

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen	1
1. Periodensystem der Elemente, Charakterisierung von Elementen, Verbindungen und Atomgruppen	
1.1 Periodensystem der Elemente	4
1.2 Elektronenkonfiguration der Elemente	6
1.3 Protonenzahlen und relative Atommassen der Elemente	7
1.4 Eigenschaften ausgewählter Nuklide	10
1.5 Molare Massen gebräuchlicher Verbindungen und Atomgruppen; Massenanteile der Elemente	13
1.6 Nomenklatur	36
1.6.1 Namen anorganischer Säuren und ihrer Salze	36
1.6.2 Namen von Ionen und Radikalen	38
1.6.3 Nomenklatur organischer Verbindungen – Präfixe und Suffixe für ausgewählte Stoffklassen	42
1.6.4 Formeln organischer Ringsysteme	44
1.6.5 Formeln von Komplexbildnern und Liganden	49
2. Quantitative Analysen mit chemischen und physikalischen Methoden	
2.1 Volumetrie; Faktoren, Titer und Indikation	51
2.1.1 Acidimetrie	53
2.1.2 Alkalimetrie	54
2.1.3 Bromatometrie	55
2.1.4 Cerimetrie	55
2.1.5 Chromatometrie	56
2.1.6 Permanganometrie	56
2.1.7 Chromometrie	57
2.1.8 Iodometrie	57
2.1.9 Titanometrie	58
2.1.10 Argentometrie	58
2.1.11 Komplexometrie	59
2.1.12 Maßanalysen in nicht-wässrigen Lösemitteln	60
2.1.13 Herstellung von Maßlösungen	67
2.1.14 Bestimmung des Titers	69
2.1.15 Indikation von Titrations mit Indikatoren	70
2.1.16 Temperaturkorrekturen für Maßlösungen	81
2.2 Gravimetrie	82

X Inhaltsverzeichnis

2.2.1	Stöchiometrische Faktoren	83
2.2.2	Indirekte Analysen	97
2.3	Gasvolumetrie; Berechnung und Bestimmung von Gasvolumina	100
2.3.1	Reduktion von Gasvolumina auf Normbedingungen, volumetrische Stickstoffbestimmung	100
2.3.2	Barometerkorrektur	101
2.3.3	Sättigungsdruck des Wasserdampfes über Wasser und Kalilauge	103
2.3.4	Gasreduktionstabelle (Faktoren)	104
2.3.5	Molare Volumina und Dichte von Gasen	114
2.3.6	Molare Volumina feuchter idealer Gase; Temperaturabhängigkeit	116
2.3.7	Molare Volumina trockener idealer Gase; Temperaturabhängigkeit	117
2.3.8	Volumetrische Bestimmung von Gasen	117
2.3.9	Volumetrische Bestimmung gasentwickelnder Stoffe	118
2.4	Bestimmung von Einzelkomponenten, Kennzahlen und Summenparametern	120
2.4.1	Wasserbestimmung nach Karl Fischer	120
2.4.2	Bestimmung metallorganischer Verbindungen	120
2.4.3	Bestimmung von Säuregruppen (Säurezahl)	121
2.4.4	Bestimmung von Hydroxylgruppen (Hydroxylzahl)	122
2.4.5	Bestimmung von Esterfunktionen (Verseifungszahl)	123

3. Spektroskopische Methoden zur Strukturaufklärung chemischer Verbindungen

3.1	Elektronenspektroskopie im sichtbaren und im UV-Bereich	125
3.1.1	Das elektromagnetische Spektrum	125
3.1.2	Wichtige Begriffe und Definitionen	126
3.1.3	Typische Absorptionscharakteristika anorganischer Ionen	128
3.1.4	Absorptionscharakteristika gesättigter organischer Verbindungen	129
3.1.5	Absorptionscharakteristika isolierter Chromophore	130
3.1.6	Absorptionscharakteristika konjugierter Chromophore	132
3.1.7	Absorptionsbanden von Aromaten und Heterocyclen	133
3.1.8	Empirische Regeln zur Berechnung von Bandenmaxima in konjugierten Systemen	136
3.1.9	Berechnung des molaren Extinktionskoeffizienten	140
3.2	Infrarotspektroskopie	141
3.2.1	Spektrale Regionen im IR-Bereich und ihre Anwendungen	142
3.2.2	Lösemittel für die Infrarotspektroskopie	142
3.2.3	Materialien für Küvetten und Fenster	143
3.2.4	Charakteristische IR-Absorptionen	144
3.3	^1H -Kernresonanzspektroskopie	155
3.3.1	Eigenschaften verschiedener für die ^1H -NMR-Spektroskopie interessanter Kerne	155
3.3.2	Lösemittel für die ^1H -NMR-Spektroskopie	156
3.3.3	Übersichtstabelle chemischer Verschiebungen	157

