

SPIS TREŚCI

Przedmowa	25
Wstęp	29

CZĘŚĆ I. WIADOMOŚCI OGÓLNE

1. TEORIA WIAZAŃ CHEMICZNYCH	37
Elementy składowe atomów	37
Cząsteczki substancji prostej i związku chemicznego	38
Elektrony w cząsteczkach	40
Wiązania chemiczne	42
Wiązania jonowe, czyli heteropolarne	43
Wiązania atomowe, czyli homeopolarne (kwa- lentne)	45
Wiązania koordynacyjne	46
Wiązania wodorowe	47
Moment dipolowy	48
Wiązania międzymetaliczne	53
Wiązania pośrednie	54
2. RÓWNOWAGA CHEMICZNA	57
Uwagi ogólne	57
Reakcje nieodwracalne i odwracalne	58
Stan równowagi reakcji chemicznych	59
Prawo działania mas	62
Praktyczne znaczenie prawa działania mas	64
3. TEORIA DYSOCJACJI ELEKTROLITYCZNEJ	66
Teoria Arrheniusa	66
Stopień dysocjacji	67
Elektrolity i nieelektrolity	69
Elektrolity mocne	70
Elektrolity słabe	74
Stała dysocjacji	75
Prawo Ostwalda	77
Równowaga w wodnych roztworach elektrolitów	79
Równowaga w procesie dysocjacji	80
Wpływ rozpuszczalnika na zjawisko dysocjacji	81
Asocjacja	82
Teoria przyciągania międzyjonowego w roztworach.	83

Teoria Debye'a i Hückela	86
Aktywność jonów	86
Hydratacja i solwatacja	90
Dysocjacja wody	91
Iloczyn jonowy wody	92
Wykładnik jonów wodorowych pH	93
Kwasy, zasady, sole	95
Kwasy	95
Zasady	99
Sole	101
Reakcje jonowe	105
Reakcje zobojętniania	106
Roztwory buforowe	107
Hydroliza	110
Stopień hydrolizy	115
Indykatory, czyli wskaźniki	116
Wskaźniki kwasowo-zasadowe	117
Miareczkowanie silnych kwasów silnymi zasadami	122
Krzywe miareczkowania	127
Miareczkowanie słabego kwasu silną zasadą	132
Miareczkowanie słabej zasady silnym kwasem	143
Miareczkowanie kwasów wieloprotonowych oraz zasad posiadających więcej jonów OH^-	147
Związki amfoteryczne	154
Teoria kwasów i zasad Brönsteda	156
Równowaga kwasowo-zasadowa	162
Rozpuszczalniki niewodne	164
Reakcja zobojętnienia w roztworze niewodnym	165
Reakcja solwolizy	167
Reakcje roztwarzania metali w rozpuszczalnikach niewodnych	168
Kwasy i zasady w teorii Lewisa	169
4. REAKCJE CHEMICZNE	176
Podział reakcji chemicznych	176
Reakcje charakterystyczne i warunki reakcji	177
Czułość reakcji chemicznych	178
5. REAKCJE TWORZENIA ZWIĄZKÓW KOMPLEKSOWYCH	184
Ogólna charakterystyka	184
Podział związków kompleksowych	187
Teoria Wernera	189
Teoria koordynacyjna	190
Liczba koordynacji	192
Budowa przestrzenna kompleksów	194
Wnioski wynikające z teorii koordynacyjnej	197

Teoria elektrostatycznego oddziaływania jonu centralnego i ligandów	204
Stała nietrwałości	207
Rola związków zespolonych w analizie jakościowej	213
Praktyczne znaczenie chemii związków kompleksowych	215
6. REAKCJE UTLENIEŃ I REDUKCJI	217
Ogólna charakterystyka	217
Układanie równań utlenienia i redukcji	222
Zasada działania ogniw galwanicznych	228
Potencjały układów oksydo-redukcyjnych	230
Równanie Nernsta	239
Równowaga układów oksydo-redukcyjnych	241
Indykatory stosowane w reakcjach utlenienia i redukcji	242
Szereg napięciowy metali	243
Podstawa uszeregowania metali	243
Wnioski wynikające z szeregu napięciowego metali	246
7. REAKCJE WYTRĄCANIA OSADÓW	252
Równowaga w procesie rozpuszczania ciał stałych	252
Iloczyn rozpuszczalności	253
Wpływ dodatku jonów wspólnych z wytrąconym osadem na jego rozpuszczalność	256
Wpływ obecności jonów obcych na rozpuszczalność wytrąconego osadu	258
Osady krystaliczne i bezpostaciowe	260
Czystość osadów	260
Adsorpcja	261
Okluzja	263
Zapobieganie zanieczyszczeniu osadów	264
Warunki strącania siarczków metali	268
Odwracalność reakcji wytrącania osadu AgCl	274
Krzywe miareczkowania jonów Cl^- roztworem AgNO_3	275
Wskaźniki stosowane w analizie strąceniowej	278
Powstawanie roztworów koloidalnych podczas oznaczeń strąceniowych	282
Zanieczyszczenia osadu AgCl na skutek zjawiska adsorpcji	283
8. REAKCJE W OBECNOŚCI DWÓCH ROZPUSZCZALNIKÓW	286
Prawo podziału Nernsta	286
Ekstrakcja selektywna jako metoda rozdzielcza	288

