

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP

1.1. Chemia analityczna i analiza chemiczna	13	1.2.1. Metoda analityczna a technika analityczna	17
1.2. Klasyfikacja metod analizy chemicznej	14	1.3. Rys historyczny	19

2. PODSTAWY TEORETYCZNE CHEMII ANALITYCZNEJ

2.1. Kinetyka i równowaga chemiczna	21	2.2.12.1. Obliczanie pH roztworów kwasów i zasad jednoprotonowych	71
2.1.1. Szybkość reakcji	21	2.2.12.2. Obliczanie pH roztworów soli kwasów i zasad jednoprotonowych	73
2.1.2. Reakcje odwracalne	23	2.2.12.2.1. Obliczanie pH roztworu soli mocnej zasady i słabego kwasu	74
2.1.3. Prawo działania mas	24	2.2.12.2.2. Obliczanie pH roztworu soli słabej zasady i mocnego kwasu	75
2.2. Podstawowe wiadomości o roztworach wodnych	27	2.2.12.2.3. Obliczanie pH roztworu słabej zasady i słabego kwasu	76
2.2.1. Rodzaje roztworów. Rozpuszczalność	27	2.2.12.3. Obliczanie pH roztworów kwasów i zasad wieloprotonowych	78
2.2.2. Roztworzenie	29	2.2.13. Roztwory buforowe	78
2.2.3. Określanie stężeń roztworów	29	2.2.13.1. Pojemność buforowa	83
2.2.4. Dysocjacja elektrolityczna	32	2.2.14. Wskaźniki pH	85
2.2.5. Stopień dysocjacji	36	2.2.14.1. Wskaźniki mieszane	90
2.2.6. Elektrolity słabe	38	2.2.14.2. Papierki wskaźnikowe	91
2.2.7. Teoria elektrolitów mocnych. Pojęcie aktywności	44	2.3. Związki amfoteryczne	91
2.2.8. Dysocjacja elektrolityczna wody. Iloczyn jonowy wody	47	2.4. Związki kompleksowe	94
2.2.9. Wykładnik wodorowy (pH)	51	2.4.1. Wiadomości ogólne	94
2.2.10. Współczesne poglądy na kwasy i zasady	54	2.4.2. Rodzaje kompleksów	100
2.2.10.1. Teoria Brönsteda i Lowry'ego	55	2.4.2.1. Kompleksy proste	100
2.2.10.2. Teoria rozpuszczalnikowa	59	2.4.2.2. Typy kompleksów nieorganicznych	101
2.2.10.3. Teoria Lewisa	61	2.4.2.3. Kompleksy chelatowe, czyli chelaty	103
2.2.10.4. Teoria Usanowicza	61	2.4.2.4. Kompleksy jonowo-asocjacyjne. Para jonowa	105
2.2.11. Stałe równowagi reakcji protolitycznych	62	2.4.2.5. Kompleksy wielordzeniowe	106
2.2.11.1. Stałe dysocjacji sprzężonego kwasu i zasady	62		
2.2.11.2. Stała i stopień protolizy (hydrolizy)	66		
2.2.12. Stężenie jonów wodorowych i pH roztworów kwasów, zasad i soli	71		

