

Chemia analityczna : podręcznik dla studentów. T. 1, Analiza jakościowa, analiza ilościowa klasyczna / redakcja naukowa Ryszard Kocjan ; autorzy: Anna Flieger [i 22 pozostałych]. – Wydanie 3 uaktualnione i rozszerzone. – Warszawa, © copyright 2023

Spis treści

CZĘŚĆ I. TEORETYCZNE PODSTAWY CHEMII ANALITYCZNEJ

Rozdział 1. Zagadnienia ogólne - Ryszard Kocjan	21
1.1. Przedmiot i zadania chemii analitycznej	21
1.1.1. Podstawowe pojęcia z zakresu chemii analitycznej	23
1.2. Podział metod analizy chemicznej	24
1.2.1. Analiza śladowa	26
1.3. Zarys rozwoju chemii analitycznej	27
1.4. Literatura książkowa	29
Rozdział 2. Kinetyka i równowaga reakcji - Anna Flieger	31
2.1. Mechanizm reakcji - teoria zderzeń aktywnych i stanu przejściowego	31
2.2. Szybkość reakcji	33
2.3. Rzędowość i cząsteczkowość reakcji	34
2.4. Czynniki wpływające na szybkość reakcji	36
2.4.1. Wpływ temperatury	36
2.4.2. Wpływ katalizatora	37
2.4.3. Inne czynniki wpływające na szybkość reakcji	38
2.5. Reakcje odwracalne - prawo działania mas, stała równowagi	39
2.5.1. Wpływ temperatury na stałą równowagi	42
2.6. Reguła przekory i czynniki wpływające na przesunięcie stanu równowagi	43
2.6.1. Wpływ stężenia reagentów	44
2.6.2. Wpływ ciśnienia	45
2.6.3. Wpływ temperatury	46
Rozdział 3. Podstawowe wiadomości o roztworach wodnych - Ryszard Kocjan	49
3.1. Roztwory i ich rodzaje	49
3.2. Rozpuszczalność i czynniki wpływające na jej wartość	50
3.3. Roztwarzanie	51
3.4. Stężenie roztworów	52
Rozdział 4. Równowagi jonowe w wodnych roztworach elektrolitów	55
4.1. Teorie kwasów i zasad - Edward Soczewiński	55
4.2. Dysocjacja elektrolityczna - Anna Petruczyński	62
4.3. Słabe elektrolity - Anna Petruczyński	66