9. REAKCJE WYMIANY JONOWEJ	290
Wymieniacze jonowe	290
Permutyty i zeolity	290
Żywice	292
Chromatografia kolumnowa	295
Chromatografia bibułowa	296
Chromatografia gazowa	296
10. ROZTWORY	298
Podział roztworów	298
Zjawisko rozpuszczania i roztwarzania	299
Rozpuszczalność	301
Roztwory nienasycone, przesycone i nasycone	301
Efekt cieplny procesu rozpuszczania	302
Sposoby wyrażania stężeń roztworów	303
Roztwory koloidalne	305
Ogólna charakterystyka	305
Typy układów koloidalnych	306
Własności optyczne układów koloidalnych	308
Emulsje	310
Adsorpcja ładunków elektrycznych przez cząstki koloidalne	311
Koagulacja, peptyzacja	313
Elektroforeza	315
11. METODY PÓLMIKROANALIZY	317
Zasady techniki półmikroanalizy	317
Przechowywanie odczynników	318
Pobieranie roztworów	318
Naczynia stosowane w półmikroanalizie	319
Czyszczenie naczyń	320
Filtrowanie (sączenie)	321
Metoda odwirowania	321
Metoda sączenia pod ciśnieniem	322
Przemywanie osadów. Tryskawki	323
Przenoszenie osadów	325
Ogrzewanie roztworów	326
Odparowywanie	326
Rozpuszczanie osadów	327
Technika reakcji kroplowych na szkiełkach zegarko- wych, płytkach porcelanowych i na bibule	327
Strącanie siarczków	330
Identyfikacja ulatniających się gazów	331
12. PRAKTYCZNE WSKAZÓWKI	333
Stosowanie półmikroanalizy	333

Próby przygotowawcze do analizy kationów i anionów	334
Prowadzenie dziennika laboratoryjnego	334
Palnik gazowy	335
Bezpieczeństwo i higiena pracy laboratoryjnej	337

CZĘŚĆ II. ANALIZA JAKOŚCIOWA

A N A L I Z A K A T I O N Ó W	339
1. PODZIAŁ KATIONÓW	339
2. GRUPA I	342
Charakterystyka grupy	342
Srebro Ag	342
Reakcje jonów Ag^+ na drodze mokrej	343
Reakcje związków srebra na drodze suchej	347
Reakcje z odczynnikami organicznymi	347
Ołów Pb	349
Reakcje jonów Pb^{2+} na drodze mokrej	350
Reakcje związków ołowiatych na drodze suchej	354
Reakcje z odczynnikami organicznymi	354
Rtęć Hg	356
Reakcje jonów Hg^{2+} na drodze mokrej	358
Reakcje związków rtęci na drodze suchej	360
Oddzielenie kationów grupy I chlorowodorowej od pozostałych	360
Rozdzielenie kationów grupy I chlorowodorowej	361
Równania reakcji chemicznych zachodzących w toku analizy I grupy	362
Niektóre mniej pospolite pierwiastki grupy I	365
Tal Tl	365
Reakcje jonów Tl^+ na drodze mokrej	366
Reakcje z odczynnikami organicznymi	368
Reakcje jonów Tl^{3+} na drodze mokrej	368
Reakcje na drodze suchej	369
Reakcje z odczynnikami organicznymi	369
Wolfram W	370
Reakcje jonów WO_4^{2-} na drodze mokrej	371
Reakcje wolframu na drodze suchej	373
3. GRUPA II	376
Charakterystyka grupy	376
Podgrupa I metali, których siarczki nie rozpuszczają się w siarczku amonowym	378

Rtęć Hg	378
Reakcje jonów Hg^{2+} na drodze mokrej . . .	378
Reakcje soli rtęci na drodze suchej . . .	381
Reakcje z odczynnikami organicznymi . . .	382
Miedź Cu	383
Reakcje jonów Cu^{2+} na drodze mokrej . . .	384
Reakcje jonów Cu^{2+} na drodze mokrej . . .	385
Reakcje soli miedzi na drodze suchej . . .	389
Reakcje z odczynnikami organicznymi . . .	389
Kadm Cd	391
Reakcje jonów Cd^{2+} na drodze mokrej . . .	391
Reakcje soli kadmu na drodze suchej . . .	393
Reakcje z odczynnikami organicznymi . . .	393
Bismut Bi	395
Reakcje jonów Bi^{3+} na drodze mokrej . . .	396
Reakcje soli bizmutu na drodze suchej . . .	400
Reakcje z odczynnikami organicznymi . . .	400
Podgrupa II metali, których siarczki rozpuszczają się w siarczku amonowym	401
Arsen As	401
Reakcje jonu kwasu arsenawego AsO_3^{3-} na drodze mokrej	402
Reakcje jonu kwasu arsenowego AsO_4^{3-} na drodze mokrej	405
Reakcje specjalne na obecność jakichkolwiek związków arsenu	408
P r ó b a M a r s h a	408
P r ó b a G u t z e i t a	409
Reakcje związków arsenu na drodze suchej . . .	410
P r ó b a B e r z e l i u s a	410
P r ó b a k a k o d y l o w a	411
Antymon Sb	411
Reakcje jonów antymonu trójwartościowego Sb^{3+} na drodze mokrej	412
Reakcje jonów antymonu pięciowartościowego SbO_4^{3-} na drodze mokrej	414
Reakcje związków antymonu na drodze suchej . . .	416
Reakcje z odczynnikami organicznymi . . .	416
Cyna Sn	418
Reakcje jonu cynawego Sn^{2+} na drodze mokrej . . .	419
Reakcje jonu cynowego Sn^{4+} na drodze mokrej . . .	421
Reakcje związków cyny na drodze suchej . . .	423
Reakcje z odczynnikami organicznymi . . .	423
Oddzielanie kationów grupy II siarkowodorowej od pozostałych	425

