento do arsénio, numa solução de arsenito de sódio . . . . .	420
101. Doseamento do sulfito de sódio . . . . .	422

*Bromatometria*

102. Características gerais do método . . . . .	423
103. Doseamento do antimónio no emético . . . . .	425
104. Doseamento do magnésio numa solução de um dos seus sais . . . . .	426
<i>Exercícios (§§ 85-104)</i> . . . . .	429

*Capítulo VIII. Métodos de precipitação e de formação de complexos internos*

105. Características gerais . . . . .	435
106. Curvas de titulação, no método de precipitação . . . . .	437
107. Processos de fixação do ponto de equivalência . . . . .	441
108. Fenómenos de adsorção, durante a titulação. Indicadores de adsorção . . . . .	446
109. Determinação do título de uma solução de nitrato de prata, pelo método de Mohr . . . . .	450
110. Determinação do título de uma solução de tiocianato de amônio . . . . .	453
111. Método tiocianométrico para doseamento dos halogénios . . . . .	454
112. Doseamento dos halogénios por titulação com nitrato de prata, na presença de indicadores de adsorção . . . . .	455
113. Doseamento mercurométrico dos cloretos . . . . .	456
114. Doseamento mercurimétrico dos cloretos . . . . .	458
115. Doseamento do zinco por precipitação com o ferrocianeto de potássio . . . . .	460
116. Doseamento complexométrico da dureza total da água . . . . .	462
<i>Exercícios (§§ 105-116)</i> . . . . .	466

*Capítulo IX — Colorimetria*

117. Princípio do método . . . . .	469
118. Leis da absorção da luz pelas soluções . . . . .	473
119. Condições exigidas para se aplicar a lei da Lambert-Beer. Influência do pH do meio . . . . .	477
120. Influência dos iões estranhos na cor da solução . . . . .	479
121. Processos de comparação das cores . . . . .	483
122. Colorímetros . . . . .	489
123. Noções de fotocolorimetria . . . . .	492
124. Doseamento do cobre, numa solução de sulfato de cobre . . . . .	495
125. Doseamento do titânio, numa solução de sulfato de titânio . . . . .	497
126. Doseamento do ferro, numa solução de sal de ferro . . . . .	498
127. Determinação do pH . . . . .	503
<i>Exercícios (§§ 117-127)</i> . . . . .	510

*Capítulo X. Métodos Electroquímicos de análise*

128. Características gerais da electrogravimetria . . . . .	513
129. Fenómenos químicos que acompanham a electrólise . . . . .	514
130. Leis da electrólise . . . . .	517
131. Tensão de decomposição . . . . .	519
132. Separação electrolítica de metais . . . . .	525
133. Influência do pH do meio . . . . .	527
134. Importância da densidade da corrente, durante a electrólise. Electrólise acelerada . . . . .	529
135. Doseamento do cobre, numa solução de sulfato de cobre . . . . .	533
136. Separação e doseamento do cobre e do níquel de uma solução . . . . .	537
137. Separação de iões, usando o cátodo de mercúrio. Doseamento do titânio no aço . . . . .	540.
138. Electrólise interna . . . . .	542
139. Princípio da polarografia . . . . .	546
<i>Exercícios (§§ 128-139)</i> . . . . .	550

*Apêndices*

I.	Pesos atômicos (1963) . . . . .	554
II.	Constantes de dissociação e coeficientes de força (pK) de alguns electrólitos fracos . . . . .	556
III.	Solubilidade e produto de solubilidade de alguns electrólitos pouco solúveis, à temperatura ambiente . . . . .	558
IV.	Constantes de instabilidade de alguns complexos . . . . .	560
V.	Densidade das soluções a 20° . . . . .	561
VI.	Potenciais normais de oxidação-redução . . . . .	563
VII.	Misturas-tampões para determinar o pH . . . . .	564
VIII.	Quadro dos valores de $t_z$ para os vários valores do grau de certeza ( $\alpha$ ) e do número de doseamentos ( $n$ ) . . . . .	566

*Índice*

567