

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Vorsichtsmaßnahmen und Unfallverhütung im chemischen Labor	3
1 Qualitative Analyse	11
1.1 Anorganische Verbindungen	11
1.1.1 Allgemeine Einführung	11
1.1.2 Vorproben	22
1.1.3 Nachweis wichtiger Elementar-Substanzen	33
1.1.4 Schnelltests	35
1.1.5 Untersuchung von Anionen	37
1.1.6 Untersuchung von Kationen	70
1.1.6.1 Lösliche Gruppe	72
1.1.6.2 Ammoniumcarbonat-Gruppe (NH ₄) ₂ CO ₄ -Gruppe	77
1.1.6.3 Ammoniumsulfid-Gruppe (NH ₄) ₂ S-Gruppe	81
1.1.6.4 Schwefelwasserstoff-Gruppe (H ₂ S-Gruppe)	106
1.2 Organische Verbindungen	135
1.2.1 Nachweis der Elemente in organischen Verbindungen	135
1.2.2 Ausgewählte Nachweis- und Identitätsreaktionen für funktionelle Gruppen	140
2 Grundlagen der quantitativen Analyse	163
2.1 Analytische Geräte	163
2.1.1 Waagen	163
2.1.2 Volumenmeßgeräte für Flüssigkeiten	167
2.2 Konzentrationsmaße	171
2.2.1 Konzentrationsangaben des SI-Systems	171
2.2.2 Berechnung der Stoffmengen bei chemischen Umsetzungen	179
2.2.3 Aktivität	181

2.3	Statistische Auswertung von Analysendaten	185
3	Klassische quantitative Analyse	189
3.1	Grundlagen der Gravimetrie	189
3.1.1	Gravimetrische Grundoperationen	190
3.1.2	Löslichkeit	196
3.1.3	Komplexbildung	203
3.1.4	Niederschlagsbildung	205
3.1.5	Berechnung der Analysenwerte	207
3.2	Gravimetrische Analysen mit anorganischen Fällungsreagenzien	209
3.3	Gravimetrische Analysen mit organischen Fällungsreagenzien	213
3.4	Grundlagen der Maßanalyse	215
3.4.1	Maßlösungen, Urtitersubstanzen	217
3.4.2	Berechnung der Analysen	221
3.4.3	Indikatoren	223
3.5	Säure-Base-Titrationsen (Neutralisationstitrationsen, Acidimetrie/Alkalimetrie)	230
3.5.1	Theorie der Säuren und Basen	230
3.5.2	Aciditäts- und Basizitätskonstante (Säuren- und Basenkonstante)	233
3.5.3	Ionenprodukt des Wassers	236
3.5.4	pH-Wert	238
3.5.5	Säure-Base-Reaktionen	244
3.5.6	„Hydrolyse“ (Protolyse) von Salzen	245
3.5.7	Puffer	246
3.6	Titrationsen von Säuren und Basen in wäßrigen Lösungen	251
3.6.1	Titrationskurven	251
3.6.2	Endpunkte der Titrationsen	258
3.6.3	Titrationsmöglichkeiten (Abschätzung anhand vorgegebener pK-Werte)	259
3.6.4	Anwendungsbeispiele	260
3.7	Titrationsen von Säuren und Basen in nichtwäßrigen Lösungen	270
3.7.1	Physikalisch-chemische Grundlagen	270

IX

3.7.2	Lösungsmittel und ihre Einflüsse	274
3.7.3	Titration schwacher Basen	278
3.7.4	Titration schwacher Säuren	281
3.8	Grundlagen der Oxidations- und Reduktionsanalysen	283
3.8.1	Oxidation und Reduktion	283
3.8.2	Redoxreaktionen	284
3.8.3	Redoxpotentiale (Standardpotentiale und Normalpotentiale)	285
3.8.4	Elektroden	292
3.9	Redoxtitrationen (Oxidimetrie)	297
3.9.1	Titrationenkurven	297
3.9.2	Endpunkte der Titration	299
3.9.3	Anwendungsbeispiele	301
3.10	Fällungstitrationen	318
3.10.1	Titrationenkurven	318
3.10.2	Endpunkte der Titrationen	320
3.10.3	Anwendungsbeispiele	320
3.11	Komplexometrische Titrationen (Chelatometrie)	325
3.11.1	Chelatbildner	326
3.11.2	Titrationenmöglichkeiten mit Dinatriummethylen-diamintetraacetat (EDTA)	328
3.11.3	Titrationenendpunkte	329
3.11.4	Komplexometrische Arbeitsweisen	330
3.11.5	Titrationenkurven	332
3.11.6	Anwendungsbeispiele mit EDTA	334
4	Elektroanalytische Verfahren	341
4.1	Grundlagen der Potentiometrie	341
4.1.1	Allgemeines	341
4.1.2	Meßanordnung (für die Wendepunktmethode) und Meßelektroden	342
4.1.3	Anwendungsbereiche	344
4.1.4	Anwendungsbeispiele	344
4.2	Grundlagen der Elektrogravimetrie	355
4.2.1	Allgemeines	355
4.2.2	Trennungen durch Elektrolyse	360
4.2.3	Instrumentelle Anordnung	362