Oddzielanie siarkokwasów od siarkozasad (siar- kosoli od siarczków)	426
Oddzielanie i wykrywanie Hg^{2+}	426
Badanie przesączu po kwasie azotowym	427
Oddzielanie i wykrywanie Bi^{3+}	427
Wykrywanie miedzi i kadmu	428
Rozdzielanie związków antymonu, arsenu i cyny.	428
Równania reakcji chemicznych zachodzących w to- ku analizy I podgrupy II grupy analitycznej	433
Równania reakcji zachodzących w toku analizy II podgrupy II grupy kationów	435
Niektóre mniej pospolite pierwiastki grupy II	437
Platyna Pt	437
Reakcje jonów $[PtCl_6]^{2-}$ na drodze mokrej	438
Reakcje platyny na drodze suchej	440
Reakcje z odczynnikami organicznymi	441
Molibden Mo	441
Reakcje jonów MoO_4^{2-} na drodze mokrej	442
Reakcje molibdenu na drodze suchej	444
Reakcje z odczynnikami organicznymi	445
Selen Se	446
Reakcje jonów SeO_3^{2-} na drodze mokrej	447
Reakcje z odczynnikami organicznymi	448
Reakcje jonów SeO_4^{2-} na drodze mokrej	449
Reakcje selenu na drodze suchej	450
Tellur Te	450
Reakcje jonów TeO_3^{2-} na drodze mokrej	451
Reakcje jonów TeO_4^{2-} na drodze mokrej	453
Reakcje telluru na drodze suchej	454
Złoto Au	454
Reakcje jonów Au^{3+} na drodze mokrej	456
Reakcje związków złota na drodze suchej	459
Reakcje z odczynnikami organicznymi	459
Pallad Pd	460
Reakcje jonów Pd^{2+} na drodze mokrej	461
Reakcje związków palladu na drodze suchej	464
Reakcje z odczynnikami organicznymi	464
4. GRUPA III.	471
Charakterystyka grupy	471
Glin Al	473
Reakcje jonów Al^{3+} na drodze mokrej	474
Reakcje związków glinowych na drodze su- chej	478
Reakcje z odczynnikami organicznymi	479

Chrom Cr	482
Reakcje jonów Cr^{3+} na drodze mokrej	483
Związki pochodzące od trójtlenku chromowego	485
Utlenianie związków chromowych do chromianów i dwuchromianów	486
Reakcje jonów CrO_4^{2-} i $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ oparte na strącaniu osadów	487
Utleniające działanie chromianów	489
Utlenianie soli chromowych na drodze suchej	490
Reakcje soli chromowych na drodze suchej	490
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	491
Żelazo Fe.	492
Reakcje jonów żelazawych Fe^{2+} na drodze mokrej	493
Reakcje z odczynnikami organicznymi	497
Reakcje jonów żelazowych Fe^{3+} na drodze mokrej	499
Reakcje związków żelaza na drodze suchej	503
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	503
Cynk Zn	504
Reakcje jonów Zn^{2+} na drodze mokrej	506
Reakcje soli cynku na drodze suchej.	509
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	510
Mangan Mn.	510
Reakcje jonów Mn^{2+} na drodze mokrej	512
Reakcje soli manganawych na drodze suchej.	517
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	518
Nikiel Ni.	519
Reakcje jonów Ni^{2+} na drodze mokrej.	520
Reakcje soli niklawych na drodze suchej.	523
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	524
Kobalt Co.	525
Reakcje jonów Co^{2+} na drodze mokrej	526
Reakcje soli kobaltu na drodze suchej.	529
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	530
Oddzielanie kationów grupy III od pozostałych.	531
Badanie roztworu chlorków AlCl_3 , CrCl_3 , FeCl_2 , ZnCl_2 , MnCl_2	538
Badanie osadu $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$	538
Badanie na Fe^{3+}	539
Badanie na Cr^{3+}	539
Badanie na Mn^{2+}	539
Badanie przesączu po oddzieleniu $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$ i $\text{Mn}(\text{OH})_2$ na obecność Al^{3+} i Zn^{2+}	540
Usuwanie z analizy kwasów: fosforowego, szcza-	

