

Spis treści

Wykaz skrótów i symboli używanych w książce	11
CZĘŚĆ I. PROCES ANALITYCZNY	15
Rozdział 1. Przedmiot i zadania chemii analitycznej	17
1.1. Podstawowe pojęcia z zakresu chemii analitycznej	19
Rozdział 2. Etapy procesu analitycznego	21
2.1. Pobieranie próbek do analizy	22
2.2. Przygotowanie próbek do analizy	25
2.2.1. Przeprowadzanie próbek do roztworu	26
2.2.2. Wydzielanie, rozdzielanie i zateżnianie analitu	28
2.3. Pomiar	29
2.3.1. Metody bezwzględne (absolutne)	29
2.3.2. Metody porównawcze (względne)	30
2.3.3. Wzorce	36
2.3.4. Kryteria wyboru metody analitycznej	37
2.4. Przyrządy pomiarowe	38
Rozdział 3. Opracowanie wyników i ich statystyczna ocena	41
3.1. Błędy w analizie chemicznej	41
3.1.1. Błąd względny i bezwzględny oraz średnia arytmetyczna	42
3.2. Statystyczna ocena wyników	42
3.2.1. Rozkład normalny błędów pomiarowych	42
3.2.2. Odchylenie standardowe	43
3.2.3. Przedział ufności	44
3.2.4. Testy statystyczne	45
3.2.5. Wyznaczanie prostej regresji	46
3.3. Walidacja metod analitycznych	47
3.3.1. Krzywa kalibracyjna	47
3.3.2. Liniowość wskazań	48
3.3.3. Czułość metody	48
3.3.4. Precyzja i dokładność	49
3.3.5. Granica wykrywalności i oznaczalności	50
3.3.6. Stabilność	52
3.3.7. Odzysk analitu	52
3.3.8. Selektywność	53

Rozdział 4. Komputery w laboratorium analitycznym	55
4.1. Sprzężenie przyrządów pomiarowych z komputerem	56
CZĘŚĆ II. METODY SPEKTROSKOPOWE	59
Rozdział 5. Wprowadzenie do metod spektroskopowych	61
5.1. Spektroskopia	61
5.2. Podział spektroskopii	63
Rozdział 6. Spektroskopia molekularna	65
6.1. Spektrofotometria UV-Vis	66
6.1.1. Rodzaje przejść elektronowych	67
6.1.2. Prawa absorpcji	71
6.1.3. Aparatura	76
6.1.4. Analiza ilościowa	84
6.1.5. Zastosowanie spektrofotometrii UV-Vis w analizie jakościowej	92
6.1.6. Zastosowanie spektrofotometrii UV-Vis	95
6.2. Spektroskopia fotoakustyczna w obszarze widzialnym i nadfiolecie	98
6.3. Spektrofluorymetria	100
6.3.1. Wprowadzenie	100
6.3.2. Aparatura	103
6.3.3. Analityczne zastosowanie spektrofluorymetrii	104
6.4. Spektrofotometria w podczerwieni (IR)	107
6.4.1. Podstawy teoretyczne spektrofotometrii IR	108
6.4.2. Spektrofotometrii IR	112
6.4.3. Techniki pomiarowe w spektrofotometrii IR	117
6.4.4. Zastosowanie spektrofotometrii w podczerwieni	122
6.5. Laserowa spektrometria ramanowska	128
6.5.1. Spektrometry ramanowskie	129
6.5.2. Zastosowanie spektrometrii ramanowskiej	131
6.6. Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego	132
6.6.1. Podstawy teoretyczne spektroskopii NMR	132
6.6.2. Aparatura	136
6.6.3. Metodyka pomiarów NMR	137
6.6.4. Zastosowanie spektrometrii NMR	138
6.6.5. Rezonans magnetyczny jąder ^{13}C	141
6.6.6. Przykłady zastosowań spektroskopii NMR	141
Rozdział 7. Spektrometria atomowa	143
7.1. Wstęp	143
7.2. Absorpcyjna spektrometria atomowa	146
7.2.1. Podstawy metody AAS	146
7.2.2. Aparatura	148
7.2.3. Analiza ilościowa metodą AAS	155
7.3. Emisyjna spektrometria atomowa	158