4.3.1. Stopień i stała dysocjacji słabych elektrolitów	66
4.3.2. Prawo rozcieńczeń Ostwalda	69
4.4. Elektrolity mocne - <i>Krzysztof Józwiak</i>	70
4.4.1. Aktywność jonowa, siła jonowa	71
4.5. Iloczyn jonowy wody, pojęcie i skala pH - <i>Teresa Wawrzynowicz</i>	75
4.6. Wskaźniki kwasowo-zasadowe - <i>Mirosław Hawrył</i>	79
4.7. Roztwory buforowe - <i>Magdalena Wójciak</i>	92
4.8. Hydroliza soli - <i>Tomasz Tuzimski</i>	97
4.8.1. Równowagi hydrolizy	98
4.8.2. Stała i stopień hydrolizy	99
4.8.3. Hydroliza nieodwracalna	110
4.9. Związki amfoteryczne - <i>Teresa Wawrzynowicz</i>	112
Rozdział 5. Osady w analizie chemicznej	115
5.1. Mechanizm rozpuszczania substancji stałych - <i>Grażyna Matysik, Anna Oniszczyk</i>	115
5.2. Iloczyn rozpuszczalności - <i>Grażyna Matysik, Anna Oniszczyk</i>	118
5.2.1. Termodynamiczne przedstawienie procesu rozpuszczania trudno rozpuszczalnych elektrolitów	120
5.3. Wytrącanie trudno rozpuszczalnych elektrolitów - <i>Grażyna Matysik, Anna Oniszczyk</i>	124
5.3.1. Wpływ pH na wytrącanie trudno rozpuszczalnych elektrolitów	125
5.4. Czynniki wpływające na rozpuszczalność trudno rozpuszczalnych elektrolitów - <i>Grażyna Matysik, Anna Oniszczyk</i>	128
5.4.1. Rozpuszczalność doskonała; wpływ temperatury na rozpuszczalność trudno rozpuszczalnych elektrolitów	128
5.4.2. Wpływ wspólnego jonu na rozpuszczalność trudno rozpuszczalnych elektrolitów	130
5.4.3. Wpływ jonów obcych na rozpuszczalność trudno rozpuszczalnych elektrolitów	131
5.4.4. Wpływ pH na rozpuszczalność trudno rozpuszczalnych soli słabych kwasów	133
5.4.4.1. Wpływ pH na rozpuszczalność niektórych leków	135
5.4.5. Wpływ reakcji kompleksowania na rozpuszczalność trudno rozpuszczalnych elektrolitów	136
5.4.6. Wpływ reakcji hydrolizy na rozpuszczalność trudno rozpuszczalnych elektrolitów	137
5.5. Rodzaje i czystość osadów analitycznych - <i>Beata Polak</i>	137
5.5.1. Rodzaje osadów analitycznych	138
5.5.2. Czystość osadów analitycznych	141
5.5.3. Wytrącanie osadów z roztworów homogenicznych	144
Rozdział 6. Procesy oksydacyjno-redukcyjne	147
6.1. Pojęcie utleniacza i reduktora - <i>Jolanta Flieger</i>	147
6.1.1. Amfotery redoks	149
6.2. Reguły uzgadniania reakcji redoks - <i>Jolanta Flieger</i>	149
6.2.1. Reakcje dysproporcjonowania	152
6.3. Potencjał oksydacyjno-redukcyjny - <i>Anna Flieger</i>	153

6.3.1. Podwójna warstwa elektryczna	154
6.3.2. Wzór Nernsta	156
6.3.2.1. Wpływ pH na potencjał półogniwa redoks	159
6.3.3. Wpływ wartości potencjału na kierunek reakcji redoks	160
6.3.4. Praktyczne zastosowanie wzoru Nernsta	163
6.3.4.1. Potencjały standardowe a produkty elektrolizy	165
6.3.5. Równowaga w reakcjach redoks	167
6.3.6. Potencjał formalny (rzeczywisty)	168

Rozdział 7. Związki kompleksowe **171**

7.1. Wstęp - <i>Monika Waksmundzka-Hajnos, Kamila Kasprzak-Drozd</i>	171
7.2. Czynniki określające liczbę koordynacyjną - <i>Monika Waksmundzka-Hajnos, Kamila Kasprzak-Drozd</i>	172
7.3. Rodzaje ligandów i kompleksów - <i>Monika Waksmundzka-Hajnos, Kamila Kasprzak-Drozd</i>	173
7.4. Metale tworzące związki kompleksowe - <i>Monika Waksmundzka-Hajnos, Kamila Kasprzak-Drozd</i>	176
7.5. Trwałość związków kompleksowych - <i>Monika Waksmundzka-Hajnos, Kamila Kasprzak-Drozd</i>	177
7.6. Kompleksy labilne i bierne - <i>Monika Waksmundzka-Hajnos, Kamila Kasprzak-Drozd</i>	180
7.7. Stałe równowagi kompleksowania - <i>Monika Waksmundzka-Hajnos, Kamila Kasprzak-Drozd</i>	181
7.8. Nomenklatura związków kompleksowych - <i>Monika Waksmundzka-Hajnos, Kamila Kasprzak-Drozd</i>	184
7.9. Izomeria związków kompleksowych - <i>Tomasz Tuzimski</i>	186
7.9.1. Izomeria strukturalna	186
7.9.2. Stereoizomeria	190
7.10. Izo- i heteropolikwasy - <i>Tomasz Tuzimski</i>	193
7.10.1. Izopolikwasy	193
7.10.2. Heteropolikwasy	195
7.11. Klatraty- <i>Tomasz Tuzimski</i>	196

