

# Inhaltsverzeichnis

<b>Formelzeichen</b> . . . . .	<b>XV</b>
--------------------------------	-----------

## Kapitel 1

<b>Einführung</b> . . . . .	<b>1</b>
1. Der analytische Prozeß . . . . .	1
2. Probennahme und Probenvorbereitung . . . . .	2
3. Messung und Auswertung . . . . .	4
4. Fehlerbetrachtung . . . . .	5
Zufälliger und systematischer Fehler . . . . .	5
Standardabweichung . . . . .	7
Nachweis- und Erfassungsgrenze . . . . .	8
5. Umgang mit Dezimalstellen . . . . .	9
Signifikante Ziffern . . . . .	9
Rechnen mit Dezimalzahlen . . . . .	10
Anwendungsbeispiele . . . . .	11

## Kapitel 2

<b>Chemisches Gleichgewicht</b> . . . . .	<b>12</b>
1. Homogene Systeme . . . . .	12
Kinetische Betrachtung . . . . .	12
Thermodynamische Betrachtung . . . . .	14
2. Heterogene Systeme . . . . .	17
Gleichgewicht Lösung I/Lösung II . . . . .	17
Gleichgewicht Gasphase/Lösung . . . . .	18
Gleichgewicht Feststoff/Lösung . . . . .	19
3. Schwache Elektrolyte . . . . .	20
Einstufige Dissoziation . . . . .	20
Mehrstufige Dissoziation . . . . .	22
Experimentelle Bestimmung des Dissoziationsgrads . . . . .	23
4. Starke Elektrolyte . . . . .	24
Aktivitätsbegriff . . . . .	24
Berechnung von Aktivitätskoeffizienten . . . . .	26
Experimentelle Bestimmung von Aktivitätskoeffizienten . . . . .	28

## Kapitel 3

<b>Gravimetrie</b>	29
1. Fällungsform und Wägeform	29
2. Stöchiometrische Berechnungen	29
3. Lösen	32
Löslichkeitsprodukt	32
Löslichkeit	32
Fällungsgrad	34
4. Fällen	35
Keimbildung und Kristallwachstum	35
Kolloidbildung	36
Alterung	36
Mitfällung und Nachfällung	37
Komplexbildung	38
Fällung aus homogener Lösung	38
5. Anwendungsbeispiele	39
Chlorid-Fällung	39
Sulfat-Fällung	39
Hydroxid-Fällung	40
Phosphat-Fällung	40
Kalium-Bestimmung	40
Blei-Bestimmung	41
6. Organische Fällungsreagenzien	41
7. Praktische Hinweise	41
Filtrieren und Trocknen	41
Wägen	44

## Kapitel 4

<b>Volumetrie</b>	46
1. Mengen-, Gehalts- und Konzentrationsangaben	46
Das Mol	46
Molare Masse	49
Gehalt und Konzentration	50
Mischungsaufgaben	54
2. Grundbegriffe der Maßanalyse	55
Volumenmessung	55
Titration	58
Indikation	59
Maßlösung	60
Probelösung	63
Titrationskurven	64

## Kapitel 5

<b>Säure-Base-Gleichgewichte</b>	66
1. Säure-Base-Theorien	66
Arrhenius-Ostwald-Theorie	66
Brönsted-Theorie	68
Lewis-Theorie	69
Bjerrum-Theorie	70
2. Protolyse in wäßriger Lösung	71
Eigendissoziation des Wassers	71
Säure-Base-Reaktion mit Wasser	72
3. Protolyse in nichtwäßrigen Lösungsmitteln	73
4. Der pH-Wert	76
5. pH-Wert verschiedener Säure- und Basesysteme	78
Starke Protolyte	78
Schwache Protolyte	79
Mehrwertige Protolyte	80
Gemische starker Protolyte	81
Gemische schwacher Protolyte	81
Gemische aus starken und schwachen Protolyten	82
6. pH-Wert von Salzlösungen	83