2.4.2.6. Kompleksy labilne i bierne (inertne)	107	2.6.2.3. Wpływ jonów wodorowych	128
2.4.3. Nomenklatura związków kompleksowych	107	2.6.2.4. Hydroliza osadu	129
2.4.4. Stałe równowagi reakcji kompleksowania	108	2.6.2.5. Wpływ temperatury	129
2.4.4.1. Kolejne stałe trwałości i nietrwałości	111	2.6.3. Koloidy	130
2.4.4.2. Warunkowe stałe trwałości i nietrwałości	113	2.6.4. Otrzymywanie czystego osadu	132
2.5. Odczynniki organiczne w analizie związków nieorganicznych	115	2.6.4.1. Zjawisko współwytrącania	133
2.6. Osady w analizie chemicznej	120	2.6.4.2. Zjawisko wytrącania następczego	134
2.6.1. Rozpuszczalność i iloczyn rozpuszczalności	120	2.6.5. Postać osadu	134
2.6.2. Czynniki wpływające na rozpuszczalność osadów	126	2.6.5.1. Wytrącanie z roztworu homogenicznego	136
2.6.2.1. Wpływ wspólnego jonu	126	2.7. Podstawowe wiadomości o procesach redukcjno-oksydacyjnych	137
2.6.2.2. Wpływ soli nie mających z osadem wspólnego jonu, czyli tzw. efekt solny	127	2.7.1. Reakcje redukcji i utleniania	137
		2.7.2. Potencjał redukcjno-oksydacyjny	143
		2.7.3. Potencjał formalny (rzeczywisty)	148

3. TECHNIKA LABORATORYJNA

3.1. Wstępne prace laboratoryjne	150	3.3.3.3. Przemywanie	165
3.1.1. Regulamin pracy w laboratorium	150	3.3.4. Sprzęt do suszenia i przechowywania próbek, osadów i substancji chemicznych stosowanych w analizie	166
3.2. Pierwsza pomoc w nagłych wypadkach	152	3.4. Odczynniki chemiczne	166
3.3. Podstawowe czynności i sprzęt laboratoryjny	154	3.5. Materiały do wyrobu naczyń laboratoryjnych	169
3.3.1. Ogrzewanie i prażenie	154	3.5.1. Mycie naczyń laboratoryjnych	172
3.3.2. Sprzęt używany do ogrzewania	155	3.6. Ważenie na wagach technicznych	175
3.3.3. Oddzielanie osadów i sprzęt stosowany do tego celu	160	3.7. Obróbka szkła	177
3.3.3.1. Sączenie	160		
3.3.3.2. Odwirowywanie	164		

4. ANALIZA JAKOŚCIOWA

4.1. Wiadomości wstępne. Czynności laboratoryjne	179	4.2.5.1. Podgrupa III A	216
4.2. Wykrywanie kationów. Podział na grupy analityczne	189	4.2.5.1.1. Rtęć, Hg	216
4.2.1. I grupa kationów	192	4.2.5.1.2. Bizmut, Bi	219
4.2.1.1. Srebro, Ag	192	4.2.5.1.3. Miedź, Cu	222
4.2.1.2. Rtęć, Hg	196	4.2.5.1.4. Kadm, Cd	226
4.2.1.3. Ołów, Pb	198	4.2.5.2. Podgrupa III B	231
4.2.2. II grupa kationów	202	4.2.5.2.1. Arsen, As	231
4.2.2.1. Bar, Ba	202	4.2.5.2.2. Antymon, Sb	236
4.2.2.2. Stront, Sr	205	4.2.5.2.3. Cyna, Sn	239
4.2.2.3. Wapń, Ca	207	4.2.6. IV grupa kationów	245
4.2.3. Amid kwasu tiooctowego jako odczynnik grupowy dla kationów grupy III i IV	211	4.2.6.1. Glin, Al	246
4.2.4. Wytrącanie siarczków metali ciężkich	212	4.2.6.2. Chrom, Cr	249
4.2.5. III grupa kationów	215	4.2.6.3. Żelazo, Fe	252
		4.2.6.4. Nikiel, Ni	258
		4.2.6.5. Kobalt, Co	260
		4.2.6.6. Mangan, Mn	263
		4.2.6.7. Cynk, Zn	265
		4.2.7. V grupa kationów	271

