

# Inhalt

**Vorwort zur 108. Auflage — VII**

**Vorwort zur 107. Auflage — VIII**

**Vorwort zur 104. Auflage — IX**

**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 Lösemitteln —	66
3.1.17	Herstellung von Maßlösungen —	72
3.1.18	Indikation von Titrationsen mit Indikatoren —	75
3.1.19	Temperaturkorrekturen für Maßlösungen —	83
3.2	Gravimetrie —	84
3.2.1	Grundlagen und Beispiele zur Auswertung —	84
3.2.2	Stöchiometrische Faktoren —	88
3.2.3	Indirekte Analysen —	102
3.3	Gasvolumetrie, Bestimmung und Berechnung von Gasvolumina —	105
3.3.1	Druck- und Temperaturabhängigkeit von Gasvolumina —	105
3.3.2	Reduktion von Gasvolumina auf Normbedingungen —	107
3.3.3	Volumetrische Stickstoffbestimmung —	108
3.3.4	Luftdruckmessung und Barometerkorrektur —	109
3.3.5	Sättigungsdampfdruck des Wasserdampfes über Wasser und Kalilauge (30 %) —	110
3.3.6	Faktoren zur Gasreduktion auf Normbedingungen —	111
3.3.7	Molare Volumina und Dichte von Gasen —	113
3.3.8	Molare Volumina feuchter idealer Gase; Temperaturabhängigkeit —	114
3.3.9	Molare Volumina trockener idealer Gase; Temperaturabhängigkeit —	115
3.3.10	Volumetrische Bestimmung von Gasen und gasentwickelnden Stoffen —	116
3.4	Bestimmung von Einzelkomponenten, Kennzahlen und Summenparametern —	117
3.4.1	Wasserbestimmung nach Karl Fischer —	117
3.4.2	Bestimmung metallorganischer Verbindungen —	118
3.4.3	Bestimmung von Säuregruppen (Säurezahl) —	118
3.4.4	Bestimmung von Hydroxylgruppen (Hydroxylzahl) —	119
3.4.5	Bestimmung von Esterfunktionen (Verseifungszahl) —	120
<b>4</b>	<b>Instrumentelle Analytik – spektroskopische Methoden —</b>	<b>123</b>
4.1	Übersicht —	123
4.2	Elektronenspektroskopie im sichtbaren und im UV-Bereich —	124
4.2.1	Das elektromagnetische Spektrum —	124
4.2.2	Wichtige Begriffe und Definitionen —	125
4.2.3	Typische Absorptionscharakteristika anorganischer Ionen —	126
4.2.4	Absorptionscharakteristika gesättigter organischer Verbindungen —	127
4.2.5	Absorptionscharakteristika isolierter Chromophore —	128
4.2.6	Absorptionscharakteristika konjugierter Chromophore —	129
4.2.7	Absorptionsbanden von Aromaten und Heterocyclen —	130
4.2.8	Empirische Regeln zur Berechnung von Bandenmaxima in konjugierten Systemen —	133
4.2.9	Berechnung des molaren Extinktionskoeffizienten —	136

4.3	Infrarotspektroskopie — 137
4.3.1	Spektrale Regionen im IR-Bereich und ihre Anwendungen — 138
4.3.2	Lösemittel für die Infrarotspektroskopie — 138
4.3.3	Materialien für Küvetten und Fenster — 139
4.3.4	Charakteristische IR-Absorptionen — 140
4.4	$^1\text{H}$ -Kernresonanzspektroskopie — 150
4.4.1	Eigenschaften verschiedener für die $^1\text{H}$ -NMR-Spektroskopie interessanter Kerne — 150
4.4.2	Lösemittel für die $^1\text{H}$ -NMR-Spektroskopie — 151
4.4.3	Übersichtstabelle chemischer Verschiebungen — 152
4.4.4	Chemische Verschiebungen einzelner Stoffgruppen — 155
4.4.5	Einflüsse von Wasserstoffbrückenbindungen auf die chemische Verschiebung von Protonen — 162
4.4.6	Abschätzung der chemischen Verschiebung mit Hilfe von Inkrementen — 162
4.4.7	Kopplungskonstanten — 163
4.5	$^{13}\text{C}$ -Kernresonanzspektroskopie — 166
4.5.1	Lösemittel für die $^{13}\text{C}$ -Kernresonanzspektroskopie — 166
4.5.2	Übersichtstabelle $^{13}\text{C}$ -chemischer Verschiebungen — 167
4.5.3	$^{13}\text{C}$ -chemische Verschiebungen einzelner Stoffgruppen — 168
4.5.4	Kopplungskonstanten — 172
4.6	Massenspektrometrie — 173
5	<b>Instrumentelle Analytik – Trennverfahren — 179</b>
5.1	Grundlagen und Übersicht — 179
5.2	Das Chromatogramm — 181
5.3	Peakform und Gaußkurve — 182
5.4	Auswertung von Peakflächen — 183
5.5	Bodenzahl, Bodenhöhe und Bandenverbreiterung — 184
5.6	Auflösung und Trennleistung — 185
6	<b>Messung und Berechnung physikalischer Größen — 187</b>
6.1	Bestimmung der Masse, Korrektur des Luftauftriebs — 187
	Begriffe — 187
6.1.1	Korrektur des Luftauftriebs — 187
6.2	Bestimmung der molaren Masse — 189
6.2.1	Bestimmung der molaren Masse nach Victor Mayer — 190
6.2.2	Bestimmung der molaren Masse aus der Dampfdruck- und Gefrierpunktserniedrigung — 190
6.3	Bestimmung der Dichte, Dichtetabellen — 192
6.3.1	Allgemeines — 192
6.3.2	Bestimmung der Dichte einer Flüssigkeit mit dem Pyknometer — 192
6.3.3	Bestimmung der Dichte eines Festkörpers mit dem Pyknometer — 193
6.3.4	Volumenbestimmung von Messgeräten — 193