CZĘŚĆ II. ANALIZA JAKOŚCIOWA

Rozdział 8. Laboratorium analityczne - Teresa Wawrzynowicz, Anna Petruczynek **201**

8.1. Rodzaje laboratoriów chemiczno-biologiczno-medycznych	201
8.2. Wyposażenie pracowni analitycznej	202
8.3. Woda i odczynniki chemiczne	203
8.4. Technika pracy analitycznej	205
8.5. Mycie szkła laboratoryjnego	212
8.6. Bezpieczeństwo pracy w laboratorium analitycznym	213

Rozdział 9. Ogólne zagadnienia analizy jakościowej - *Teresa Wawrzynowicz* **215**

9.1. Skala analizy jakościowej. Czułość reakcji analitycznych	215
9.2. Metody analizy jakościowej	217

9.3. Analityczny podział kationów i anionów. Odczynniki grupowe	217
---	-----

Rozdział 10. Analiza kationów	221
--------------------------------------	------------

10.1. Pierwsza grupa kationów - <i>Grażyna Matysik, Anna Oniszczyk</i>	221
10.1.1. Srebro, Ag	221
10.1.2. Ołów, Pb	225
10.1.3. Rtęć, Hg	228
10.2. Druga grupa kationów - <i>Anna Flieger, Anna Hawrył</i>	233
10.2.1. Ogólne zasady selektywnego rozdzielania siarczków	233
10.2.2. Podgrupa II A	238
10.2.2.1. Rtęć, Hg	238
10.2.2.2. Bizmut, Bi	240
10.2.2.3. Miedź, Cu	242
10.2.2.4. Kadm, Cd	245
10.2.3. Podgrupa II B	249
10.2.3.1. Arsen, As	249
10.2.3.2. Antymon, Sb	254
10.2.3.3. Cyna, Sn	257
10.3. Trzecia grupa kationów - <i>Monika Waksmundzka-Hajnos, Anna Hawrył</i>	263
10.3.1. Glin, Al	264
10.3.2. Chrom, Cr	265
10.3.3. Żelazo, Fe	268
10.3.4. Nikiel, Ni	272
10.3.5. Kobalt, Co	274
10.3.6. Mangan, Mn	277
10.3.7. Cynk, Zn	280
10.4. Czwarta grupa kationów - <i>Magdalena Wójciak, Kamila Kasprzak-Drozd</i>	286
10.4.1. Bar, Ba	287
10.4.2. Wapń, Ca	289
10.4.3. Stront, Sr	291
10.5. Piąta grupa kationów - <i>Teresa Wawrzynowicz, Kamila Kasprzak-Drozd</i>	293
10.5.1. Jon amonu, NH_4^+	293
10.5.2. Potas, K	295
10.5.3. Sód, Na	297
10.5.4. Magnez, Mg	297

Rozdział 11. Analiza anionów	301
-------------------------------------	------------

11.1. Pierwsza grupa anionów - <i>Grażyna Matysik</i>	301
11.1.1. Jon chlorkowy, Cl^-	301
11.1.2. Jon bromkowy, Br^-	303
11.1.3. Jon jodkowy, I^-	306
11.1.4. Jon cyjankowy, CN^-	308
11.1.5. Jon tiocyjanianowy (rodankowy), SCN^-	311
11.1.6. Jon heksacyjanożelazianowy(II), $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	313
11.1.7. Jon heksacyjanożelazianowy(III), $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	315