3.3.4	Chemische Verschiebungen einzelner Stoffgruppen	161
3.3.5	Einflüsse von Wasserstoffbrückenbindungen auf die chemische Verschiebung von Protonen	169
3.3.6	Abschätzung der chemischen Verschiebung mit Hilfe von Inkrementen	169
3.3.7	Kopplungskonstanten	171
3.4	^{13}C -Kernresonanzspektroskopie	175
3.4.1	Lösemittel für die ^{13}C -Kernresonanzspektroskopie	175
3.4.2	Übersichtstabelle ^{13}C -chemischer Verschiebungen	176
3.4.3	^{13}C -chemische Verschiebungen einzelner Stoffgruppen	177
3.4.4	Kopplungskonstanten	182
3.5	Massenspektrometrie	183
4.	Bestimmung und Berechnung physikalischer und physikalisch-chemischer Größen	
4.1	Bestimmung der Masse, Korrektur des Luftauftriebs	191
4.2	Bestimmung der molaren Masse	194
4.2.1	Bestimmung nach Victor Meyer	195
4.2.2	Bestimmung aus der Dampfdruckerniedrigung	196
4.3	Pyknometrie, Dichtetabellen	197
4.3.1	Allgemeines	197
4.3.2	Bestimmung der Dichte einer Flüssigkeit mit dem Pyknometer	197
4.3.3	Bestimmung der Dichte eines Festkörpers mit dem Pyknometer	198
4.3.4	Volumenbestimmung von Messgeräten	199
4.3.5	Volumenbestimmung durch Auswägung mit Wasser oder Quecksilber	201
4.3.6	Prüfung von Volumenmessgeräten	203
4.3.7	Toleranzen handelsüblicher Volumenmessgeräte	204
4.3.8	Dichte von Wasser	206
4.3.9	Dichte wässriger Lösungen von Säuren und Basen	207
4.4	Elektrochemische Größen	213
4.4.1	Elektrolyse, Elektrochemische Äquivalente	213
4.4.2	Längenbezogene Leitfähigkeit wässriger Kaliumchloridlösungen	215
4.4.3	Löslichkeiten und Löslichkeitsprodukte	216
4.4.4	Mittlere Aktivitätskoeffizienten der gebräuchlichen Elektrolyte	224
4.4.5	Elektrodenpotentiale – Konzentrationsabhängigkeit	227
4.4.6	Internationales Weston-Element	228
4.4.7	Potentiale von Bezugselektroden gegen die Standard-Wasserstoffelektrode	229
4.4.8	Standardpotentiale	230
4.4.9	Ionenprodukt des Wassers und pH-Wert	234
4.4.10	pH-Wert-Messung	237
4.4.11	Säure-Base-Gleichgewichte, Säure- und Basekonstanten	238
4.4.12	pH-Standardpufferlösungen für Kalibrierzwecke	242
4.4.13	Herstellung von Puffergemischen	244
4.5	Temperaturmessung	250