wiowego, fluorowodorowego, krzemowego przed strąceniem grupy III	540
Usuwanie HPO_4^{2-} za pomocą cyny i HNO_3	540
Usuwanie PO_4^{3-} za pomocą buforu octanowego	541
Usuwanie jonów $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (szczawianów) i innych zwią- zków organicznych, BO_3^{3-} (boranów), SiO_3^{2-} (krze- mianów).	542
Równania reakcji chemicznych zachodzących w to- ku analizy grupy III	543
Niektóre mniej pospolite pierwiastki oddziela- ne z grupą III	548
Wanad V	548
Reakcje jonów VO_4^{3-} na drodze mokrej	548
Reakcje związków wanadu na drodze suchej	550
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	550
Beryl Be	551
Reakcje jonu Be^{2+} na drodze mokrej.	552
Reakcje berylu na drodze suchej	554
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	554
Tytan Ti	555
Reakcje jonów Ti^{4+} na drodze mokrej	556
Reakcje tytanu na drodze suchej.	559
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	559
Cyrkon Zr.	560
Reakcje jonów Zr^{4+} na drodze mokrej	561
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	563
Uran U	564
Reakcje jonu UO_2^{2+} na drodze mokrej.	565
Reakcje uranu na drodze suchej	569
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	569
Tor Th	570
Reakcje jonów Th^{4+} na drodze mokrej	570
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	572
Cer Ce	572
Reakcje jonów Ce^{3+} na drodze mokrej	574
Reakcje jonów Ce^{4+} na drodze mokrej	576
Reakcje związków ceru na drodze suchej	577
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	577
5. GRUPA IV.	581
Charakterystyka grupy.	581
Bar Ba	582
Reakcje jonów Ba^{2+} na drodze mokrej	582
Reakcje soli barowych na drodze suchej	585
Reakcje z odczynnikami organicznymi.	586

Stront Sr.	586
Reakcje jonów Sr^{2+} na drodze mokrej	587
Reakcje soli strontu na drodze suchej. . . .	588
Reakcje z odczynnikami organicznymi. . . .	589
Wapń Ca.	589
Reakcje jonów Ca^{2+} na drodze mokrej	590
Reakcje soli wapnia na drodze suchej	592
Reakcje z odczynnikami organicznymi. . . .	592
Oddzielanie kationów barowych, strontowych i wapniowych	593
Równania reakcji chemicznych IV grupy katio- nów w toku analizy	594
6. GRUPA V	597
Charakterystyka grupy.	597
Sód Na	597
Reakcje jonów Na^+ na drodze mokrej	598
Reakcje sodu na drodze suchej.	599
Potas K.	599
Reakcje jonów K^+ na drodze mokrej.	600
Reakcje związków potasu na drodze suchej . .	602
Reakcje z odczynnikami organicznymi. . . .	602
Amon NH_4^+	603
Reakcje jonu NH_4^+ na drodze mokrej.	603
Usuwanie jonów NH_4^+	605
Reakcje soli amonowych na drodze suchej. . .	606
Magnez Mg.	606
Reakcje jonów Mg^{2+} na drodze mokrej	607
Reakcje z odczynnikami organicznymi. . . .	610
Wykrywanie potasowców wobec magnezu.	611
Oddzielanie Mg^{2+} od Na^+ i K^+	612
Analiza mieszaniny kationów IV i V grupy . . .	613
Równania reakcji służących do wykrycia katio- nów grupy V.	617
Niektóre mniej pospolite pierwiastki grupy V . . .	619
Lit Li	619
Reakcje jonów Li^+ na drodze mokrej	620
Reakcje litu na drodze suchej.	621
7. METODA ROZDZIELANIA KATIONÓW GRUPY III OD KATIONÓW GRUPY II Z ZASTOSOWANIEM AMIDU KWASU TIOOCTOWEGO(AKT)	622
A N A L I Z A A N I O N Ó W	636
8. PRZYGOTOWANIE PRÓBKII DO BADANIA NA ANiony I ICH PO- DZIAŁ	636
9. GRUPA I	641
Charakterystyka grupy.	641
Chlor i reakcje jonu Cl^-	641

Chlor Cl	641
Chlorowódór HCl	642
Reakcje jonu Cl^- na drodze mokrej	643
Zachowanie się chlorków podczas prażenia	645
Brom i reakcje jonu Br^-	646
Brom Br	646
Bromowódór HBr	646
Reakcje jonu Br^- na drodze mokrej	647
Reakcje z odczynnikami organicznymi	649
Jod i reakcje jonu J^-	650
Jod J	650
Jodowódór HJ	651
Reakcje jonu J^-	652
Wykrywanie obok siebie jonów Cl^- , Br^- , J^-	654
Cyjanowódór i reakcje jonu CN^-	656
Cyjanowódór czyli kwas pruski	656
Reakcje jonu CN^-	657
Zachowanie się cyjanków podczas prażenia	659
Reakcje z odczynnikami organicznymi	660
Kwas żelazocyjanowodorowy i reakcje jonu $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	661
Kwas żelazocyjanowodorowy $\text{H}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	661
Reakcje jonu $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ na drodze mokrej	661
Zachowanie się żelazocyjanków podczas prażenia	663
Kwas żelazicyjanowodorowy i reakcje jonu $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	663
Kwas żelazicyjanowodorowy $\text{H}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	663
Reakcje jonu $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	663
Kwas rodanowodorowy i reakcje CNS^-	664
Kwas rodanowodorowy HCNS, czyli siarkocyjanowodorowy	664
Reakcje jonu CNS^-	664
Zachowanie się rodanków podczas prażenia	666
Wykrywanie rodanków obok chlorków i cyjanków	667
Wykrywanie rodanków, żelazocyjanków i żelazicyjanków	667
Wykrywanie chlorowców obok rodanków	668
Reakcje chlorynów i podchlorynów	668
Reakcje jonu ClO^-	668
Reakcje jonu ClO_2^-	670
Analiza anionów I grupy	670
10. GRUPA II	672
Charakterystyka grupy	672
Reakcje jonów NO_2^-	672
Reakcje z odczynnikami organicznymi	675
Siarka	676