## Kapitel 6

<b>Säure-Base-Titration</b>	86
1. Titration starker Proteolyte	86
2. Titration schwacher Protolyte	89
Titration einer schwachen Säure mit einer starken Base	89
Titration einer schwachen Base mit einer starken Säure	91
Titration einer schwachen Säure mit einer schwachen Base	92
3. Säure-Base-Indikatoren	92
Zweifarbige Indikatoren	93
Einfarbige Indikatoren	95
Mischindikatoren	97
4. Titrationsfehler	97
Systematischer Fehler	97
Zufälliger Fehler	99
5. Anwendungsbeispiele	100
Titration von Carbonat	100
Titration von Borsäure	100
Titration von Ammonium	101
Kjeldahl-Aufschluß	101
Wasserhärte-Bestimmung	102
6. Titration in nichtwäßrigen Lösungsmitteln	103
Wahl des Lösungsmittels	103

Titration von Basen . . . . .	104
Titration von Säuren . . . . .	104
7. Hägg-Diagramme . . . . .	105
Mathematische Ableitung . . . . .	105
Geometrische Konstruktion . . . . .	106
Hägg-Diagramm einer schwachen Säure . . . . .	108
Indikation des Titrationsendpunkts . . . . .	109
Hägg-Diagramm einer schwachen Base . . . . .	111
Hägg-Diagramm einer zweiwertigen Säure . . . . .	112
Hägg-Diagramm von Salzen schwacher Protolyte . . . . .	113
8. Titration mehrwertiger Protolyte . . . . .	114
Titrationsdiagramm . . . . .	115
Berechnung der stöchiometrischen Punkte . . . . .	116
Verschiebung des Titrerexponenten bei hoher Ionenstärke . . . . .	118
9. Titration mehrerer Protolyte . . . . .	119
10. Pufferlösungen . . . . .	121
Pufferbereich . . . . .	121
pH-Wert von Pufferlösungen . . . . .	122
Pufferkapazität . . . . .	123
Graphische Darstellung der Pufferfunktion . . . . .	126
Anwendung von Pufferlösungen . . . . .	127

## Kapitel 7

<b>Fällungsanalyse</b> . . . . .	128
1. Löslichkeit und Löslichkeitsprodukt . . . . .	128
2. Schwerlösliche Säuren und Basen . . . . .	129
3. Schwerlösliche Salze . . . . .	131
pH-Abhängigkeit der Löslichkeit . . . . .	131
Löslichkeitsdiagramm . . . . .	132
Gekoppelte Salzauflösung und Salzfällung . . . . .	136
4. Sulfidfällung . . . . .	136
5. Hydroxidfällung . . . . .	138
6. Fällung und Komplexbildung . . . . .	141
7. Fällungstitration . . . . .	142
Titrationskurve . . . . .	142
Fraktionierte Fällung . . . . .	144
Hägg-Diagramm zur Fällungstitration . . . . .	146
8. Fällungsindikation . . . . .	148
Titration ohne Indikator . . . . .	148
Indikation durch farbigen Niederschlag . . . . .	148
Indikation durch Anfärben des Fällungsprodukts . . . . .	149
Indikation durch farbige Lösung . . . . .	151
Fluorid-Bestimmung . . . . .	151

## Kapitel 8

<b>Komplexometrie</b>	152
1. Komplexbildung	152
2. Analytische Anwendung	154
Mehrzählige Liganden	154
Titrationskurve	157
Konditionalkonstante	159
3. Titrationsverfahren	161
4. Indikation	163

## Kapitel 9

<b>Redoxvorgänge</b>	165
1. Oxidation und Reduktion	165
2. Elektrodenpotential	168
3. Allgemeine Form des Redoxpotentials	172
4. Wasserstoff- und Sauerstoff-Elektrode	174
5. Normalpotential und Spannungsreihe	175
6. Redoxamphoterie	179
Luthersche Regel	179
Redox-Disproportionierung und -Komproportionierung	180
Gleichgewichtspotential	181
Anwendungsbeispiele	182
7. Gleichgewichtskonstante von Redoxreaktionen	183
8. Redoxtitration	185
Äquivalenzpotential	185
Titrationskurve	187
9. Redoxindikatoren	189
Zweifarbige Indikatoren	190
Einfarbige Indikatoren	190
10. Kinetik von Redoxreaktionen	192
Reaktionshemmung	192
Induktion	193