11.1.8. Jon chloranowy(I), ClO^-	316
11.2. Druga grupa anionów - <i>Anna Flieger</i>	317
11.2.1. Jon siarczkowy, S_2^{2-}	317
11.2.2. Jon octanowy, CH_3COO^-	318
11.2.3. Jon azotanowy(III), NO_2^-	320
11.3. Trzecia grupa anionów - <i>Monika Waksmundzka-Hajnos, Anna Petruczynik</i>	323
11.3.1. Jon węglanowy, CO_3^{2-}	323
11.3.2. Jon siarczanowy(IV), SO_3^{2-}	324
11.3.3. Jon szczawianowy, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	325
11.3.4. Jon winianowy, $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$	327
11.3.5. Jon boranowy, BO_2^-	328
11.4. Czwarta grupa anionów - <i>Magdalena Wójciak, Anna Petruczynik</i>	329
11.4.1. Jon tiosiarczanowy(VI), $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	330
11.4.2. Jon chromianowy(VI), CrO_4^{2-} ; jon dichromianowy(VI), $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	331
11.4.3. Jon fosforanowy(V), PO_4^{3-}	333
11.4.4. Jon arsenianowy(V), AsO_4^{3-}	334
11.4.5. Jon arsenianowy(III), AsO_3^{3-}	335
11.5. Piąta grupa anionów - <i>Teresa Wawrzynowicz, Anna Petruczynik</i>	337
11.5.1. Jon azotanowy(V), NO_3^-	337
11.5.2. Jon chloranowy(V), ClO_3^-	339
11.5.3. Jon chloranowy(VII), ClO_4^-	340
11.5.4. Jon manganianowy(VII), MnO_4^-	341
11.6. Szósta grupa anionów - <i>Teresa Wawrzynowicz, Anna Petruczynik</i>	341
11.6.1. Jon siarczanowy(VI), SO_4^{2-}	341
11.6.2. Jon fluorkowy, F^-	342
11.6.3. Jon heksafluorokrzemianowy, SiF_6^{2-}	344
11.7. Siódma grupa anionów - <i>Teresa Wawrzynowicz, Anna Petruczynik</i>	344
11.7.1. Jon krzemianowy, SiO_3^{2-}	344

Rozdział 12. Analiza substancji prostych i mieszanin **347**

12.1. Badanie wstępne substancji stałej - <i>Tomasz Tuzimski</i>	347
12.1.1. Obserwacje wstępne soli, kwasów, tlenków i wodorotlenków	348
12.1.2. Obserwacje wstępne metalu lub stopu	353
12.2. Przeprowadzenie substancji stałej do roztworu - <i>Tomasz Tuzimski</i>	354
12.2.1. Przeprowadzenie metalu lub stopu metali do roztworu	354
12.2.2. Przeprowadzenie soli, kwasów, tlenków i wodorotlenków do roztworu	355
12.3. Analiza systematyczna mieszanin i substancji stałych - <i>Tomasz Tuzimski</i>	363
12.3.1. Analiza systematyczna soli, kwasów, tlenków i wodorotlenków	363
12.3.2. Ustalanie grupy analitycznej kationu i anionu	367
12.3.3. Reakcje charakterystyczne	369
12.4. Odczynniki w analizie jakościowej - <i>Teresa Wawrzynowicz</i>	370
12.5. Sprzęt laboratoryjny studenta - <i>Teresa Wawrzynowicz</i>	379

