

# SPIS TREŚCI

## Wstęp 2

### Rozdział 1 O chemii analitycznej 2

- 1A Rola chemii analitycznej 3
- 1B Metody analizy ilościowej 4
- 1C Typowa procedura analizy ilościowej 5
- 1D Znaczenie analizy chemicznej: sterowanie ze sprzężeniem zwrotnym 10
- Komentarz 1-1** Zatrucie jeleni: przykład ilustrujący wykorzystanie chemii analitycznej w rozwiązywaniu problemów z zakresu toksykologii 12

## CZĘŚĆ I Narzędzia chemii analitycznej 17

### Rozmowa z Richardem N. Zare'm 18

### Rozdział 2 Odczynniki, aparatura oraz operacje jednostkowe w chemii analitycznej 20

- 2A Wybór odczynników oraz zasady postępowania z nimi 21
- 2B Mycie i znakowanie naczyń laboratoryjnych 22
- 2C Odparowywanie roztworów 23
- 2D Pomiar masy (ważenie) 23
- 2E Wyposażenie stosowane przy ważeniu oraz niezbędne czynności 30
- 2F Sączenie i prażenie substancji stałych 33
- 2G Pomiar objętości 39
- 2H Kalibrowanie naczyń miarowych 48
- 2I Dziennik laboratoryjny 51
- 2J Bezpieczeństwo pracy w laboratorium 52

### Rozdział 3 Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego w chemii analitycznej 54

- 3A Przechowywanie danych oraz wykonywanie obliczeń Arkusz kalkulacyjny. Ćwiczenie 1 55
- 3B Obliczanie mas molowych za pomocą programu Excel Arkusz kalkulacyjny. Ćwiczenie 2 60

### Rozdział 4 Obliczenia w chemii analitycznej 71

- 4A Niektóre ważne jednostki 71
- Komentarz 4-1** Atomowe jednostki masy i mol 73
- Komentarz 4-2** Rozwiązanie Przykładu 4-2 metodą analizy wymiarowej 76
- 4B Roztwory i ich stężenia 76
- 4C Stechiometria chemiczna 83

### Rozdział 5 Błędy w analizie chemicznej 90

- 5A Kilka ważnych terminów 91
- 5B Błędy systematyczne 95

### Rozdział 6 Błędy przypadkowe w analizie chemicznej 105

- 6A Istota błędów przypadkowych (losowych) 105
- Komentarz 6-1** Rzut monetą. Ćwiczenie ilustrujące rozkład normalny 109
- 6B Statystyczna analiza błędów przypadkowych 110
- Komentarz 6-2** Wyznaczanie pola powierzchni pod krzywą Gaussa 113
- Komentarz 6-3** Znaczenie liczby stopni swobody 115
- Komentarz 6-4** Równanie opisujące zbiorcze odchylenie standardowe 123
- 6C Odchylenie standardowe wielkości wyznaczanych pośrednio (propagacja błędów przypadkowych) 126
- 6D Sposób przedstawienia wyników pomiaru 132

### Rozdział 7 Analiza statystyczna wyników pomiaru 142

- 7A Przedziały ufności 143
- Komentarz 7-1** Analizatory alkoholu w wydychanym powietrzu 147
- 7B Narzędzia statystyczne do testowania hipotez 148
- 7C Analiza wariancji 160
- 7D Wykrywanie błędów grubych 166

### Rozdział 8 Pobieranie próbek, standaryzacja i kalibrowanie 175

- 8A Próbkę i metody analityczne 175
- 8B Pobieranie i przygotowanie próbek 178
- Komentarz 8-1** Laboratorium na chipie (Lab-on-a-Chip) 190
- 8C Standaryzacja i kalibrowanie 192
- Komentarz 8-2** Metoda porównania zastosowana w przypadku aflatoksyn 192
- Komentarz 8-3** Kalibrowanie wielowymiarowe 208
- 8D Parametry charakterystyczne metod analitycznych 214

## CZĘŚĆ II Równowagi chemiczne 225

### Rozmowa z Sylwią Daunert 226

### Rozdział 9 Równowagi chemiczne w roztworach wodnych 228

- 9A Skład chemiczny roztworów wodnych 228
- 9B Równowaga chemiczna 233
- Komentarz 9-1** Stopniowe stałe i sumaryczna stała tworzenia kompleksów 236
- Komentarz 9-2** Dlaczego wyraz  $[H_2O]$  nie pojawia się w wyrażeniach opisujących stałą równowagi w roztworach wodnych 237