4.5.1	Primäre thermometrische Fixpunkte	250
4.5.2	Sekundäre thermometrische Fixpunkte	250
4.5.3	Thermometergläser und Füllungen, Anwendungsbereiche	251
4.5.4	Widerstands-Grundwerte für Platin-Messwiderstände	252
4.5.5	Thermospannungen von Thermoelementen	252
4.5.6	Fadenkorrektur für das Quecksilberthermometer	253
4.5.7	Druckabhängigkeit des Siedepunktes	254
5.	Größen, Einheiten und Umrechnungsfaktoren	
5.1	Zeichen und Abkürzungen	257
5.2	Größen und Einheiten, SI-Einheiten	259
5.2.1	SI-Basiseinheiten, Definition	259
5.2.2	Größen, Größenzeichen, Einheiten, Einheitenzeichen, Beziehungen und Umrechnungsfaktoren	261
5.3	Physikalische Konstanten	272
5.4	Dimensionslose Kennzahlen	273
5.5	Umrechnungstabellen und Umrechnungsfaktoren	274
5.5.1	Geschwindigkeit, Durchsatzgeschwindigkeit	274
5.5.2	Leistung, Wärmestrom, Energie, Wärme, Arbeit	275
5.5.3	Molare Gaskonstante	275
5.5.4	Druck	276
5.5.5	Temperatur	277
5.5.6	Umrechnung von angelsächsischen in metrische Einheiten	280
5.5.7	Wasserhärte – Umrechnung verschiedener Gehaltsangaben	282
5.5.8	Gehaltsgrößen	282
5.5.9	Korngrößen	283
5.5.10	Transmissionsgrad – Extinktion	284
6.	Statistische Messwertbeurteilung und Validierung von Analysemethoden	
6.1	Allgemeines	287
6.2	Begriffe	289
6.3	Messwertbeurteilung mit Hilfe statistischer Kenngrößen	293
6.3.1	Einleitung	293
6.3.2	Verteilungsfunktionen	293
6.3.3	Arithmetischer Mittelwert und Standardabweichung	294
6.3.4	Variationskoeffizient	295
6.3.5	Statistische Sicherheit und Vertrauensbereich des Mittelwertes	295
6.3.6	Angabe von Ergebnissen, Beispiel	296
6.4	Statistische Prüfverfahren	298
6.4.1	Ausreißertest nach Grubbs	298
6.4.2	Trendtest nach Neumann	300
6.4.3	Prüfung auf Normalverteilung nach David	302
6.4.4	Vergleich zwischen Mittelwert und Sollwert	304

6.4.5	Vergleich zweier Varianzen mit dem F-Test	306
6.4.6	Vergleich zweier Mittelwerte mit dem t-Test	310
6.5	Entwicklung von Analysenverfahren – Bausteine zur Validierung	310
6.5.1	Allgemeines	310
6.5.2	Ermittlung von Kalibrierkenngrößen – graphische Methode	312
6.5.3	Ermittlung von Kalibrierkenngrößen – Regressionsrechnung	313
6.5.4	Nachweis- und Bestimmungsgrenzen	317
6.5.5	Rechenbeispiel	319
6.5.6	Statistische Prüfverfahren zur Beurteilung von Kalibrierdaten	320
6.5.7	Ermittlung und Anwendung der Auswertefunktion	325
6.5.8	Standardadditionsverfahren	325
6.5.9	Wiederfindungsfunktion und Wiederfindungsrate	329
7.	Formeln und Rechenhilfen	
7.1	Auswahl mathematischer Formeln	331
7.2	Rechnen mit kleinen Zahlen	333
7.3	Differential- und Integralrechnung	334
7.4	Berechnung von Flächen und Körpern	335
7.5	Wichtige Beziehungen aus Physik, physikalischer Chemie und Chemie	337
7.5.1	Formelsammlung	337
7.5.2	Umrechnung von Stoff- und Gehaltsgrößen	349
7.5.3	Mischungsrechnen	351
7.5.4	Berechnung der Summenformel einer Verbindung	353
8.	Tabellen zur chemischen und chemisch-analytischen Arbeitstechnik	
8.1	Gehalt von Spurenelementen in destilliertem Wasser	355
8.2	Entfernung von Spurenelementen aus Wasser mit Ionenaustauschern	355
8.3	Filterpapiere für quantitative Analysen – Vergleichstabelle	356
8.4	Filterpapiere für qualitative Analysen – Vergleichstabelle	357
8.5	Glasfiltergeräte – Porosität, Anwendung und Reinigung	357
8.6	Chemikalienbeständigkeit von Kunststoffen	359
8.7	Eis – Salz – Kältemischungen	360
8.8	Relative Luftfeuchtigkeit und Wasserdampfdruck über Schwefelsäurelösungen	361
8.9	Trockenmittel – Anwendung, Restwassergehalte, Regenerierungsbedingungen	361
8.10	Organische Lösemittel – Eigenschaften und Trocknung	364
8.11	Lösemittel für die Flüssig-Chromatographie geordnet nach steigender Polarität (Eluotrope Reihe)	366
8.12	Wichtige Spektrallinien	367
9.	Arbeitssicherheit	
9.1	Allgemeines	369
9.2	Sicherheitsratschläge für das Arbeiten im Labor	369

XIV Inhaltsverzeichnis

9.2.1	Allgemeine Regeln	369
9.2.2	Persönliche Schutzausrüstungen	370
9.2.3	Umgang mit Gefahrstoffen	370
9.2.4	Gefahrensymbole	372
9.3	Anleitung zur Ersten Hilfe bei Unfällen	373
10.	Literatur	377
11.	Sachregister	381