4.2.7.1. Magnez, Mg	271	4.3.4.3. Jon ortofosforanowy(V), PO_4^{3-}	306
4.2.7.2. Potas, K	274	4.3.4.4. Jon ortoarsenianowy(V), AsO_4^{3-}	307
4.2.7.3. Sód, Na	277	4.3.4.5. Jon ortoarsenianowy(III), AsO_3^{3-}	308
4.2.7.4. Amon, NH_4^+	278	4.3.5. V grupa anionów	310
4.2.7.5. Bieg analizy V grupy katio- nów	280	4.3.5.1. Jon azotanowy(V), NO_3^-	310
4.2.8. Analiza kationów w obecno- ści jonu PO_4^{3-}	281	4.3.5.2. Jon chloranowy(V), ClO_3^-	311
4.3. Wykrywanie anionów	282	4.3.5.3. Jon chloranowy(VII), ClO_4^-	313
4.3.1. I grupa anionów	283	4.3.5.4. Jon manganianowy(VII), MnO_4^-	313
4.3.1.1. Jon chlorkowy, Cl^-	283	4.3.6. VI grupa anionów	314
4.3.1.2. Jon bromkowy, Br^-	285	4.3.6.1. Jon siarczanowy(VI), SO_4^{2-}	314
4.3.1.3. Jon jodkowy, I^-	286	4.3.6.2. Jon fluorkowy, F^-	316
4.3.1.4. Jon cyjankowy, CN^-	288	4.3.6.3. Jon heksafluorokrzemiano- wy, SiF_6^{2-}	318
4.3.1.5. Jon tiocyjanianowy lub izotio- cyjanianowy SCN^- , NCS^-	290	4.3.7. VII grupa anionów	318
4.3.1.6. Jon heksacyjanożelaziano- wy(II), $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	290	4.3.7.1. Jon krzemianowy, SiO_3^{2-}	318
4.3.1.7. Jon heksacyjanożelaziano- wy(III), $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	291	4.4. Systematyczna analiza sub- stancji (wykrywanie katio- nów i anionów)	320
4.3.1.8. Jon chloranowy(I), ClO^-	292	4.4.1. Obserwacje wstępne	320
4.3.2. II grupa anionów	293	4.4.2. Przygotowanie substancji do analizy	321
4.3.2.1. Jon siarczkowy, S^{2-}	293	4.4.3. Badania wstępne substancji stałej	321
4.3.2.2. Jon octanowy, CH_3COO^-	294	4.4.4. Ogólne uwagi o rozpuszczal- ności soli i wodorotlenków w wodzie	325
4.3.2.3. Jon azotanowy(III), NO_2^-	295	4.4.5. Wykrywanie kationów i anio- nów	326
4.3.3. III grupa anionów	297	4.5. Zestaw odczynników, szkła i sprzętu, używanych w anali- zie jakościowej	330
4.3.3.1. Jon siarczanowy(IV), SO_3^{2-}	297		
4.3.3.2. Jon węglanowy, CO_3^{2-}	299		
4.3.3.3. Jon szczawianowy, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	299		
4.3.3.4. Jon winianowy, $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$	300		
4.3.3.5. Jon boranowy, BO_2^-	301		
4.3.4. IV grupa anionów	302		
4.3.4.1. Jon tiosiarczanowy(VI), $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	303		
4.3.4.2. Jon chromianowy(VI), CrO_4^{2-} i dwuchromianowy(VI), $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	304		

5. ANALIZA ILOŚCIOWA. ZAGADNIENIA OGÓLNE

5.1. Wiadomości wstępne	336	5.5.1.3. Równania procesu ekstrak- cji	359
5.2. Pobieranie próbek. Średnia próbka	338	5.5.1.4. Ekstrakcyjne układy chela- towe	360
5.3. Ważenie	339	5.5.1.4.1. Czynniki wpływające na wartość współczynnika eks- trakcji	360
5.3.1. Rodzaje wag	339	5.5.1.5. Ekstrakcja kompleksów jo- nowo-asocjacyjnych	363
5.3.2. Odważniki	342	5.5.1.6. Zastosowanie ekstrakcji w analizie chemicznej	365
5.3.3. Czułość wagi	343	5.5.1.7. Przykłady metod ekstrak- cyjnych	366
5.3.4. Ważenie na wadze periody- cznej	344	5.5.1.8. Ekstrakcja do fazy stałej	367
5.3.5. Ważenie na wadze aperiody- cznej	346	5.6. Metody końcowego oznacza- nia	367
5.3.6. Zasady korzystania z wag analitycznych	347	5.7. Ocena wyników analizy	368
5.3.7. Odważka analityczna	350	5.7.1. Błędy w analizie ilości- owej	368
5.4. Przeprowadzanie próbki do roztworu	352	5.7.2. Dokładność i precyzja	371
5.5. Metody rozdzielania	354		
5.5.1. Ekstrakcja	356		
5.5.1.1. Podstawy fizykochemiczne	356		
5.5.1.2. Układy ekstrakcyjne	359		

