

Inhalt

Vorwort zur 110. Auflage — VII

Vorwort zur 108. Auflage — IX

Vorwort zur 104. Auflage — X

Vorbemerkungen — 1

1 Periodensystem der Elemente, Charakterisierung von Elementen, Verbindungen und Atomgruppen — 2

- 1.1 Periodensystem der Elemente — 2
- 1.2 Elektronenkonfiguration der Elemente — 4
- 1.3 Protonenzahl und relative Atommassen der Elemente — 5
- 1.4 Eigenschaften ausgewählter Nuklide — 8
- 1.5 Formeln und molare Massen wichtiger Verbindungen und Atomgruppen — 11

2 Nomenklatur — 39

- 2.1 Namen anorganischer Säuren und ihrer Salze — 39
- 2.2 Namen von Ionen und Radikalen — 41
- 2.3 Nomenklatur organischer Verbindungen – Präfixe und Suffixe für ausgewählte Stoffklassen — 44
- 2.4 Formeln organischer Ringsysteme — 46
- 2.5 Formeln von Komplexbildnern und Liganden — 51

3 Quantitative chemische Analyse — 53

- 3.1 Maßanalyse (Titrimetrie) — 53
 - 3.1.1 Grundlagen, Größen und Beziehungen — 53
 - 3.1.2 Bestimmung des Endpunktes bei Titrationsen — 54
 - 3.1.3 Herstellung von Maßlösungen und Bestimmung der exakten Konzentration (Sollkonzentration, Titer) — 54
 - 3.1.4 Aufgaben zur Auswertung von Maßanalysen — 56
 - 3.1.5 Acidimetrie — 58
 - 3.1.6 Alkalimetrie — 59
 - 3.1.7 Bromatometrie — 60
 - 3.1.8 Cerimetrie — 61
 - 3.1.9 Chromatometrie — 61
 - 3.1.10 Permanganometrie — 62
 - 3.1.11 Chromometrie — 62
 - 3.1.12 Iodometrie — 63
 - 3.1.13 Titanometrie — 64

3.1.14	Argentometrie —	64
3.1.15	Komplexometrie —	65
3.1.16	Maßanalysen in nicht-wässrigen Lösungsmitteln —	66
3.1.17	Herstellung von Maßlösungen —	72
3.1.18	Indikation von Titrationsen mit Indikatoren —	75
3.1.19	Temperaturkorrektur bei Maßlösungen —	83
3.2	Volumenprüfung von Messgeräten —	84
3.2.1	Z-Werte —	85
3.2.2	Toleranzen handelsüblicher Volumenmessgeräte —	87
3.3	Gravimetrie —	89
3.3.1	Grundlagen und Beispiele zur Auswertung —	89
3.3.2	Stöchiometrische Faktoren —	92
3.3.3	Indirekte Analysen —	107
3.3.4	Filterpapiere für quantitative Analysen – Vergleichstabelle —	110
3.3.5	Filterpapiere für qualitative Analysen – Vergleichstabelle —	111
3.3.6	Glasfiltergeräte – Porosität, Anwendung und Reinigung —	111
3.4	Bestimmung der Masse, Korrektur des Luftauftriebs —	113
3.4.1	Korrektur des Luftauftriebs —	113
3.5	Gasvolumetrie, Bestimmung und Berechnung von Gasvolumina —	115
3.5.1	Druck- und Temperaturabhängigkeit von Gasvolumina —	115
3.5.2	Reduktion von Gasvolumina auf Normbedingungen —	117
3.5.3	Volumetrische Stickstoffbestimmung —	118
3.5.4	Luftdruckmessung und Barometerkorrektion —	119
3.5.5	Sättigungsdampfdruck des Wasserdampfes über Wasser und wässriger Kalilauge (30 %) —	120
3.5.6	Faktoren zur Gasreduktion auf Normbedingungen —	121
3.5.7	Molare Volumina und Dichte von Gasen —	123
3.5.8	Molare Volumina feuchter idealer Gase; Temperaturabhängigkeit —	124
3.5.9	Molare Volumina trockener idealer Gase; Temperaturabhängigkeit —	125
3.5.10	Volumetrische Bestimmung von Gasen und gasentwickelnder Stoffe —	126
3.6	Bestimmung von Einzelkomponenten, Kennzahlen und Summenparametern —	127
3.6.1	Wasserbestimmung nach Karl Fischer —	127
3.6.2	Bestimmung metallorganischer Verbindungen —	128
3.6.3	Bestimmung von Säuregruppen (Säurezahl) —	128
3.6.4	Bestimmung von Hydroxylgruppen (Hydroxylzahl) —	129
3.6.5	Bestimmung von Esterfunktionen (Verseifungszahl) —	130
4	Instrumentelle Analytik – spektroskopische Methoden —	133
4.1	Übersicht —	133
4.2	Röntgenfluoreszenzanalyse —	133
4.2.1	Röntgenröhren und Sekundärtargets für die Röntgenfluoreszenzanalyse —	134

