Spis rzeczy

Wykaz ważniejszych symboli 13

1. Zagadnienia ogólne 15

1.1. Wstęp 15
1.2. Zarys historii chemii analitycznej 16
1.3. Laboratorium analityczne 18
1.3.1. Sprzęt metalowy 19
1.3.2. Sprzęt ze szkła, kwarcu i porcelany 19
1.3.3. Sprzęt z tworzyw sztucznych, gumy i drewna 21
1.4. Woda. Odczynniki chemiczne 21
1.4.1. Woda stosowana w laboratorium 21
1.4.2. Odczynniki chemiczne 24
1.5. Roztwory. Wyrażanie stężeń 26
1.6. Bezpieczeństwo pracy w laboratorium analitycznym 29
1.7. Literatura 30

2. Równowagi w roztworach 32

2.1. Uwagi wstępne 32
2.2. Prawo działania mas. Stała równowagi 34
2.3. Aktywność. Siła jonowa 36
2.4. Stała i stopień dysocjacji 40

3. Reakcje kwas–zasada 46

3.1. Pojęcia kwasu i zasady 46
3.1.1. Wprowadzenie 46
3.1.2. Teoria Brønsteda 47
3.2. Iloczyn jonowy wody. Pojęcie pH 51
3.3. Wartości pH roztworów kwasów i zasad 54
3.3.1. Stałe dysocjacji. Obliczanie pH roztworów 54
3.3.2. Wskaźniki pH 61
3.4. Reakcje kwasów z zasadami 62
3.4.1. Układ mocny kwas–mocna zasada 62
3.4.2. Układ mocny kwas–słaba zasada 63
3.4.3. Układ słaby kwas–mocna zasada 66
3.4.4. Układ słaby kwas–słaba zasada 68
3.5. Kwasy i zasady wieloprotonowe 71

3.6. Reakcje hydrolizy . . . 74
3.7. Roztwory buforowe . . . 76
3.7.1. Efekt buforowy . . . 76
3.7.2. Pojemność buforowa . . . 81
3.8. Kwasy i zasady w analizie chemicznej . . . 84

4. Reakcje tworzenia się kompleksów . . . 88

4.1. Wstęp . . . 88
4.2. Równowagi reakcji kompleksowania . . . 90
4.2.1. Stałe równowagi reakcji . . . 90
4.2.2. Stopniowe tworzenie się kompleksów . . . 92
4.2.3. Warunkowe stałe trwałości . . . 95
4.2.4. Wpływ pH na reakcje kompleksowania . . . 97
4.3. Struktura kompleksów . . . 99
4.3.1. Kompleksy proste . . . 99
4.3.2. Liczba koordynacyjna. Wiązania . . . 100
4.3.3. Kompleksy chelatowe . . . 102
4.3.4. Asocjaty jonowe . . . 105
4.3.5. Kompleksy wielordzeniowe . . . 107
4.4. Ligandy i metale tworzące kompleksy . . . 108
4.4.1. Ligandy. Atomy ligandowe . . . 108
4.4.2. Zdolność metali do tworzenia kompleksów . . . 111
4.5. Niektóre właściwości kompleksów . . . 113
4.5.1. Labilność i bierność kompleksów . . . 113
4.5.2. Rozpuszczalność ligandów i kompleksów w wodzie . . . 114
4.5.3. Barwność ligandów i kompleksów . . . 116
4.6. Reakcje maskowania . . . 117
4.7. Zastosowanie kompleksów w analizie . . . 120

5. Reakcje utleniania–redukcji . . . 127

5.1. Podstawy reakcji redoks . . . 127
5.2. Potencjały redoks . . . 130
5.3. Przebieg reakcji redoks . . . 135
5.3.1. Równowagi reakcji . . . 135
5.3.2. Reakcje zahamowane i katalizowane . . . 136
5.3.3. Amfoteryczne substancje redoks . . . 138
5.3.4. Wskaźniki redoks . . . 139
5.4. Wpływ środowiska na reakcje redoks . . . 140
5.4.1. Wpływ kwasowości . . . 140
5.4.2. Wpływ kompleksowania . . . 143
5.4.3. Formalne (rzeczywiste) potencjały redoks . . . 147
5.5. Zastosowanie reakcji redoks w analizie . . . 148
5.5.1. Utleniacze i reduktory . . . 148
5.5.2. Reakcje redoks w analizie jakościowej . . . 151