5.7.3. Statystyczna ocena wyników analizy	373
5.7.3.1. Przykład statystycznej oceny wyników	376

5.7.3.2. Odrzucanie wyników odbiegających	378
5.8. Uwagi o pracy w laboratorium analizy ilościowej . .	379

6. ANALIZA ILOŚCIOWA METODAMI CHEMICZNYMI

6.1. Analiza wagowa (grawimetria)	381	6.2.1.2.3. Podział według sposobu przeprowadzania miareczkowania	432
6.1.1. Wiadomości wstępne	381	6.2.1.3. Naczynia miarowe	432
6.1.2. Technika analizy wagowej	382	6.2.1.3.1. Biurety	433
6.1.2.1. Wytrącanie osadów	382	6.2.1.3.2. Pipety	438
6.1.2.2. Odsączanie i przemywanie osadów	383	6.2.1.3.3. Kolby miarowe	440
6.1.2.3. Suszenie i prażenie osadów	391	6.2.1.3.4. Sprawdzanie pojemności naczyń miarowych	441
6.1.3. Przykłady oznaczeń wagowych	394	6.2.1.4. Roztwory mianowane	446
6.1.3.1. Oznaczanie wody krystalizacyjnej	394	6.2.1.4.1. Przyrządzanie roztworów mianowanych	449
6.1.3.2. Oznaczanie baru w postaci BaSO_4	398	6.2.1.4.2. Obliczanie molowości roztworu	451
6.1.3.3. Oznaczanie siarczanów (VI) w postaci BaSO_4	400	6.2.2. Alkacymetria	453
6.1.3.4. Oznaczanie wapnia w postaci CaO	401	6.2.2.1. Miareczkowanie mocnego kwasu mocną zasadą	454
6.1.3.5. Inne sposoby wagowego oznaczania wapnia	404	6.2.2.2. Miareczkowanie słabego kwasu mocną zasadą	458
6.1.3.6. Oznaczanie magnezu w postaci $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$	405	6.2.2.3. Miareczkowanie słabej zasady mocnym kwasem	461
6.1.3.7. Oznaczanie magnezu w postaci hydroksychinolinianu	409	6.2.2.4. Miareczkowanie kwasów i zasad wieloprotonowych	463
6.1.3.8. Oznaczanie fosforanów (V) w postaci $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$	410	6.2.2.5. Roztwory mianowane	466
6.1.3.9. Oznaczanie magnezu i wapnia obok siebie	412	6.2.2.5.1. Mianowany kwas solny	466
6.1.3.10. Oznaczanie srebra w postaci AgCl	414	6.2.2.5.2. Mianowany roztwór wodorotlenku sodu	473
6.1.3.11. Oznaczanie żelaza w postaci Fe_2O_3	415	6.2.2.6. Przykłady oznaczeń alkacymetrycznych	477
6.1.3.12. Oznaczanie glinu w postaci Al_2O_3	418	6.2.2.6.1. Oznaczanie wodorotlenku sodu	477
6.1.3.13. Inne sposoby wagowego oznaczania glinu	421	6.2.2.6.2. Oznaczanie kwasu siarkowego(VI)	478
6.1.3.14. Oznaczanie glinu obok żelaza	422	6.2.2.6.3. Oznaczanie kwasu octowego	478
6.1.3.14.1. Inne sposoby wagowego oznaczania glinu obok żelaza	423	6.2.2.6.4. Oznaczanie węglanu sodu obok wodorotlenku sodu	478
6.1.4. Zadania	424	6.2.2.6.5. Oznaczanie węglanu sodu obok wodorowęglanu sodu	481
6.2. Analiza miareczkowa	428	6.2.2.6.6. Oznaczanie soli amonu metodą destylacyjną	483
6.2.1. Wiadomości ogólne	428	6.2.2.6.7. Oznaczanie soli amonu metodą formalinową	485
6.2.1.1. Zasady analizy miareczkowej	428	6.2.2.6.8. Inne oznaczenia alkacymetryczne	486
6.2.1.2. Klasyfikacja metod miareczkowych	430	6.2.2.6.9. Miareczkowanie alkacymetryczne w rozpuszczalnikach niewodnych	487
6.2.1.2.1. Podział według typu reakcji zachodzącej podczas miareczkowania	430	6.2.2.6.10. Miareczkowanie słabych zasad w bezwodnym kwasie octowym	488
6.2.1.2.2. Podział według sposobu indykacji punktu równowagi	431	6.2.3. Kompleksometria	489
		6.2.3.1. Wiadomości ogólne	489