4.2.2	Kristalle für die Röntgenfluoreszenzanalyse —	134
4.2.3	Wichtige Röntgenfluoreszenzlinien —	134
4.3	Atomemissionsanalyse —	136
4.3.1	Wichtige Atomemissionslinien häufiger Elemente —	137
4.3.2	Wichtige Atomemissionslinien der Lanthanide —	142
4.3.3	Atomemissionslinien geeigneter interner Standards —	144
4.4	Elektronenspektroskopie im sichtbaren und im UV-Bereich —	146
4.4.1	Das elektromagnetische Spektrum —	146
4.4.2	Wichtige Begriffe und Definitionen —	147
4.4.3	Typische Absorptionscharakteristika anorganischer Ionen —	148
4.4.4	Absorptionscharakteristika gesättigter organischer Verbindungen —	149
4.4.5	Absorptionscharakteristika isolierter Chromophore —	149
4.4.6	Absorptionscharakteristika konjugierter Chromophore —	151
4.4.7	Absorptionsbanden von Aromaten und Heterocyclen —	151
4.4.8	Empirische Regeln zur Berechnung von Bandenmaxima in konjugierten Systemen —	154
4.4.9	Berechnung des molaren dekadischen Absorptionskoeffizienten —	157
4.5	Infrarotspektroskopie —	158
4.5.1	Spektrale Regionen im IR-Bereich und ihre Anwendungen —	159
4.5.2	Lösungsmittel für die Infrarotspektroskopie —	159
4.5.3	Materialien für Küvetten und Fenster —	160
4.5.4	Charakteristische IR-Absorptionen —	161
4.6	^1H -Kernresonanzspektroskopie —	171
4.6.1	Eigenschaften verschiedener NMR-aktiver Kerne —	171
4.6.2	Lösungsmittel für die ^1H -NMR-Spektroskopie —	172
4.6.3	Übersichtstabelle ^1H -chemischer Verschiebungen —	173
4.6.4	^1H -Chemische Verschiebungen einzelner Stoffgruppen —	176
4.6.5	Einflüsse von Wasserstoffbrückenbindungen auf die ^1H -chemischen Verschiebungen —	183
4.6.6	Abschätzung der ^1H -chemischen Verschiebungen mit Hilfe von Inkrementen —	183
4.6.7	Kopplungskonstanten —	184
4.7	^{13}C -Kernresonanzspektroskopie —	187
4.7.1	Lösungsmittel für die ^{13}C -Kernresonanzspektroskopie —	187
4.7.2	Übersichtstabelle ^{13}C -chemischer Verschiebungen —	188
4.7.3	^{13}C -chemische Verschiebungen einzelner Stoffgruppen —	189
4.7.4	Kopplungskonstanten —	193
5	Instrumentelle Analytik – Massenspektrometrie —	195
5.1	Übersicht —	195
5.2	Elementmassenspektrometrie —	196
5.2.1	Wichtige Kenndaten für die Bestimmung von Elementen mittels ICP-MS —	196