6. Reakcje strącania osadów . . . 152

6.1. Iloczyn rozpuszczalności i rozpuszczalność . . . 152
6.2. Wpływ pH na reakcje strącania osadów . . . 160
6.2.1. Substancje o charakterze amfoterycznym . . . 160
6.2.2. Sole słabych kwasów . . . 165
6.2.3. Wpływ reakcji strącania na pH roztworu . . . 168
6.3. Wpływ kompleksowania na reakcje strącania . . . 169
6.3.1. Strącanie w obecności czynnika kompleksującego . . . 170
6.3.2. Rozpuszczanie osadów . . . 171
6.3.3. Maskowanie . . . 172

6.4. Reakcje strącania a reakcje redoks . . . 173
6.5. Osady analityczne i ich czystość . . . 175
6.6. Strącanie z roztworów homogenicznych . . . 177

7. Inne reakcje analityczne . . . 178

7.1. Reakcje w środowisku stopionych soli . . . 178
7.2. Reakcje kinetyczne . . . 180
7.3. Reakcje związków organicznych . . . 183

8. Ogólne zagadnienia analizy jakościowej . . . 187

8.1. Wstęp . . . 187
8.1.1. Skala analizy chemicznej . . . 188
8.1.2. Czułość (wykrywalność) . . . 188
8.2. Metody rozdzielania . . . 190
8.2.1. Metody strąceniowe . . . 190
8.2.2. Metody ekstrakcyjne . . . 191
8.2.3. Metody wykorzystujące lotność substancji . . . 193
8.2.4. Wymiana jonowa . . . 194
8.3. Metody analizy jakościowej . . . 196
8.3.1. Analiza wybiórcza i systematyczna . . . 197
8.3.2. Analiza kroplowa . . . 197
8.3.3. Analiza mikrokrystaloskopowa . . . 198
8.3.4. Tworzenie barwnych pereł . . . 199
8.3.5. Spektroskopia emisyjna atomowa w analizie jakościowej. Barwienie płomienia . 200
8.4. Analityczny podział pierwiastków . . . 201
8.4.1. Analityczny podział kationów . . . 202
8.4.2. Analityczny podział anionów . . . 205
8.5. Technika analizy jakościowej . . . 207
8.5.1. Wykonanie analizy w skali półmikro . . . 207
8.5.2. Zastosowanie tioacetamidu w analizie jakościowej . . . 209

9. Wykrywanie kationów . . . 211

9.1. Grupowe reakcje kationów . . . 211
9.1.1. Reakcje z chlorkami . . . 211
9.1.2. Reakcje z siarczkami w środowisku kwasowym . . . 213
9.1.3. Reakcje z siarczkami w środowisku amoniakalnym . . . 217
9.1.4. Reakcje z wodorotlenkami metali alkalicznych . . . 219
9.1.5. Reakcje z amoniakiem . . . 225
9.1.6. Reakcje z węglanami metali alkalicznych . . . 226
9.1.7. Reakcje z węglanem amonu . . . 228
9.1.8. Reakcje z fosforanami . . . 229
9.1.9. Reakcje z siarczanami . . . 231
9.1.10. Reakcje z chromianami . . . 232
9.1.11. Reakcje z jodkami . . . 233
9.1.12. Reakcje z fluorkami . . . 234
9.1.13. Reakcje z cyjankami . . . 235
9.1.14. Reakcje ze szczawianami . . . 237
9.1.15. Reakcje z 8-hydroksychinoliną . . . 237
9.2. Analityczna charakterystyka kationów . . . 238
9.2.1. Srebro Ag . . . 239
9.2.2. Rtęć Hg . . . 241
9.2.3. Ołów Pb . . . 243
9.2.4. Tal Tl . . . 245
9.2.5. Bizmut Bi . . . 247