6.2.3.2. Kompleksonometria . . .	490	6.2.4.6.6. Oznaczanie baru za pomocą mianowanego roztworu siarczanu(VI) wobec rodizonianu	525
6.2.3.2.1. Kompleksy i ich kompleksy	490	6.2.4.6.7. Merkurometryczne oznaczanie chlorków i bromków	526
6.2.3.2.2. Krzywe miareczkowania kompleksonometrycznego	495	6.2.5. Redoksymetria	526
6.2.3.2.3. Szybkość reakcji w miareczkowaniu kompleksonometrycznym	498	6.2.5.1. Zmiany potencjału utleniającego w czasie miareczkowania	526
6.2.3.2.4. Wskaźniki stosowane w kompleksometrii	498	6.2.5.2. Szybkość reakcji utleniania-redukcji	528
6.2.3.2.5. Typy miareczkowań kompleksonometrycznych	504	6.2.5.3. Wskaźniki stosowane w redoksymetrii	529
6.2.3.2.6. Oznaczanie kationów w ich mieszaninach	506	6.2.6. Manganianometria	530
6.2.3.2.7. Roztwory mianowane wersenianu disodu	506	6.2.6.1. Właściwości manganianu(VII) potasu	531
6.2.3.3. Przykłady oznaczeń kompleksonometrycznych	507	6.2.6.1.1. Mianowany roztwór manganianu(VII) potasu	532
6.2.3.3.1. Oznaczanie wapnia i magnezu	507	6.2.6.2. Przykłady oznaczeń manganianometrycznych	535
6.2.3.3.2. Oznaczanie twardości wody metodą kompleksonometryczną	508	6.2.6.2.1. Oznaczanie żelaza	535
6.2.3.3.3. Oznaczanie żelaza i glinu	510	6.2.6.2.2. Oznaczanie nadtlenu wodoru	539
6.2.3.3.4. Oznaczanie bizmutu w preparatach farmaceutycznych	511	6.2.6.2.3. Oznaczanie manganu obok żelaza metodą Volharda i Wolffa	539
6.2.4. Miareczkowe metody wytrąceniowe (precypitometria)	512	6.2.6.2.4. Inne oznaczania manganianometryczne	541
6.2.4.1. Wiadomości ogólne	512	6.2.7. Jodometria	543
6.2.4.2. Oznaczanie chlorków metodą Mohra	515	6.2.7.1. Wiadomości ogólne	543
6.2.4.2.1. Mianowany roztwór azotanu(V) srebra(I)	517	6.2.7.2. Roztwory mianowane	544
6.2.4.3. Oznaczanie srebra metodą Volharda	518	6.2.7.2.1. Mianowany roztwór jodu	544
6.2.4.3.1. Mianowany roztwór tiocyjanianu amonu	518	6.2.7.2.2. Mianowany roztwór tiosiarczanu(VI) sodu	547
6.2.4.4. Oznaczanie chlorków metodą Volharda	519	6.2.7.2.3. Mianowany roztwór kwasu arsenowego(III)	552
6.2.4.5. Oznaczanie chlorków metodą Fajansa	522	6.2.7.2.4. Wskaźnik skrobiowy	552
6.2.4.6. Inne oznaczenia wytrąceniowe	523	6.2.7.3. Przykłady oznaczeń jodometrycznych	553
6.2.4.6.1. Oznaczanie cynku za pomocą mianowanego roztworu heksacyjanożelazianu(II) potasu	523	6.2.7.3.1. Oznaczanie trójtlenku dwuarsenu	553
6.2.4.6.2. Oznaczanie cynku za pomocą mianowanego roztworu siarczku sodu	524	6.2.7.3.2. Oznaczanie dwuchromianu(VI) potasu	554
6.2.4.6.3. Oznaczanie fosforanów(V) przez wytrącanie octanem ditlenkiem uranu(VI)	525	6.2.7.3.3. Oznaczanie miedzi	554
6.2.4.6.4. Oznaczanie manganu za pomocą mianowanego roztworu manganianu(VII) potasu	525	6.2.7.3.4. Inne oznaczenia jodometryczne	556
6.2.4.6.5. Oznaczanie baru za pomocą mianowanego roztworu dwuchromianu(VI) potasu	525	6.2.8. Inne metody redoksymetryczne	557
		6.2.8.1. Cerometria	557
		6.2.8.2. Chromianometria	558
		6.2.8.3. Bromianometria	559
		6.2.8.4. Miareczkowanie roztworami chloranu(I) wapnia	561
		6.2.8.5. Tytanometria	561
		6.2.9. Zadania z analizy miareczkowej	563