6.3.5	Volumenbestimmung durch Auswägung mit Wasser oder Quecksilber —	195
6.3.6	Prüfung von Volumenmessgeräten —	196
6.3.7	Toleranzen handelsüblicher Volumenmessgeräte —	197
6.3.8	Dichte von Wasser —	199
6.3.9	Dichte wässriger Lösungen von Säuren und Basen —	200
6.4	Temperaturmessung —	208
6.4.1	Primäre thermometrische Fixpunkte —	208
6.4.2	Sekundäre thermometrische Fixpunkte —	208
6.4.3	Thermometergläser und Füllungen, Anwendungsbereiche —	209
6.4.4	Widerstands-Grundwerte für Platin-Messwiderstände —	209
6.4.5	Thermospannungen von Thermoelementen —	210
6.4.6	Fadenkorrektur für das Quecksilberthermometer —	210
6.4.7	Druckabhängigkeit des Siedepunktes —	211
<b>7</b>	<b>Messung und Berechnung physikalisch-chemischer Größen —</b>	<b>215</b>
7.1	Elektrolyse, elektrochemische Äquivalente —	215
7.2	Leitfähigkeit wässriger Elektrolytlösungen —	217
7.3	Löslichkeiten und Löslichkeitsprodukte —	221
7.4	Mittlere Aktivitätskoeffizienten ausgewählter Elektrolyte —	230
7.5	Elektrodenpotenziale, Konzentrationsabhängigkeit —	232
7.6	Internationales Weston Element —	234
7.7	Potenziale von Bezugselektroden gegen die Standard- Wasserstoffelektrode —	235
7.8	Standardpotenziale —	236
7.9	pH-Wert und Ionenprodukt des Wassers —	246
7.10	pH-Wert-Messung —	251
7.11	Säure-Basen-Gleichgewichte, Hydrolyse, Pufferlösungen —	253
7.12	pH-Standard-Pufferlösungen für Kalibrierzwecke —	263
7.13	Herstellung von Puffergemischen —	264
<b>8</b>	<b>Statistische Messwertbeurteilung, Kalibrierungsverfahren und Regressionsrechnung —</b>	<b>271</b>
8.1	Allgemeines —	271
8.2	Begriffe —	273
8.3	Messwertbeurteilung mit Hilfe statistischer Kenngrößen —	277
8.3.1	Einleitung —	277
8.3.2	Verteilungsfunktionen —	277
8.3.3	Arithmetischer Mittelwert und Standardabweichung —	278
8.3.4	Variationskoeffizient —	279
8.3.5	Statistische Sicherheit und Vertrauensbereich des Mittelwertes —	279
8.3.6	Angabe von Ergebnissen, Beispiel —	280
8.4	Statistische Prüfverfahren zur Beurteilung von Messwerten —	281
8.4.1	Ausreißertest nach Grubbs —	281
8.4.2	Trendtest nach Neumann —	283

- 8.4.3 Prüfung auf Normalverteilung nach David — **286**
- 8.4.4 Vergleich zwischen Mittelwert und Sollwert — **288**
- 8.4.5 Vergleich zweier Varianzen mit dem *F*-Test — **290**
- 8.4.6 Vergleich zweier Mittelwerte mit dem *t*-Test — **294**
- 8.5 Entwicklung von Analyseverfahren, Bausteine zur Validierung — **294**
  - 8.5.1 Allgemeines — **294**
  - 8.5.2 Kalibrierung mit externen Standards – graphische Methode — **296**
  - 8.5.3 Kalibrierung mit externen Standards – Regressionsrechnung — **298**
  - 8.5.4 Nachweis- und Bestimmungsgrenzen — **302**
  - 8.5.5 Statistische Prüfverfahren zur Beurteilung von Kalibrierdaten — **305**
  - 8.5.6 Ermittlung und Anwendung der Auswertefunktion — **310**
  - 8.5.7 Kalibrierung unter Verwendung eines internen Standards — **310**
  - 8.5.8 Standardadditionsverfahren — **313**
  - 8.5.9 Wiederfindungsfunktion und Wiederfindungsrate — **316**