7.3.1. Fotometria płomieniowa	159
7.3.2. Spektrografia	159
7.3.3. Plazmowa emisyjna spektrometria atomowa	163
CZĘŚĆ III. METODY ELEKTROANALITYCZNE	167
Rozdział 8. Podstawy metod elektroanalitycznych	169
8.1. Roztwory elektrolitów	169
8.2. Potencjał elektrody — podwójna warstwa elektryczna	171
8.3. Reakcje elektrodowe	172
8.4. Ogniwo galwaniczne	173
8.5. Podział metod elektroanalitycznych	173
Rozdział 9. Potencjometria	175
9.1. Podstawy metody	175
9.2. Aparatura potencjometryczna	177
9.2.1. Rodzaje elektrod	178
9.2.2. Elektrody porównawcze	179
9.2.3. Elektrody wskaźnikowe	182
9.2.4. Potencjometry (pH-metry)	192
9.3. Analityczne zastosowanie potencjometru	193
9.3.1. pH-metria	193
9.3.2. Potencjometria bezpośrednia	195
9.3.3. Miareczkowanie potencjometryczne	198
9.3.4. Przykłady zastosowań potencjometru z użyciem ISE	200
Rozdział 10. Elektrogravimetria. Kulometria	202
10.1. Elektrogravimetria	203
10.1.1. Aparatura do elektrolizy	205
10.1.2. Zastosowanie elektrolizy i elektrogravimetrii	206
10.2. Kulometria	207
10.2.1. Kulometria potencjostatyczna	207
10.2.2. Kulometria amperostatyczna	208
Rozdział 11. Polarografia. Woltamperometria	211
11.1. Polarografia stałoprądowa — klasyczna (DCP)	212
11.1.1. Rola elektrolitu podstawowego	213
11.1.2. Prąd dyfuzyjny — równanie Ilkoviča	214
11.1.3. Maksima polarograficzne	215
11.1.4. Układ pomiarowy	216
11.1.5. Polarografia stałoprądowa w analizie	219
11.2. Polarografia zmiennoprądowa (ACP)	224
11.2.1. Polarografia zmiennoprądowa sinusoidalna	224
11.2.2. Polarografia zmiennoprądowa prostokątna (SWP)	226
11.3. Polarografia impulsowa	226

11.3.1. Polarografia impulsowa normalna (NPP)	226
11.3.2. Polarografia impulsowa różnicowa (DPP)	227
11.4. Woltamperometria	230
11.4.1. Woltamperometria z liniowo zmieniającym się potencjałem (LSV)	230
11.4.2. Woltamperometria cykliczna	231
11.4.3. Woltamperometria odwrócona (inwersyjna)	232
Rozdział 12. Miareczkowanie amperometryczne	239
12.1. Miareczkowanie amperometryczne z jedną polaryzowaną elektrodą	239
12.2. Miareczkowanie amperometryczne z dwiema elektrodami wskaźnikowymi (polaryzowanymi)	240
Rozdział 13. Konduktometria	243
13.1. Podstawy teoretyczne	243
13.2. Pomiar przewodności	245
13.2.1. Konduktometria klasyczna	245
13.2.2. Konduktometria bezkontaktowa (bezelektrodowa)	246
13.3. Zastosowanie konduktometrii	247
13.3.1. Konduktometria bezpośrednia	247
13.3.2. Miareczkowanie konduktometryczne	249
CZĘŚĆ IV. METODY CHROMATOGRAFICZNE	253
Rozdział 14. Wprowadzenie do metod chromatograficznych	255
14.1. Klasyfikacja metod chromatograficznych	255
14.2. Podstawy teoretyczne procesu chromatograficznego	257
14.2.1. Podstawowe pojęcia i definicje	257
14.2.2. Podstawy teoretyczne	259
14.2.3. Oddziaływania międzycząsteczkowe	261
14.2.4. Jakość rozdzielania chromatograficznego	263
Rozdział 15. Chromatografia gazowa	269
15.1. Aparatura do chromatografii gazowej	269
15.1.1. Gaz nośny	270
15.1.2. Regulacja i pomiar przepływu gazu nośnego	271
15.1.3. Dozowniki	272
15.1.4. Kolumny i wypełnienia kolumn	273
15.1.5. Detektory	281
15.1.6. Rejestratory, integratory i przetwarzanie danych	288
15.2. Wybór parametrów analizy	289
15.3. Zastosowanie chromatografii gazowej	292
15.3.1. Analiza jakościowa	292
15.3.2. Analiza ilościowa	293
15.4. Techniki specjalne w chromatografii gazowej	298
15.4.1. Analiza równowagowej fazy gazowej nad roztworem	298

15.4.2. Analiza trudno lotnych substancji po derywatywacji	298
15.4.3. Pirolityczna chromatografia gazowa	299
15.5. Przykłady zastosowań chromatografii gazowej	299