Kwas siarkowodorowy.	678
Reakcje jonów HS^- i S^{2-}	679
Zachowanie się siarczzków podczas prażenia.	680
Kwas octowy CH_3COOH	681
Reakcje jonu CH_3COO^-	681
Reakcje octanów na drodze suchej	682
11. GRUPA III.	683
Charakterystyka grupy	683
Kwas siarkawy i reakcje jonu HSO_3^- i SO_3^{2-}	683
Kwas siarkawy H_2SO_3	683
Reakcje jonów HSO_3^- i SO_3^{2-} (na drodze mokrej)	684
Reakcje siarczynów na drodze suchej	686
Kwas węglowy i reakcje jonu HCO_3^- i CO_3^{2-}	687
Kwas węglowy H_2CO_3	687
Reakcje jonów CO_3^{2-} na drodze mokrej	688
Reakcje węglanów na drodze suchej	689
Kwas szczawiowy i reakcje jonu $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	690
Kwas szczawiowy $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	690
Reakcje jonów $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ na drodze mokrej	690
Reakcje szczawianów na drodze suchej	691
Kwas borowy i reakcje jonu BO_2^-	691
Kwas borowy H_3BO_3	691
Reakcje jonów BO_2^- na drodze mokrej	692
Reakcje boranów na drodze suchej	693
Reakcje z odczynnikami organicznymi	694
12. GRUPA IV	695
Charakterystyka grupy	695
Kwas ortofosforowy i reakcje jonu PO_4^{3-}	695
Kwas ortofosforowy H_3PO_4	695
Reakcje jonów PO_4^{3-} na drodze mokrej	696
Reakcje fosforanów na drodze suchej	698
Kwas tiosiarkowy i reakcje jonu $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	698
Kwas tiosiarkowy $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	698
Reakcje jonów $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ na drodze mokrej	699
Reakcje tiosiarczanów na drodze suchej	701
Wykrywanie kwasu siarkawego, tiosiarkowego i siarkowodoru	701
Analiza anionów III i IV grupy	702
13. GRUPA V	703
Charakterystyka grupy	703
Kwas azotowy i reakcje jonu NO_3^-	703
Kwas azotowy HNO_3	703
Reakcje jonów NO_3^- na drodze mokrej	704
Reakcje z odczynnikami organicznymi	705
Kwas chlorowy i reakcje jonu ClO_3^-	707

Kwas chlorowy HClO_3	707
Reakcje jonów ClO_3^- na drodze mokrej	707
Reakcje chloranów na drodze suchej	709
Wykrywanie obok siebie kwasu chlorowodorowego, azotowego i chlorowego	709
Kwas nadchlorowy i reakcje jonu ClO_4^-	709
Kwas nadchlorowy HClO_4	709
Reakcje jonu ClO_4^-	710
14. GRUPA VI	711
Charakterystyka grupy	711
Kwas siarkowy i reakcje jonu SO_4^{2-}	711
Kwas siarkowy H_2SO_4	711
Reakcje jonu SO_4^{2-}	712
Kwas fluorowodorowy i reakcje jonu F^-	713
Kwas fluorowodorowy H_2F_2	713
Reakcje jonu F^- na drodze mokrej	713
Kwas fluorokrzmowodorowy i reakcje jonu SiF_6^{2-}	714
Reakcje jonów SiF_6^{2-} na drodze mokrej	714
15. GRUPA VII	716
Charakterystyka grupy	716
Kwas krzemowy i reakcje jonu SiO_3^{2-}	716
Kwas krzemowy H_2SiO_3	716
Reakcje jonów SiO_3^{2-} na drodze mokrej	716
Reakcje krzemianów na drodze suchej	717
Analiza złożona anionów grupy V, VI, VII	717
Wykrywanie anionów różnych grup	719
ANALIZA ZŁOŻONA SUBSTANCJI NIEORGANICZNEJ	720
16. BADANIA WSTĘPNE	722
Ogrzewanie substancji na drodze suchej w probówce, lub rurce trudno topliwej	722
Badanie w perle boraksowej i fosforanowej	723
Badanie na zabarwienie płomienia	725
Badanie na węglu w płomieniu dmuchawki	726
Redukcja na pręciku z węgla i węglanu sodowego . .	729
Badanie zachowania się substancji w rozc. i stężonym H_2SO_4	730
17. ANALIZA KATIONÓW W SUBSTANCJI ZŁOŻONEJ	731
Badana próbka jest ciałem stałym	731
Usunięcie ciał organicznych z badanej substancji.	732
Rozpuszczanie substancji w wodzie	733
Zestawienie pospolitych związków nierozpuszczalnych w wodzie	735
Niektóre związki w wodzie nierozpuszczalne . .	738