CZĘŚĆ III. ANALIZA ILOŚCIOWA KLASYCZNA

Rozdział 13. Ogólne zagadnienia analizy ilościowej klasycznej	383
- <i>Halina Szumilo, Magdalena Pizoń</i>	
13.1. Podział metod analizy ilościowej	383
13.2. Pobieranie i roztwarzanie próbek	386
13.2.1. Pobieranie próbek gazów, cieczy i ciał stałych	386
13.2.2. Odważka analityczna	389
13.2.3. Rozpuszczanie i roztwarzanie próbek nieorganicznych	390
13.2.4. Roztworzenie próbek organicznych	392
13.2.5. Mineralizacja i jej rodzaje	392
13.2.5.1. Techniki mineralizacji na sucho	393
13.2.5.2. Techniki mineralizacji na mokro	395
13.2.6. Metoda specjacji	397
13.2.7. Dalsze etapy postępowania analitycznego	398
 Rozdział 14. Ocena i interpretacja wyników analizy chemicznej	 399
- <i>Krzysztof Józwiak</i>	
14.1. Przyczyny występowania błędów	400
14.2. Czułość, dokładność i precyzja metod analitycznych	402
14.3. Metody wyznaczania i eliminacji błędów systematycznych	404
14.4. Ocena statystyczna wyników pomiarów	405
14.4.1. Parametry statystyczne opisujące otrzymane wyniki	406
14.4.2. Estymacja przedziałowa	408
14.4.3. Przykład obróbki statystycznej wyników pomiarów	410
14.5. Walidacja wyników analiz	412
 Rozdział 15. Analiza wagowa - grawimetria - Beata Polak	 415
15.1. Wiadomości ogólne	415
15.2. Wagi i ważenie	419
15.3. Osady i ich wytrącanie	421
15.4. Sączenie i przemywanie osadów	422
15.5. Suszenie i prażenie osadu	426
15.6. Przykłady oznaczeń grawimetrycznych	428
15.6.1. Oznaczanie jonów baru w postaci siarczanu(VI) baru	429
15.6.2. Oznaczanie jonów żelaza(III) w postaci Fe_2O_3	431
15.6.3. Oznaczanie zawartości wody	433
15.6.4. Oznaczanie jonów magnezu w postaci $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$	434
15.7. Przykłady oznaczeń grawimetrycznych rozdzielczych	436
15.7.1. Oznaczanie jonów magnezu obok jonów wapnia	436
15.7.2. Oznaczanie jonów glinu obok jonów żelaza(III)	439
15.7.3. Oznaczanie jonów miedzi(II) obok jonów żelaza(III)	441
15.7.4. Oznaczanie jonów żelaza(III) obok jonów siarczanowych(VI)	442
 Rozdział 16. Analiza objętościowa (miareczkowa). Część ogólna	 447
- <i>Halina Szumilo, Małgorzata Tatarczak-Michalewska</i>	
16.1. Zasada oznaczania i ogólna charakterystyka analizy objętościowej	447
16.2. Klasyfikacja metod objętościowych	448
16.2.1. Podział według typu zachodzącej reakcji i związku będącego titrantem	448

16.2.1.1. Krzywa miareczkowania	450
16.2.2. Podział według sposobu prowadzenia oznaczania miareczkowego	451
16.2.3. Podział w zależności od sposobu wyznaczania punktu końcowego	452
16.3. Technika analizy miareczkowej	453
16.3.1. Naczynia miarowe	453
16.3.1.1. Kolby miarowe	453
16.3.1.2. Pipety miarowe. Pipety automatyczne	455
16.3.1.3. Biurety	458
16.3.1.4. Wykonanie miareczkowania	460
16.3.2. Roztwory mianowane	462
16.3.3. Przygotowanie i ustalenie miana titrantów	463
16.3.4. Obliczanie zawartości substancji oznaczanej	468
16.4. Błędy w analizie objętościowej	469
Rozdział 17. Alkacymetria	471
17.1. Podstawa oznaczeń alkacymetrycznych - <i>Halina Szumiło, Agnieszka Skalska-Kamińska</i>	471
17.2. Krzywe miareczkowania alkacymetrycznego - <i>Halina Szumiło, Agnieszka Skalska-Kamińska</i>	471
17.2.1. Miareczkowanie mocnego kwasu mocną zasadą	472
17.2.2. Miareczkowanie słabego kwasu mocną zasadą	475
17.2.3. Miareczkowanie słabej zasady mocnym kwasem	478
17.2.4. Miareczkowanie wieloprotonowych kwasów i zasad	480
17.2.5. Wnioski dotyczące krzywych miareczkowania alkacymetrycznego	483
17.3. Dobór wskaźników pH w alkacymetrii - <i>Halina Szumiło, Agnieszka Skalska-Kamińska</i>	485
17.4. Acydymetria - <i>Halina Szumiło, Agnieszka Skalska-Kamińska</i>	487
17.4.1. Roztwory mianowane stosowane w acydymetrii	487
17.4.1.1. Przygotowanie i mianowanie kwasu solnego	487
17.4.2. Przykłady oznaczeń acydymetrycznych	490
17.4.2.1. Oznaczanie wodorotlenku sodu	490
17.4.2.2. Oznaczanie węglanu sodu obok wodorotlenku sodu (metoda Wardera)	491
17.4.2.3. Oznaczanie węglanu sodu obok wodorotlenku sodu (metoda Winklera)	493
17.4.2.4. Oznaczanie mieszaniny węglanu sodu i wodorowęglanu sodu	494
17.5. Alkalimetria - <i>Halina Szumiło, Agnieszka Skalska-Kamińska</i>	495
17.5.1. Roztwory mianowane stosowane w alkalimetrii	495
17.5.1.1. Przygotowanie i mianowanie roztworu wodorotlenku sodu	495
17.5.2. Przykłady oznaczeń alkalimetrycznych	499
17.5.2.1. Oznaczanie kwasu solnego	499
17.5.2.2. Oznaczanie kwasu octowego	499
17.5.2.3. Oznaczanie kwasu solnego i fosforowego(V) obok siebie	500
17.5.2.4. Oznaczenie ibuprofenu	501
17.5.2.5. Oznaczanie soli amonu metodą destylacyjną	502
17.5.2.6. Oznaczanie soli amonu metodą formalinową	503
17.5.2.7. Oznaczanie azotu w związkach organicznych (metodą Kjeidahla)	504
17.6. Miareczkowanie alkacymetryczne w środowisku niewodnym	