- Komentarz 9-3** Względna moc par sprzężonych kwas–zasada 243
- Komentarz 9-4** Metoda kolejnych przybliżeń 247
- 9C Roztwory buforowe 250
- Komentarz 9-5** Równanie Hendersona–Hasselbalcha 251
- Komentarz 9-6** Kwaśne deszcze a pojemność buforowa jezior 258
- Rozdział 10** Wpływ elektrolitów na równowagi chemiczne 267
- 10A Wpływ elektrolitów na położenie stanu równowagi chemicznej 267
- 10B Współczynniki aktywności 271
- Komentarz 10-1** Średnie współczynniki aktywności 274
- Rozdział 11** Rozwiązywanie problemów związanych z równowagą w złożonych układach 281
- 11A Metoda rozwiązywania równań opisujących stan równowagi w złożonych układach 282
- 11B Obliczanie rozpuszczalności metodą systematycznego postępowania 287
- Komentarz 11-1** Wyrażenia algebraiczne potrzebne do obliczenia rozpuszczalności  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  w wodzie 294
- 11C Rozdzielanie jonów przez kontrolę stężenia odczynnika strącającego osad 299
- Komentarz 11-2** Test immunologiczny (ang. *immunoassay*): Równowagi w procesach specyficznego oznaczania leków 304
- CZĘŚĆ III** Klasyczne metody analizy 311
- Rozmowa z Larrym R. Faulknerem** 312
- Rozdział 12** Wagowe metody analizy 314
- 12A Wagowa analiza strąceniowa 315
- Komentarz 12-1** Powierzchnia właściwa koloidów 322
- 12B Obliczanie wyników analizy wagowej 325
- 12C Zastosowanie metod wagowych 328
- Rozdział 13** Metody miareczkowe. Miareczkowanie strąceniowe 337
- 13A Niektóre terminy używane w miareczkowaniu objętościowym 338
- 13B Roztwory mianowane 340
- 13C Obliczenia w miareczkowaniach objętościowych 341
- Komentarz 13-1** Inny sposób rozwiązania Przykładu 13-6a 346
- Komentarz 13-2** Zaokrąglenie wyniku w Przykładzie 13-7 347
- 13D Miareczkowanie wagowe 349
- 13E Krzywe miareczkowania 350
- 13F Miareczkowanie strąceniowe 353
- Komentarz 13-3** Obliczanie stężenia roztworów wskaźnika 361
- Rozdział 14** Podstawy miareczkowań alkacymetrycznych 368
- 14A Roztwory i wskaźniki w miareczkowaniach kwas–zasada 368
- 14B Miareczkowanie mocnych kwasów i mocnych zasad 372
- Komentarz 14-1** Zastosowanie równania opisującego bilans ładunku do konstruowania krzywych miareczkowania 375
- Komentarz 14-2** Ile cyfr znaczących powinno być w wynikach obliczeń dotyczących krzywej miareczkowania 378
- 14C Krzywe miareczkowania słabych kwasów 378
- Komentarz 14-3** Wyznaczanie stałych dysocjacji słabych kwasów i zasad 381
- 14D Krzywe miareczkowania słabych zasad 383
- Komentarz 14-4** Wyznaczanie wartości  $pK$  aminokwasów 385
- 14E Skład roztworu podczas miareczkowania kwas–zasada 387
- Komentarz 14-5** Wyznaczanie punktu końcowego na krzywych miareczkowania pehametrycznego 387
- Rozdział 15** Krzywe miareczkowania złożonych układów kwas–zasada 395
- 15A Mieszaniny mocnego i słabego kwasu lub mocnej i słabej zasady 395
- 15B Wielofunkcyjne kwasy i zasady 399
- 15C Roztwory buforowe zawierające kwasy wieloprotonowe 401
- 15D Obliczanie pH roztworów  $\text{NaHA}$  403
- 15E Krzywe miareczkowania kwasów wielofunkcyjnych 406
- Komentarz 15-1** Dysocjacja kwasu siarkowego(VI) 415
- 15F Krzywe miareczkowania wielofunkcyjnych zasad 416
- 15G Krzywe miareczkowania indywiduów amfiprotycznych 417
- Komentarz 15-2** Właściwości kwasowo-zasadowe aminokwasów 417
- 15H Skład roztworów kwasów wieloprotonowych jako funkcja pH 419
- Komentarz 15-3** Ogólne wyrażenie opisujące współczynniki alfa 420
- Komentarz 15-4** Logarytmiczny wykres stężeń 421
- Rozdział 16** Zastosowanie miareczkowań alkacymetrycznych 428
- 16A Odczynniki stosowane w miareczkowaniach alkacymetrycznych 429
- 16B Typowe zastosowania miareczkowań alkacymetrycznych 434
- Komentarz 16-1** Oznaczanie całkowitej zawartości białka w surowicy krwi 435
- Komentarz 16-2** Inne metody oznaczania organicznego azotu 435
- Komentarz 16-3** Masa równoważnikowa kwasów i zasad 441
- Rozdział 17** Reakcje kompleksowania w miareczkowaniach 449
- 17A Tworzenie kompleksów 449
- Komentarz 17-1** Obliczanie współczynników alfa dla kompleksów metali 452
- 17B Miareczkowanie za pomocą nieorganicznych związków kompleksujących 454

**Komentarz 17-2** Oznaczanie cyjanowodoru w wodach procesowych i ściekach w fabryce akrylonitrylu 456

17C Organiczne związki kompleksujące 456

17D Miareczkowanie za pomocą kwasu aminokarboksylowego 458

**Komentarz 17-3** Indywidualia chemiczne znajdujące się w roztworze  $H_4edta$  459

**Komentarz 17-4** edta jako środek konserwujący 461

**Komentarz 17-5** Krzywe miareczkowania za pomocą edta w obecności innego czynnika kompleksującego 472

**Komentarz 17-6** Jak odczynniki maskujące i demaskujące można stosować do poprawienia selektywności miareczkowania za pomocą edta 479

**Komentarz 17-7** Zestaw do oznaczania twardości wody 481

**DODATEK 1** Iloczyny rozpuszczalności w temp.  $25^{\circ}C$  D-1

**DODATEK 2** Stałe dysocjacji kwasów w temp.  $25^{\circ}C$  D-3

**DODATEK 3** Stałe trwałości kompleksów w temp.  $25^{\circ}C$  D-5

*Odpowiedzi do wybranych pytań i zadań O-1*

*Słowniczek S-1*

*Skorowidz S-21*