5.2.2	Geeignete interne Standards und Isotope für die Optimierung der Betriebsbedingungen eines ICP-MS —	201
5.3	Massenspektrometrie mit Elektronenstoßionisation —	202
5.4	Massenspektrometrie mit Elektrosprayionisation —	205
6	Instrumentelle Analytik – Trennverfahren —	207
6.1	Grundlagen und Übersicht —	207
6.2	Das Elutionschromatogramm —	209
6.3	Peakform und Gaußkurve —	210
6.4	Auswertung von Peakflächen —	211
6.5	Bodenzahl, Bodenhöhe und Bandenverbreiterung —	212
6.6	Auflösung und Trennleistung —	213
6.7	Lösungsmittel für die Flüssigkeitschromatographie, geordnet nach steigender Polarität (Eluotrope Reihe) —	213
6.8	Testmischungen für die Gaschromatographie —	215
6.9	Testmischungen für die verschiedenen Varianten der HPLC —	216
7	Messung und Berechnung physikalisch-chemischer Größen sowie Tabellen zur chemischen Arbeitstechnik —	219
7.1	Bestimmung der molaren Masse —	219
7.1.1	Bestimmung der molaren Masse nach Victor Mayer —	219
7.1.2	Bestimmung der molaren Masse aus der Dampfdruck- und Gefrierpunktserniedrigung —	220
7.2	Bestimmung der Dichte, Dichtetabellen —	221
7.2.1	Allgemeines —	221
7.2.2	Bestimmung der Dichte einer Flüssigkeit mit dem Pyknometer —	222
7.2.3	Bestimmung der Dichte eines Festkörpers mit dem Pyknometer —	222
7.2.4	Dichte von Luft —	223
7.2.5	Dichte von Wasser —	224
7.2.6	Dichte wässriger Lösungen von Säuren und Basen —	225
7.3	Temperaturmessung —	233
7.3.1	Thermometrische Fixpunkte nach ITS-90 —	233
7.3.2	Widerstands-Grundwerte für Platin-Messwiderstände Pt100 —	234
7.3.3	Thermospannungen von Thermoelementen —	234
7.3.4	Druckabhängigkeit des Siedepunktes —	235
7.4	Elektrolyse, elektrochemische Äquivalente —	237
7.5	Leitfähigkeit wässriger Elektrolytlösungen —	239
7.6	Löslichkeiten und Löslichkeitsprodukte —	243
7.7	Mittlere Aktivitätskoeffizienten ausgewählter Elektrolyte —	252
7.8	Elektrodenpotenziale, Konzentrationsabhängigkeit —	254
7.9	Internationales Weston Element —	256
7.10	Potenziale von Bezugselektroden gegen die Standard-Wasserstoffelektrode —	257
7.11	Standardpotenziale —	258

- 7.12 pH-Wert und Ionenprodukt des Wassers — 268
- 7.13 pH-Wert-Messung — 273
- 7.13.1 pH-Standard-Pufferlösungen für Kalibrierzwecke — 275
- 7.13.2 Herstellung von Puffergemischen — 276
- 7.14 Säure-Basen-Gleichgewichte, Hydrolyse, Pufferlösungen — 283
- 7.15 Bestimmung und Berechnung thermodynamischer Größen — 292
- 7.15.1 Tabelle thermodynamischer Daten ausgewählter Verbindungen — 296