## **9 Größen, Einheiten und Umrechnungsfaktoren — 319**

- 9.1 Zeichen und Abkürzungen — **319**
- 9.2 Größen und Einheiten, SI-Einheiten — **321**
  - 9.2.1 SI-Basiseinheiten, Definition — **321**
  - 9.2.2 Größen, Größenzeichen, Einheiten, Einheitenzeichen, Beziehungen und Umrechnungsfaktoren — **323**
- 9.3 Physikalische Konstanten — **333**
- 9.4 Dimensionslose Kennzahlen — **334**
- 9.5 Umrechnungstabellen und Umrechnungsfaktoren — **335**
  - 9.5.1 Geschwindigkeit, Durchsatzgeschwindigkeit — **335**
  - 9.5.2 Leistung, Wärmestrom, Energie, Wärme, Arbeit — **335**
  - 9.5.3 Molare Gaskonstante — **336**
  - 9.5.4 Druck — **337**
  - 9.5.5 Temperatur — **337**
  - 9.5.6 Umrechnung von angelsächsischen in metrische Einheiten — **341**
  - 9.5.7 Wasserhärte – Umrechnung verschiedener Gehaltsangaben — **344**
  - 9.5.8 Gehaltsgrößen — **344**
  - 9.5.9 Korngrößen — **345**
  - 9.5.10 Transmissionsgrad – Extinktion — **346**

## **10 Formeln und Rechentricks — 349**

- 10.1 Auswahl mathematischer Formeln — **349**
- 10.2 Rechnen mit kleinen Zahlen — **351**
- 10.3 Differential- und Integralrechnung — **352**
- 10.4 Berechnung von Flächen und Körpern — **353**
- 10.5 Wichtige Beziehungen aus Physik, physikalischer Chemie und Chemie — **355**
  - 10.5.1 Formelsammlung — **355**
  - 10.5.2 Umrechnung von Stoff- und Gehaltsgrößen — **367**

10.5.3	Mischungsrechnen —	<b>368</b>
10.5.4	Berechnung der Summenformel einer Verbindung —	<b>370</b>
<b>11</b>	<b>Tabellen zur chemischen und chemisch-analytischen Arbeitstechnik —</b>	<b>373</b>
11.1	Gehalt von Spurenelementen in destilliertem Wasser —	<b>373</b>
11.2	Entfernung von Spurenelementen aus Wasser mit Ionenaustauschern —	<b>373</b>
11.3	Filterpapiere für quantitative Analysen – Vergleichstabelle —	<b>374</b>
11.4	Filterpapiere für qualitative Analysen – Vergleichstabelle —	<b>375</b>
11.5	Glasfiltergeräte – Porosität, Anwendung und Reinigung —	<b>375</b>
11.6	Chemikalienbeständigkeit von Kunststoffen —	<b>377</b>
11.7	Eis – Salz – Kältemischungen —	<b>378</b>
11.8	Relative Luftfeuchtigkeit und Wasserdampfdruck über Schwefelsäurelösungen —	<b>379</b>
11.9	Trockenmittel – Anwendung, Restwassergehalte, Regenerierungsbedingungen —	<b>379</b>
11.10	Organische Lösemittel – Eigenschaften und Trocknung —	<b>382</b>
11.11	Lösemittel für die Flüssig-Chromatographie, geordnet nach steigender Polarität (Eluotrope Reihe) —	<b>384</b>
11.12	Wichtige Spektrallinien —	<b>386</b>
<b>12</b>	<b>Arbeitssicherheit —</b>	<b>387</b>
12.1	Allgemeines —	<b>387</b>
12.2	Sicherheitsratschläge für das Arbeiten im Labor —	<b>387</b>
12.2.1	Allgemeine Regeln —	<b>387</b>
12.2.2	Persönliche Schutzausrüstungen —	<b>388</b>
12.2.3	Umgang mit Gefahrstoffen —	<b>388</b>
12.2.4	Kennzeichnung von gefährlichen Stoffen —	<b>389</b>
12.3	Erste-Hilfe-Maßnahmen —	<b>390</b>
<b>Literaturverzeichnis — 395</b>		
<b>Register — 401</b>		