Roztwarzanie substancji w kwasie solnym	739
Usuwanie krzemionki	739
Roztwarzanie w kwasie azotowym	740
Roztwarzanie w wodzie królewskiej	741
Stapianie substancji nierozpuszczalnych	742
Badana próbka jest cieczą z osadem	747
Rozdzielanie poszczególnych grup kationów	748
18. ANALIZA ANIONÓW W SUBSTANCJI ZŁOŻONEJ	749
19. IDENTYFIKACJA PROSTYCH ZWIĄZKÓW CHEMICZNYCH.	754
Badania wstępne	755
Wykrywanie anionów CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, S^{2-} , i CH_3COO^-	755
Wykrywanie kationów NH_4^+	756
Wykrywanie kationów Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}	756
Identyfikacja związków rozpuszczalnych w wodzie lub w kwasach	757
Identyfikacja kationów	760
Identyfikacja anionów	766
Identyfikacja związków nierozpuszczalnych w kwasach	766
20. ANALIZA STOPÓW METALI	768
Ważniejsze rodzaje stopów	768
Roztwarzanie stopów składających się z następujących metali: Sn, Sb, Pb, Bi, Cu, Cd, Fe, Al, Ni, Co, Mn, Zn, P	770
Roztwarzanie H_2SnO_3 i HSbO_3	771
Zestawienie rozpuszczalników metali	772

CZĘŚĆ III ANALIZA ILOŚCIOWA

PODZIAŁ ANALIZY ILOŚCIOWEJ	781
I. WSTĘP DO ANALIZY WAGOWEJ	785
1. Wagi analityczne	785
2. Przepisy korzystania z wagi analitycznej	790
3. Czułość i rzetelność wagi	790
4. Wyznaczanie punktu zerowego wagi	794
5. Oznaczanie czułości wagi	796
6. Ważenie sposobem wahnień	796
7. Metoda równoważenia konikiem	797
8. Metoda małych wahnień	798
9. Błędy podczas ważenia	798
10. Sprawdzanie odważników	801
11. Podział podstawowych czynności w analizie wagowej	805

12. Przygotowanie substancji do analizy	806
13. Odważanie substancji badanej i wyodrębnionego osadu	807
14. Ilościowe rozpuszczanie próbek i strąconych osadów	809
15. Stapianie próbek i osadów	811
16. Odparowywanie i stężanie roztworów	813
17. Strącanie osadów	813
18. Ilościowe oddzielanie i odsączenie osadów	815
Przygotowanie tygla Goocha	819
19. Suszenie i prażenie osadów	820
20. Przykłady obliczeń w analizie wagowej	823
21. Sposób zapisywania wyników analizy	825

II. PRZYKŁADY OZNACZEŃ W ANALIZIE WAGOWEJ	827
1. Woda w osadach analitycznych	827
Woda hydratacyjna (krystalizacyjna)	827
Woda zaadsorbowana	829
Woda okludowana	830
Woda konstytucyjna	831
2. Metody oznaczania wody w ciałach stałych	831
Wykonanie oznaczenia wody metodą pośrednią	833
Bezpośrednie metody oznaczania wody	834
Metody chemiczne	835
3. Oznaczanie popiołu	835
4. Bar	837
Oznaczanie baru w postaci siarczanu BaSO_4	837
Oznaczanie baru w postaci chromianu BaCrO_4	843
5. Wapń	844
Oznaczanie wapnia w postaci szczawianu $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	844
Oznaczanie wapnia w postaci tlenku CaO	848
6. Magnez	849
Oznaczanie magnezu w postaci fosforanu amonowo-magnezowego MgNH_4PO_4 i pyrofosforanu $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$	849
Oddzielanie wapnia i magnezu za pomocą szczawianu amonowego	853
7. Analiza dolomitu	855
8. Żelazo	856
Oznaczanie żelaza w postaci Fe_2O_3	856
Oddzielanie żelaza i glinu od jonów metali dwuwartościowych	861
9. Glin	864
Oznaczanie glinu w postaci tlenku Al_2O_3	865
Oznaczanie żelaza obok glinu	869
10. Cynk	870
Oznaczanie cynku w postaci fosforanu amonowocynkowego ZnNH_4PO_4	870