8 Statistische Messwertbeurteilung, Kalibrierungsverfahren und Regressionsrechnung — 303

- 8.1 Allgemeines — 303
- 8.2 Begriffe — 305
- 8.3 Messwertbeurteilung mit Hilfe statistischer Kenngrößen — 309
 - 8.3.1 Einleitung — 309
 - 8.3.2 Verteilungsfunktionen — 309
 - 8.3.3 Arithmetischer Mittelwert und Standardabweichung — 310
 - 8.3.4 Variationskoeffizient — 311
 - 8.3.5 Statistische Sicherheit und Vertrauensbereich des Mittelwertes — 311
 - 8.3.6 Angabe von Ergebnissen, Beispiel — 312
- 8.4 Statistische Prüfverfahren zur Beurteilung von Messwerten — 313
 - 8.4.1 Ausreißertest nach Grubbs — 313
 - 8.4.2 Trendtest nach Neumann — 315
 - 8.4.3 Prüfung auf Normalverteilung nach David — 318
 - 8.4.4 Vergleich zwischen Mittelwert und Sollwert — 320
 - 8.4.5 Vergleich zweier Varianzen mit dem *F*-Test — 322
 - 8.4.6 Vergleich zweier Mittelwerte mit dem *t*-Test — 326
- 8.5 Entwicklung von Analysenverfahren, Bausteine zur Validierung — 326
 - 8.5.1 Allgemeines — 326
 - 8.5.2 Kalibrierung mit externen Standards – graphische Methode — 328
 - 8.5.3 Kalibrierung mit externen Standards – Regressionsrechnung — 330
 - 8.5.4 Nachweis- und Bestimmungsgrenzen — 334
 - 8.5.5 Statistische Prüfverfahren zur Beurteilung von Kalibrierdaten — 337
 - 8.5.6 Ermittlung und Anwendung der Auswertefunktion — 342
 - 8.5.7 Kalibrierung unter Verwendung eines internen Standards — 342
 - 8.5.8 Standardadditionsverfahren — 345
 - 8.5.9 Wiederfindungsfunktion und Wiederfindungsrate — 348

9 Größen, Einheiten und Umrechnungsfaktoren — 351

- 9.1 Zeichen und Abkürzungen — 351
- 9.2 Größen und Einheiten, SI-Einheiten — 353
 - 9.2.1 SI-Basiseinheiten, Definition — 353
 - 9.2.2 Größen, Größenzeichen, Einheiten, Einheitenzeichen, Beziehungen und Umrechnungsfaktoren — 355
- 9.3 Physikalische Konstanten — 365

9.4	Dimensionslose Kennzahlen —	366
9.5	Umrechnungstabellen und Umrechnungsfaktoren —	367
9.5.1	Geschwindigkeit, Durchsatzgeschwindigkeit —	367
9.5.2	Leistung, Wärmestrom, Energie, Wärme, Arbeit —	367
9.5.3	Molare Gaskonstante —	368
9.5.4	Druck —	369
9.5.5	Temperatur —	369
9.5.6	Umrechnung von angelsächsischen in metrische Einheiten —	373
9.5.7	Wasserhärte – Umrechnung verschiedener Gehaltsangaben —	376
9.5.8	Gehaltsgrößen —	376
9.5.9	Korngrößen —	377
9.5.10	Transmissionsgrad – Absorbanz —	378
10	Formeln und Rechentricks —	381
10.1	Auswahl mathematischer Formeln —	381
10.2	Rechnen mit kleinen Zahlen —	383
10.3	Differential- und Integralrechnung —	384
10.4	Berechnung von Flächen und Körpern —	385
10.5	Wichtige Beziehungen aus Physik, physikalischer Chemie und Chemie —	387
10.5.1	Formelsammlung —	387
10.5.2	Umrechnung von Stoff- und Gehaltsgrößen —	399
10.5.3	Mischungsrechnen —	400
10.5.4	Berechnung der Summenformel einer Verbindung —	402
11	Tabellen zur chemischen und chemisch-analytischen Arbeitstechnik —	405
11.1	Chemikalienbeständigkeit von Kunststoffen —	405
11.2	Eis-Salz-Kältemischungen —	406
11.3	Relative Luftfeuchtigkeit und Wasserdampfdruck über Schwefelsäurelösungen —	406
11.4	Trockenmittel – Anwendung, Restwassergehalte, Regenerierungsbedingungen —	407
11.5	Organische Lösungsmittel – Eigenschaften und Trocknung —	409
12	Arbeitssicherheit —	413
12.1	Allgemeines —	413
12.2	Sicherheitsratschläge für das Arbeiten im Labor —	413
12.2.1	Allgemeine Regeln —	413
12.2.2	Persönliche Schutzausrüstungen —	414
12.2.3	Umgang mit Gefahrstoffen —	414
12.2.4	Kennzeichnung von gefährlichen Stoffen —	415
12.3	Erste-Hilfe-Maßnahmen —	416
13	Zur Geschichte des „Küster–Thiel“ —	421

Literaturverzeichnis — 427

Register — 435