4.2.4	Anwendungen	363
4.3	Grundlagen der Coulometrie	365
4.3.1	Allgemeines	365
4.3.2	Durchführung coulometrischer Messungen	366
4.3.3	Anwendungsbereiche der potentiostatischen Coulometrie	370
4.3.4	Anwendungsbeispiele	374
4.4	Grundlagen der Polarographie	376
4.4.1	Allgemeines und instrumentelle Anordnung	376
4.5	Grundlagen der Konduktometrie	391
4.5.1	Allgemeines	391
4.5.2	Prinzipielle Anwendung	397
4.6	Grundlagen der Voltametrie	401
4.6.1	Allgemeines	401
4.6.2	Prinzipielle Anwendung	403
4.7	Grundlagen der Amperometrie	404
4.7.1	Allgemeines	404
4.7.2	Prinzipielle Anwendung	407
5	Optische und spektroskopische Analysenverfahren	411
5.1	Einfache optische Analysenmethoden	411
5.1.1	Refraktometrie	411
5.1.2	Polarimetrie	414
5.1.3	Fluoreszenzspektroskopie	416
5.1.4	Nephelometrie	417
5.2	Molekülspektroskopische Methoden	417
5.2.1	Gemeinsame Grundlagen von Atom- und Molekülspektren	417
5.2.2	Absorptionsspektroskopie im ultravioletten und sichtbaren Bereich	423
5.2.3	Absorptionsphotometrie	431
5.2.4	Kolorimetrie	432
5.2.5	Infrarot-Absorptionsspektroskopie und Raman-Spektroskopie	433
5.2.6	Raman-Spektroskopie	440
5.2.7	Kernresonanzspektroskopie (NMR, nuclear magnetic resonance)	441

5.2.8	Elektronenspinresonanz-Spektroskopie (ESR) . . .	453
5.3	Atom- und Ionenspektroskopie;	
	Röntgenstrukturanalyse	454
5.3.1	Flammenphotometrie	454
5.3.2	Emissions-Spektroskopie	455
5.3.3	Atomabsorptionsspektroskopie (AAS)	456
5.3.4	Röntgenfluoreszenzspektroskopie	457
5.3.5	Elektronenstrahl-Mikroanalyse (Mikrosonde) . . .	458
5.3.6	Photoelektronenspektroskopie (PE und ESCA) . .	458
5.3.7	Massenspektroskopie (MS)	459
5.3.8	Röntgenstrukturanalyse	462
5.4	Strukturbestimmung mit spektroskopischen	
	Methoden	463
5.4.1	Aufgabenstellung und Analysenplanung	463
5.4.2	Auswertung von Spektren	465
5.4.3	Praktische Anwendungen	466
6	Grundlagen der chromatographischen	
	Analysenverfahren	473
6.1	Prinzip und Mechanismen der Chromatographie; Kenngrößen	473
6.2	Papierchromatographie (PC)	483
6.3	Dünnschichtchromatographie (DC)	486
6.4	Säulenchromatographie (SC)	489
6.5	Gaschromatographie (GC)	493
6.6	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC)	497
6.7	Ionenaustauscher (IEC)	498
6.8	Gelchromatographie (Gelpermeationschromatographie)	503
6.9	Affinitätschromatographie	507
7	Reinigung und Trennung von Verbindungen . . .	509
7.1	Charakterisierung von Verbindungen durch Schmelz- und Siedepunkt	509
7.2	Trennung und Reinigung von Lösungen	510

7.3	Reinigung von festen Stoffen	515
7.4	Extraktion	516
7.5	Trennung aufgrund kinetischer Effekte	518
8	Literaturnachweis und weiterführende Literatur	525
9	Abbildungsnachweis	531
10	Sachverzeichnis	532