11.	Ołów	873
	Oznaczanie ołowiu w postaci siarczanu $PbSO_4$	873
12.	Analiza mosiądzu	876
	Zasada oddzielania składników stopu	876
	Oznaczanie cyny w postaci dwutlenku SnO_2	877
	Oznaczanie ołowiu	878
	Oznaczanie miedzi	878
	Oznaczanie cynku	879
13.	Przykłady oznaczeń wagowych niektórych anionów	880
	Oznaczanie siarczanów w obecności soli potasowych, sodowych, amonowych i kwasów	880
	Oznaczanie kwasu krzemowego	882
	Oznaczanie kwasu węglowego	883
	Oznaczanie ortofosforanów i kwasu fosforowego	886
	Oznaczanie kwasu fosforowego metodą Woya	887
III.	PODSTAWY ANALIZY OBJĘTOŚCIOWEJ	890
1.	Przedmiot analizy objętościowej	890
2.	Podział analizy objętościowej oparty na klasyfikacji stosowanych reakcji.	891
3.	Roztwory mianowane	895
4.	Punkt równoważnikowy w reakcjach stosowanych w analizie objętościowej	899
5.	Odmierzanie objętości w analizie miareczkowej.	903
6.	Oczyszczanie naczyń miarowych	905
7.	Kalibrowanie naczyń.	906
8.	Biurety.	910
9.	Sprawdzanie i kalibrowanie biurety	913
10.	Kolby miarowe	916
11.	Sprawdzanie i kalibrowanie kolby miarowej	917
12.	Pipety	918
13.	Sprawdzanie i kalibrowanie pipety.	920
14.	Wyznaczanie współmierności między pipetą i kolbą	922
IV.	ALKALIMETRIA I ACYDYMETRIA (ALKACYMETRIA).	924
1.	Teoria metod opartych na reakcji zobojętniania	924
2.	Wskaźniki dla reakcji zobojętniania	925
	Wybór wskaźnika	928
3.	Przygotowanie roztworów	929
4.	Sporządzanie i oznaczanie 1/10n roztworu HCl za pomocą Na_2CO_3	930
5.	Sporządzanie 1/10n roztworu Na_2CO_3	935
6.	Oznaczanie miana kwasu solnego za pomocą Na_2CO_3	937
	Oznaczanie miana HCl za pomocą boraksu	938
	Oznaczanie miana HCl za pomocą szczawianu sodowego	938

Oznaczanie miana HCl metodą jodometryczną . . .	939
Oznaczanie miana HCl metodą wagową	939
7. Przygotowanie i oznaczanie miana 1/10n roztworu NaOH	940
Oznaczanie miana NaOH za pomocą kwasu solnego.	942
Oznaczanie miana NaOH za pomocą kwasu szczawowego	943
8. Oznaczanie kwasu siarkowego	944
9. Oznaczanie kwasu octowego	945
10. Oznaczanie zawartości NaOH i Na_2CO_3 obok siebie	945
Metoda Winklera	945
Metoda Wardera	948
11. Oznaczanie mieszaniny NaHCO_3 i Na_2CO_3	950
12. Oznaczanie przemijającej i trwałej twardości wody	950
Oznaczanie przemijającej twardości wody . . .	951
Oznaczanie całkowitej ogólnej i trwałej twardości wody	952
Oznaczanie twardości wody metodą Clarka . . .	954
Oznaczanie twardości wody metodą Boudrona-Boudeta	958
13. Obliczenia stosowane w analizie objętościowej alkałymetrycznej	960

V. OKSYDYMETRIA	978
1. Teoria metod opartych na reakcjach utleniania i redukcji	978
Uwagi ogólne	978
Podział analizy oksydymetrycznej	978
2. Nadmanganometria	979
Ogólne uwagi o roztworze KMnO_4	979
Przygotowanie roztworu 1/10n KMnO_4	981
Oznaczanie miana roztworu KMnO_4 za pomocą kwasu szczawowego ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	982
Przygotowanie 1/10n kwasu szczawowego	984
Utlenianie KMnO_4 w środowisku alkalicznym . .	985
Manganometryczne oznaczanie manganu metodą Volharda-Wolffa	986
Przykłady miareczkowania nadmanganianem potasu w środowisku kwaśnym	987
Manganometryczne oznaczanie żelaza	987
Oznaczanie kwasu szczawowego	992
Oznaczanie wapnia	993
Oznaczanie nadtlenu wodoru	994
3. Przykłady innych oznaczeń oksydymetrycznych .	995
Miareczkowanie roztworami bromianu potasowego	995

Oznaczanie kwasu arsenawego za pomocą KBrO_3	996
Oznaczanie antymonu za pomocą KBrO_3	996
Oznaczanie cyny za pomocą miareczkowania bromianem	997
Miareczkowanie roztworem FeCl_3	998
Oznaczenie cyny za pomocą miareczkowania chlorkiem żelazowym (po redukcji glinem) .	998
4. Cerometria	999
5. Chromianometria	1000
6. Jodometria	1001
Podstawy teoretyczne jodometrii	1001
Przygotowanie roztworów stosowanych w jodometrii	1005
Przygotowanie roztworu skrobi	1005
Przyrządzanie 0,1n roztworu jodu	1005
Przygotowanie 0,1n roztworu $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	1006
Oznaczanie miana roztworu $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ za pomo- cą jodu	
Oznaczanie miana $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ za pomocą KMnO_4	
Oznaczanie miana jodu za pomocą $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.	
Oznaczanie miana jodu za pomocą kwasu arse- nawego.	
Przykłady oznaczeń jodometrycznych	
Jodometryczne oznaczanie żelaza	
Oznaczanie siarkowodoru	
Oznaczanie formaliny	
Oznaczanie podchlorynów.	
7. Metody objętościowe oparte na odtlenianiu (re- dukcji).	
Miareczkowanie roztworami soli tytanawych . .	
Oznaczanie żelaza w rudzie za pomocą mia- reczkowania chlorkiem tytanawym	
Miareczkowanie solami żelazowymi Fe^{2+}	
8. Obliczenia stosowane w analizie oksydymetrycz- nej	
VI. ANALIZA STRĄCENIOWA	
Teoria metod strąceniowych	
Uwagi ogólne	
Argentometria	
Przygotowanie roztworów	
Przygotowanie roztworu 0,1n AgNO_3	
Przygotowanie roztworu 0,1n NaCl	