7. ANALIZA ILOŚCIOWA METODAMI INSTRUMENTALNYMI

7.1. Metody optyczne	567	7.2.2. Elektroliza	612
7.1.1. Wiadomości ogólne	567	7.2.3. Polarografia	616
7.1.2. Spektrofotometria absorpcyjna. Kolorymetria	568	7.2.3.1. Zasady analizy polarograficznej	617
7.1.2.1. Barwa i struktura cząsteczeki	569	7.2.3.2. Aparatura polarograficzna	620
7.1.2.2. Prawa absorpcji	570	7.2.3.3. Metody polarograficzne	622
7.1.2.3. Wizualne metody kolorymetryczne (kolorymetria właściwa)	572	7.2.3.4. Przykłady oznaczeń polarograficznych	623
7.1.2.4. Fotoelektryczne metody pomiarów kolorymetrycznych	575	7.2.4. Miareczkowanie amperometryczne	625
7.1.2.4.1. Aparatura	575	7.2.5. Konduktometria	627
7.1.2.4.2. Metoda krzywej wzorcowej	578	7.2.5.1. Przykłady oznaczeń konduktometrycznych	630
7.1.2.4.3. Spektrofotometria różnicowa	582	7.3. Chromatografia	632
7.1.2.4.4. Przykłady oznaczeń spektrofotometrycznych	582	7.3.1. Wstęp	632
7.1.3. Metody spektrofotometryczne w nadfiolecie (UV) i w podczerwieni (IR)	583	7.3.2. Klasyfikacja metod chromatograficznych	632
7.1.4. Nefelometria i turbidymetria	584	7.3.3. Podstawy teoretyczne	633
7.1.5. Fluorymetria i spektrofluorymetria	584	7.3.3.1. Zjawisko adsorpcji	633
7.1.6. Spektralna analiza emisyjna	585	7.3.3.2. Dyfuzja	634
7.1.6.1. Fotometria płomieniowa	586	7.3.3.3. Zjawisko podziału	634
7.1.6.1.1. Płomieniowo-fotometryczne oznaczanie sodu	588	7.3.3.4. Wymiana jonowa	634
7.1.6.2. Spektrografia	590	7.3.3.5. Sączenie molekularne	635
7.1.6.3. Atomowa spektrometria emisyjna z plazmą wzbudzoną indukcyjnie, ICP-AES	591	7.3.4. Wielkości retencyjne	635
7.1.7. Absorpcyjna spektrometria atomowa	594	7.3.5. Podstawowe techniki chromatograficzne	637
7.1.7.1. Technika zimnych par	595	7.3.5.1. Chromatografia bibułowa	637
7.1.8. Spektrometria fluorescencji rentgenowskiej	596	7.3.5.1.1. Technika chromatografii bibułowej	639
7.1.9. Refraktometria	598	7.3.5.2. Chromatografia cienkowarstwowa (TLC)	640
7.1.10. Polarymetria	599	7.3.5.2.1. Metody ilościowe w chromatografii cienkowarstwowej	641