- Anna Hawrył	504
17.6.1. Wiadomości ogólne	504
17.6.2. Klasyfikacja rozpuszczalników niewodnych	505
17.6.2.1. Rozpuszczalniki różnicujące	509
17.6.3. Acydymetria w środowisku niewodnym	510
17.6.4. Alkalimetria w środowisku niewodnym	512
17.7. Procesy zobojętniania w organizmach żywych	514

Rozdział 18. Redoksymetria - Jolanta Flieger **515**

18.1. Wiadomości ogólne	515
18.1.1. Szybkość reakcji redoks	516
18.1.2. Krzywa miareczkowania redoksymetrycznego	517
18.1.3. Wskaźniki w redoksymetrii	521
18.2. Manganianometria	524
18.2.1. Przygotowanie i właściwości roztworu manganianu(VII) potasu	525
18.2.2. Mianowanie roztworu manganianu(VII) potasu	526
18.2.3. Przykłady oznaczeń manganianometrycznych	528
18.2.3.1. Oznaczanie żelaza(II)	528
18.2.3.2. Oznaczanie manganu(II) obok żelaza(III) metodą Volharda i Wolffa	531
18.2.3.3. Oznaczanie ditlenku diwodoru (nadtlenku wodoru)	532
18.2.3.4. Inne oznaczenia manganianometryczne	533
18.3. Jodometria	534
18.3.1. Przygotowanie wskaźnika skrobiowego	535
18.3.2. Przygotowanie roztworu jodu	535
18.3.3. Mianowanie roztworu jodu	537
18.3.4. Roztwór tiosiarczanu(VI) sodu	538
18.3.5. Mianowanie roztworu tiosiarczanu(VI) sodu	539
18.3.6. Przykłady oznaczeń jodometrycznych	542
18.3.6.1. Oznaczanie miedzi(II)	542
18.3.6.2. Oznaczanie tritlenku diarsenu (arszeniku)	544
18.3.6.3. Oznaczanie ditlenku diwodoru (nadtlenku wodoru)	544
18.3.6.4. Oznaczanie dichromianu(VI) potasu	545
18.3.6.5. Oznaczanie kwasu askorbinowego	546
18.3.6.6. Inne oznaczenia jodometryczne	547
18.4. Chromianometria	549
18.5. Cerometria	550
18.5.1. Mianowanie roztworu siarczanu(VI) ceru(IV)	551
18.5.2. Przykłady oznaczeń cerometrycznych	551
18.6. Bromianometria	552
18.7. Tytanometria	554