Przygotowanie roztworu 0,1n NH_4CNS lub KCNS	1037
Oznaczanie miana roztworu AgNO_3	1037
Przykłady oznaczeń z analizy strąceniowej	1039
Oznaczanie jonów Cl^- metodą Mohra	1039
Oznaczanie jonów Cl^- metodą Volharda	1041
Miareczkowanie chlorowców w obecności wskaźników adsorpcyjnych metodą Fajansa i Has-sela	1042
Oznaczanie srebra za pomocą miareczkowania rodankiem	1045
Przykłady innych zastosowań metod analizy strąceniowej	1046
Oznaczanie cynku za pomocą miareczkowania żelazocyjankiem	1046
Oznaczanie miana roztworu $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	1048
Metody oparte na tworzeniu związków słabo zdysocjowanych lub kompleksowych (kompleksometria)	1050
VII. ANALIZA KOMPLEKSONOMETRYCZNA	1055
Uwagi ogólne	1055
Kwas etylenodwuaminoczteroocowy, jego sole i kompleksy	1057
Praktyczne zastosowanie EDTA w analizie objętościowej	1060
Podstawy teoretyczne kompleksonometrycznego oznaczania twardości wody	1060
Oznaczanie kompleksonometryczne twardości całkowitej wody	1063
Oznaczanie twardości całkowitej metodą zwykłą	1064
Oznaczanie twardości całkowitej metodą zmodyfikowaną 1	1065
Oznaczanie twardości całkowitej metodą zmodyfikowaną 2	1065
Oznaczanie twardości magnezowej	1066
Oznaczanie twardości wapniowej	1067
Oznaczanie miana EDTA	1068
A N A L I Z A I N S T R U M E N T A L N A	1070
VIII. ANALIZA ELEKTROLITYCZNA	1070
1. Reakcje zachodzące podczas elektrolizy	1070
2. Jednostki pomiarowe i prawa elektrolizy	1072
3. Siła elektromotoryczna i potencjał rozkładowy	1074
4. Natężenie prądu	1079
5. Opory	1080

6. Elektroliza przyśpieszona	1081
7. Skład roztworu elektrolitu	1081
8. Aparatura do elektrolizy	1082
9. Schematy połączeń aparatów do elektrolizy	1084
10. Wykonanie elektrolizy.	1086
11. Przykłady oznaczeń elektrolitycznych	1093
Oznaczanie miedzi.	1093
Elektrolityczne oznaczanie miedzi, ołowiu i cy-	
nku w mosiądzu	1096
Oznaczanie ołowiu	1096
Oznaczanie cynku	1098
IX. METODY OPTYCZNE	1099
1. Ogólna charakterystyka	1099
2. Kolorymetria	1100
Metody badań kolorymetrycznych	1107
Metody fotokolorymetryczne	1109
Przykłady kolorymetrycznych oznaczeń	1113
Oznaczanie amoniaku	1113
Oznaczanie trójwartościowego żelaza	1115
Kolorymetryczne oznaczanie pH	1117
X. ELEKTROLITYCZNE METODY MIARECZKOWANIA	1121
1. Ogólna charakterystyka	1121
2. Potencjometria	1124
Teoretyczne podstawy potencjometrii	1124
Przyrządy stosowane w potencjometrii	1128
Potencjometryczne miareczkowanie	1129
Przykłady oznaczeń metodą potencjometryczną.	1132
Oznaczanie pH	1132
Potencjometryczne miareczkowanie zasad i	
kwasów	1134
Potencjometryczne miareczkowanie wielopro-	
tonowych kwasów	1135
3. Konduktometria	1135
Teoretyczne podstawy konduktometrii	1135
Metoda pomiarów konduktometrycznych	1140
Przykłady miareczkowania konduktometrycznego	1142
Oznaczanie zasady sodowej	1142
Oznaczanie siarczanów	1143
XI. POLAROGRAFIA	1144
Postawy polarografii.	1144

XII. METODY OZNACZEŃ ILOŚCIOWYCH OPARTE NA INNYCH ZJAWISKACH FIZYKO-CHEMICZNYCH

Nefelometria	1150
Optyczna analiza widmowa	1150
Refraktometria	1151
Interferometria	1151
Polarymetria	1152
Mikroskopia	1152
Chromatografia	1153
Analiza mechaniczna	1153
	1154