9.2.6. Miedź Cu . . . 248
9.2.7. Kadm Cd . . . 251
9.2.8. Ren Re . . . 252
9.2.9. Arsen As . . . 253
9.2.10. Antymon Sb . . . 256
9.2.11. Cyna Sn . . . 259
9.2.12. German Ge . . . 261
9.2.13. Molibden Mo . . . 262
9.2.14. Wolfram W . . . 264
9.2.15. Złoto Au . . . 266
9.2.16. Platynowce . . . 267
9.2.17. Kobalt Co . . . 269
9.2.18. Nikiel Ni . . . 271
9.2.19. Cynk Zn . . . 273
9.2.20. Mangan Mn . . . 274
9.2.21. Żelazo Fe . . . 276
9.2.22. Wanad V . . . 280
9.2.23. Uran U . . . 281
9.2.24. Ind In . . . 283
9.2.25. Gal Ga . . . 283
9.2.26. Glin Al . . . 284
9.2.27. Chrom Cr . . . 286
9.2.28. Tytan Ti . . . 288
9.2.29. Cyrkon Zr i hafn Hf . . . 290
9.2.30. Tor Th . . . 291
9.2.31. Cer Ce . . . 292
9.2.32. Pierwiastki ziem rzadkich . . . 293
9.2.33. Niob Nb i tantal Ta . . . 294
9.2.34. Beryl Be . . . 295
9.2.35. Wapń Ca . . . 296
9.2.36. Stront Sr . . . 298
9.2.37. Bar Ba . . . 299
9.2.38. Magnez Mg . . . 300
9.2.39. Potas K . . . 302
9.2.40. Sód Na . . . 304
9.2.41. Lit Li . . . 305
9.2.42. Rubid Rb i cez Cs . . . 306
9.2.43. Jon amonu NH_4^+ . . . 306
9.3. Schematy analizy mieszaniny kationów . . . 307
9.4. Postępowanie w obecności przeszkadzających anionów . . . 317
9.4.1. Sposoby oddzielania fosforanów . . . 317
9.4.2. Sposoby oddzielania innych anionów . . . 318

10. Wykrywanie anionów . . . 320

10.1. Wstępne reakcje anionów . . . 320
10.1.1. Reakcje z rozcieńczonym kwasem siarkowym (solnym) . . . 320
10.1.2. Reakcje ze stężonym kwasem siarkowym . . . 322
10.1.3. Reakcje z azotanem srebra . . . 323
10.1.4. Reakcje z chlorkiem baru . . . 325
10.1.5. Reakcje z jodkiem potasu . . . 325
10.1.6. Reakcje z jodem . . . 326
10.1.7. Reakcje z nadmanganianem potasu . . . 327
10.2. Analityczna charakterystyka anionów . . . 328
10.2.1. Fluor F . . . 328

10.2.2. Chlor Cl 329
10.2.3. Brom Br 333
10.2.4. Jod I 335
10.2.5. Siarka S 336
10.2.6. Selen Se 343
10.2.7. Tellur Te 343
10.2.8. Azot N 344
10.2.9. Fosfor P 347
10.2.10. Węgiel C 349
10.2.11. Krzem Si 355
10.2.12. Bor B 356
10.3. Postępowanie w obecności kationów przeszkadzających 357

11. Badanie próbek materiałów 359

11.1. Wstępne oględziny i próby 359
11.1.1. Zabarwienie 359
11.1.2. Zapach 359
11.1.3. Ogrzewanie i prażenie 360
11.1.4. Barwienie płomienia palnika 361
11.1.5. Tworzenie barwnych pereł 361
11.2. Rozpuszczanie (rozkład) próbki 361
11.2.1. Rozpuszczanie w wodzie 361
11.2.2. Rozpuszczanie w kwasach i alkaliach 362
11.2.3. Stapianie próbek z topnikami 363
11.3. Analiza soli i ich mieszanin 365
11.4. Analiza metali i stopów 369
11.4.1. Analiza stali 371
11.4.2. Analiza stali stopowej 371
11.4.3. Analiza mosiądzu 373
11.4.4. Analiza brązu 373
11.4.5. Analiza stopu glinu 374
11.5. Analiza rud i minerałów 376
11.5.1. Analiza krzemianów i glinokrzemianów 376
11.5.2. Analiza minerałów węglanowych 377
11.5.3. Analiza innych minerałów 377

Skorowidz 379