7.2. Metody elektrochemiczne	600	7.3.5.2.2. Ciśnieniowa chromatografia cienkowarstwowa	641
7.2.1. Potencjometria	600	7.3.5.3. Chromatografia gazowa (GC)	642
7.2.1.1. Rodzaje elektrod	601	7.3.5.3.1. Gaz nośny w chromatografii gazowej	643
7.2.1.2. Elektrometryczne pomiary pH roztworu	602	7.3.5.3.2. Urządzenia dozujące	643
7.2.1.3. Pomiar pH metodą potencjometryczną z użyciem elektrody szklanej	605	7.3.5.3.3. Kolumny	643
7.2.1.4. Miareczkowanie potencjometryczne	605	7.3.5.3.4. Wypełnienia kolumn	643
7.2.1.4.1. Przykłady potencjometrycznych oznaczeń alkacymetrycznych	607	7.3.5.3.5. Sprawność kolumn chromatograficznych	644
7.2.1.4.2. Przykłady potencjometrycznego miareczkowania red-oks	610	7.3.5.3.6. Detektory w chromatografii gazowej	646
7.2.1.4.3. Przykłady potencjometrycznego miareczkowania wytrąceniowego	611	7.3.5.3.7. Połączenie chromatografu gazowego ze spektrometrem masowym (GC-MS) lub ze spektrometrem w podczerwieni z transformacją Fouriera (GC-FTIR)	647
		7.3.5.3.8. Analiza jakościowa i ilościowa	648
		7.3.5.4. Wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC)	648
		7.3.5.4.1. Pompy stosowane w chromatografii cieczowej	648

7.3.5.4.2. Kolumny chromatograficzne i ich charakterystyka . . .	649
7.3.5.4.3. Detektory w wysokosprawnej chromatografii cieczowej	650

7.3.5.4.4. Analiza jakościowa i ilościowa	651
---	-----

8. ZASTOSOWANIA ANALITYKI W PRAKTYCE

8.1. Przemysłowa analiza chemiczna	652
8.2. Normy analizy chemicznej .	654
8.3. Przykłady analizy ciała złożonego	655
8.3.1. Analiza krzemianu	655
8.3.2. Analiza dolomitu	662
8.3.2.1. Oznaczanie straty przy prażeniu	662
8.3.2.2. Oznaczanie łącznej zawartości krzemionki i części nieroztworzalnych w kwasie solnym	663

8.3.2.3. Oznaczanie krzemionki . .	633
8.3.2.4. Oznaczanie łącznej zawartości Fe_2O_3 i Al_2O_3	664
8.3.2.5. Oznaczanie tlenku żelaza(III)	664
8.3.2.6. Oznaczanie tlenku glinu . .	665
8.3.2.7. Oznaczanie tlenku wapnia .	665
8.3.2.8. Oznaczanie tlenku magnezu .	666
Písmiennictwo	668
Skorowidz	671
Względne masy atomowe najważniejszych pierwiastków	683