Rozdział 16. Wysokosprawna chromatografia cieczowa **301**

16.1. Aparatura	302
16.1.1. Zbiorniki fazy ruchomej	302
16.1.2. Pompy	303
16.1.3. Dozowniki	305
16.1.4. Kolumny	306
16.1.5. Detektory	306
16.2. Wypełnienia kolumn — fazy stacjonarne w wysokosprawnej chromatografii cieczowej	309
16.2.1. Fazy chemicznie związane na bazie krzemionki	309
16.3. Fazy ruchome i mechanizmy rozdzielcze w chromatografii cieczowej	313
16.3.1. Fazy ruchome w chromatografii adsorpcyjnej	313
16.3.2. Fazy ruchome dla faz chemicznie związanych	315
16.3.3. Faza ruchoma w chromatografii jonowymiennej	316
16.3.4. Fazy ruchome w chromatografii żelowej	317
16.3.5. Elucja izokratyczna i elucja gradientowa	317
16.4. Wybór techniki chromatograficznej i aspekty praktyczne HPLC	318
16.5. Zastosowanie wysokociśnieniowej chromatografii cieczowej	319

Rozdział 17. Chromatografia jonowa **320**

17.1. Jonity do chromatografii jonowej	321
17.2. Równowagi wymiany jonowej	321
17.3. Mechanizm retencji jonów w chromatografii jonowej	323
17.4. Aparatura	325
17.4.1. Układ z tłumieniem — układ dwukolumnowy	326
17.4.2. Układ z pojedynczą kolumną	328
17.5. Zastosowanie chromatografii jonowej	329

Rozdział 18. Inne, wybrane techniki chromatograficzne **332**

18.1. Chromatografia fluidalna	332
18.2. Elektroforeza kapilarna	333
18.2.1. Aparatura	334
18.2.2. Techniki analityczne w EC	335
18.2.3. Zalety i zastosowanie elektroforezy kapilarnej	337
18.3. Chromatografia planarna	339

CZĘŚĆ V. METODY RÓŻNE **343**

Rozdział 19. Spektrometria mas **345**

19.1. Spektrometria mas	346
19.1.1. Układ wprowadzania próbki	346

19.1.2. Źródło jonów — komora jonizacyjna	346
19.1.3. Analizator jonów	349
19.1.4. Detektory	351
19.1.5. Rejestrator — komputer	351
19.2. Widma mas związków organicznych	351
19.3. Fragmentacja mas związków organicznych	353
19.4. Zastosowanie spektrometrii mas	356
Rozdział 20. Spektroskopia laserowa	358
20.1. Lasery	358
20.2. Metody spektroskopowe z laserowym źródłem promieniowania	361
20.2.1. Absorpcyjna cząsteczkowa spektroskopia laserowa	362
Rozdział 21. Spektroskopia promieniowania rentgenowskiego	364
21.1. Absorpcyjna spektroskopia rentgenowska	365
21.2. Emisyjna spektroskopia rentgenowska	365
21.3. Fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska	365
Rozdział 22. Spektroskopia fotoelektronów	368
22.1. Podstawy teoretyczne	368
22.2. Zastosowanie spektroskopii fotoelektronów w chemii analitycznej	370
Rozdział 23. Metody termooanalityczne	373
23.1. Analiza termograwimetryczna	373
23.2. Analiza wydzielonego gazu (EGA)	375
23.3. Różnicowa analiza termiczna (DTA) i różnicowa analiza kalorymetryczna (DSC)	375
23.4. Techniki łączone	377
23.5. Miareczkowanie termometryczne	378
Rozdział 24. Czujniki (sensory) chemiczne	380
24.1. Czujniki optyczne	381
24.2. Czujniki elektrochemiczne	383
24.3. Czujniki czułe na zmiany masy	384
24.3.1. Czujniki piezoelektryczne — mikrowagi kwarcowe	384
24.3.2. Czujniki akustyczne	384
Rozdział 25. Analiza przepływowo-wstrzykowa	385
25.1. Aparatura	385
25.2. Podstawy teoretyczne	387
25.3. Zastosowanie analizy przepływowo-wstrzykowej	388
25.3.1. Oznaczanie chlorków	389
25.3.2. Oznaczanie Fe(III)	389
Uzupełnienia	392

U-I. Pytania, zadania, problemy	392
U-II. Wartości stałych fizycznych	401
U-III. Jednostki SI i ich przeliczanie	401
U-IV. Wartości krytyczne rozkładu t-Studenta	402
Literatura	403
Skorowidz	405

oprac. BPK