## Kapitel 10

<b>Redoxtitration</b>	194
1. Manganometrie	195
Grundgleichungen	195
Manganometrische Eisen-Bestimmung	196
Oxalat-, Peroxid- und Nitrit-Bestimmung	197
Manganbestimmung nach Volhard-Wolff	198
2. Dichromatometrie	198
3. Bromatometrie	199

4. Iodometrie . . . . .	200
Oxidimetrische Bestimmungen . . . . .	202
Reduktometrische Bestimmungen . . . . .	204
5. Cerimetrie . . . . .	207
<b>Kapitel 11</b>	
<b>Trennungen</b> . . . . .	208
1. Aufschluß und Trennung . . . . .	208
2. Stöchiometrische Berechnungen . . . . .	209
3. Naßchemische Trennmethoden . . . . .	211
Gruppentrennungen . . . . .	211
Spezifische Fällung . . . . .	212
Komplexbildung . . . . .	212
Redoxreaktionen . . . . .	213
4. Physikalisch-chemische Methoden . . . . .	214
Destillation . . . . .	214
Extraktion . . . . .	214
Ionenaustausch . . . . .	215
Elektrolyse . . . . .	216
5. Aufschlüsse . . . . .	216
Die Schmelze als Reaktionsmedium . . . . .	216
Sulfid-Aufschluß . . . . .	218
Silicat-Aufschluß . . . . .	219
Aufschluß von organischen Verbindungen . . . . .	221
Moderne Aufschlußverfahren . . . . .	223
6. Ionenaustauscher . . . . .	224
Charakterisierung von Ionenaustauschern . . . . .	227
7. Chromatographie . . . . .	227
Verteilungsgleichgewicht . . . . .	227
Flüssigkeits-Chromatographie (LC) . . . . .	228
Gas-Chromatographie (GC) . . . . .	230
Grundgleichungen der Chromatographie . . . . .	233
<b>Kapitel 12</b>	
<b>Elektrochemische Methoden</b> . . . . .	234
1. Elektrolyse . . . . .	234
Grundbegriffe . . . . .	234
Zersetzungsspannung . . . . .	237
Elektrogravimetrie . . . . .	238
Coulometrie . . . . .	241
2. Konduktometrie . . . . .	244
Theorie der Leitfähigkeit . . . . .	245
Durchführung der Messung . . . . .	250

Konduktometrische Titration . . . . .	251
Hochfrequenztitration . . . . .	255
3. Potentiometrie . . . . .	256
Grundlagen . . . . .	256
Durchführung . . . . .	258
Indikatorelektroden zur pH-Messung . . . . .	260
Ionenselektive Elektroden . . . . .	263
4. Polarisationsmethoden . . . . .	265
Polarographie . . . . .	266
Voltammetrische Titration . . . . .	270
Dead-Stop-Titration . . . . .	273
 Kapitel 13	
<b>Optische Methoden</b> . . . . .	276
1. Das elektromagnetische Spektrum . . . . .	276
2. Brechungs- und Beugungsmethoden . . . . .	278
Refraktometrie . . . . .	278
Polarimetrie . . . . .	279
3. Absorptionsmethoden . . . . .	281
Lambert-Beersches Gesetz . . . . .	281
Spektralphotometer . . . . .	282
Kolorimetrie . . . . .	283
Photometrie . . . . .	284
Atomabsorption . . . . .	287
4. Emissionsspektrometrie . . . . .	288
Übersicht . . . . .	288
Flammenphotometrie . . . . .	289
 Kapitel 14	
<b>Thermische Methoden</b> . . . . .	292
1. Thermogravimetrie . . . . .	292
2. Thermoanalyse . . . . .	293
3. Thermometrische Titration . . . . .	294
 <b>Anhang</b> . . . . .	295
1. Physikalische Größen, Einheiten und Konstanten . . . . .	295
2. Aktivitätskoeffizienten und analytische Konstanten . . . . .	300
Die chemischen Elemente . . . . .	311
 <b>Literatur</b> . . . . .	314
 <b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	320