Rozdział 19. Miareczkowe metody wytrąceniowe (precypitometria) - Anna Hawrył **557**

19.1. Ogólna charakterystyka metody	557
19.2. Krzywe miareczkowania wytrąceniowego	558
19.3. Argentometria	561
19.3.1. Roztwory mianowane stosowane w argentometrii	562

19.3.1.1. Mianowany roztwór azotanu(V) srebra(I)	562
19.3.1.2. Mianowany roztwór tiocyjanianu amonu	563
19.3.2. Przykłady oznaczeń argentometrycznych	565
19.3.2.1. Oznaczanie chlorków metodą Mohra	565
19.3.2.2. Oznaczanie chlorków metodą Volharda	567
19.3.2.3. Oznaczanie chlorków metodą Fajansa-Hassela	570
19.3.3. Inne oznaczenia argentometryczne	576
19.3.3.1. Oznaczanie jonów srebra metodą Volharda	576
19.3.3.2. Oznaczanie tiocyjanianów	577
19.3.3.3. Oznaczanie cyjanków	577
19.4. Oznaczenia merkurometryczne	578
19.4.1. Oznaczanie chlorków i bromków	578
19.4.2. Oznaczanie tiocyjanianów	578
19.5. Inne oznaczenia wytrąceniowe	579
19.5.1. Oznaczanie jonów cynku	579
19.5.2. Oznaczanie jonów baru	580
19.5.3. Oznaczanie jonów manganu(II)	581
19.5.4. Oznaczanie fosforanów(V)	581
19.5.5. Oznaczanie siarczanów(VI)	581

Rozdział 20. Kompleksometria - Anna Petruczynik, Justyna Kawka **583**

20.1. Wiadomości ogólne	583
20.2. Kompleksonometria	584
20.2.1. Kompleksy i ich rodzaje	584
20.2.2. Właściwości połączeń EDTA z jonami metali	585
20.2.3. Typy miareczkowań kompleksometrycznych	588
20.2.4. Krzywe miareczkowania kompleksometrycznego	590
20.2.5. Wskaźniki stosowane w kompleksometrii	592
20.2.5.1. Metalowskie wskaźniki	593
20.2.5.2. Wskaźniki redoks	599
20.2.6. Roztwory mianowane wersenianu sodu	600
20.2.7. Przykłady oznaczeń kompleksometrycznych	601
20.2.7.1. Oznaczanie jonów cynku	601
20.2.7.2. Oznaczanie jonów bizmutu(III) w preparatach farmaceutycznych	601
20.2.8. Zasady kompleksometrycznego oznaczania jonów metali w ich mieszaninach	602
20.2.9. Przykłady kompleksometrycznego oznaczania mieszanin jonów metali	603
20.2.9.1. Oznaczanie jonów wapnia obok jonów magnezu	603
20.2.9.2. Oznaczanie jonów żelaza(III) obok jonów glinu	604
20.3. Terapia chelatowa	605

Rozdział 21. Analiza wody - Małgorzata Tatarczak-Michalewska, Justyna Kawka **607**

21.1. Twardość wody	607
21.2. Ocena jakości wody	611
21.2.1. Oznaczenia (próby) fizyczne	611

21.2.2. Oznaczenia (próby) chemiczne i fizykochemiczne	611
21.3. Uzdatnianie wody	614
21.4. Aspekt farmaceutyczny	616

Rozdział 22. Zadania rachunkowe - Jan Sawicki,
Stanisław Przeszlakowski

	617
22.1. Podstawy chemii analitycznej	617
22.2. Analiza wagowa	624
22.3. Analiza objętościowa (miareczkowa)	626

Skorowidz	637
------------------	------------

oprac. BPK