

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung in die chemische Laboratoriumstechnik	11
1.1.	Die Rolle des Experiments in den Naturwissenschaften	11
1.2.	Die Vorbereitung chemischer Experimente	13
1.2.1.	Einrichtung des Arbeitsplatzes	13
1.2.2.	Arbeitsschutz und Verhalten bei Unfällen	14
1.2.2.1.	Allgemeine Arbeitsregeln	14
1.2.2.2.	Hinweise zur Unfallverhütung — Arbeitsschutzrichtlinien	15
1.2.2.3.	Erste Hilfe bei Unfällen	16
1.3.	Laboratoriumstechnik	17
1.3.1.	Glasbehandlung	17
1.3.1.1.	Glasarten	17
1.3.1.2.	Glasreinigung	17
1.3.1.3.	Glasbearbeitung	18
1.3.2.	Laborgeräte und ihre Verwendung	20
1.3.2.1.	Meßgeräte	22
1.3.2.2.	Wärmequellen	28
1.3.2.3.	Vakuumerzeugung	29
1.3.3.	Einfache Methoden der Stofftrennung und -reinigung	30
1.3.3.1.	Stofftrennung mittels Fällung bzw. Kristallisation	30
1.3.3.2.	Filtration	31
1.3.3.3.	Trocknung von Chemikalien	33
1.3.3.4.	Destillation	35
1.4.	Protokollierung und Auswertung chemischer Experimente	38
2.	Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie	40
2.1.	Stöchiometrie	40
2.1.1.	Chemische Grundgesetze	40
2.1.2.	Konzentration von Lösungen	46
2.1.3.	Quantitative Aussagen chemischer Reaktionsgleichungen	53
2.2.	Atombau	55
2.2.1.	Elementarteilchen, Atomaufbau, Isotope	55
2.2.2.	Struktur der Elektronenhülle und Periodensystem der Elemente	59
2.3.	Chemische Bindung	81
2.3.1.	Ionenbeziehung	81
2.3.2.	Atombindung	83
2.3.3.	Polare Atombindung	93
2.3.4.	Koordinative Bindung	95
2.3.5.	Wasserstoffbrückenbindung	96
2.3.6.	VAN DER WAALS-Bindung	97

2.3.7.	Metallische Bindung	97
	Kontrollfragen zu den Abschnitten 2.1.-2.3.	98
2.4.	Reaktionen der Elemente und ihrer Verbindungen	99
2.4.1.	Elemente der Hauptgruppen des Periodensystems	99
2.4.1.1.	Wasserstoff	100
2.4.1.2.	I. Hauptgruppe (Alkalimetalle)	103
2.4.1.3.	II. Hauptgruppe (Erdalkalimetalle)	107
2.4.1.4.	III. Hauptgruppe	111
2.4.1.5.	IV. Hauptgruppe	115
2.4.1.6.	V. Hauptgruppe	122
2.4.1.7.	VI. Hauptgruppe (Chalkogene)	133
2.4.1.8.	VII. Hauptgruppe (Halogene)	139
2.4.2.	Elemente der Nebengruppen des Periodensystems	144
2.4.2.1.	Chrom	147
2.4.2.2.	Mangan	150
2.4.2.3.	Eisen, Cobalt und Nickel	153
2.4.2.4.	Kupfer, Silber und Gold	157
2.4.2.5.	Zink und Quecksilber	159
	Kontrollfragen zum Abschnitt 2.4.	162
3.	Grundlagen der organischen Chemie	163
3.1.	Struktur und Reaktionsverhalten von Kohlenwasserstoffen	163
3.1.1.	Alkane und Cycloalkane	166
3.1.2.	Alkene und Alkine	168
3.1.3.	Konjugierte Alkene und Aromaten	172
	Kontrollfragen zum Abschnitt 3.1.	178
3.2.	Isomerie	179
3.2.1.	Strukturisomerie	180
3.2.2.	Rotationsisomerie (Konformation)	181
3.2.3.	Spiegelbildisomerie	183
3.2.4.	Diastereoisomerie	186
3.2.5.	cis/trans-Isomerie (Z/E-Isomerie)	189
3.3.	Halogenkohlenwasserstoffe	190
3.3.1.	Darstellung	190
3.3.2.	Struktur und Reaktionsverhalten	192
	Kontrollfragen zum Abschnitt 3.3.	197
3.4.	Einfluß elektronischer Effekte auf das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen	197
3.4.1.	Der Induktionseffekt (I-Effekt)	197
3.4.2.	Der Mesomerieeffekt (M-Effekt)	200
3.5.	Alkohole, Phenole, Ether und Sulfhydrylverbindungen (Thiole)	202
3.5.1.	Alkohole und Phenole	203
3.5.2.	Ether	213
3.5.3.	Sulfhydrylverbindungen (Thiole)	216
	Kontrollfragen zum Abschnitt 3.5.	218
3.6.	Amine	219
3.6.1.	Die sterischen und elektronischen Verhältnisse in Aminen	220
3.6.2.	Einfluß des organischen Molekülteils auf das chemische Reaktionsverhalten der Aminogruppe	224
3.6.2.1.	N-Alkylierungen	224
3.6.2.2.	N-Acylierungen	227
3.6.2.3.	Reaktionen mit anderen elektrophilen Verbindungen	229

3.6.3.	Einfluß der Aminogruppe auf das chemische Reaktionsverhalten des organischen Molekülteils	232
3.6.3.1.	Alkylamine	232
3.6.3.2.	Arylamine	234
3.6.3.3.	N-Heteroaromaten	234
	Kontrollfragen zum Abschnitt 3.6.	235
3.7.	Carbonylverbindungen	237
3.7.1.	Aldehyde und Ketone	245
3.7.2.	Carbonsäuren und Carbonsäurederivate	253
	Kontrollfragen zum Abschnitt 3.7.	261
3.8.	Naturstoffe	262
3.8.1.	In der Natur vorkommende Carbonylverbindungen	262
3.8.1.1.	Kohlenhydrate	262
3.8.1.2.	Lipide	272
3.8.1.3.	Aminosäuren-Peptide	276
3.8.1.3.1.	Die Säure-Base-Natur der Aminosäuren	278
3.8.1.3.2.	Die funktionellen Gruppen der Aminosäuren	279
3.8.1.3.3.	Die Verknüpfung der Aminosäuren zu Peptiden	287
3.8.2.	Aminartige Naturstoffe	291
3.8.2.1.	Nucleotide	291
3.8.2.2.	Porphyrine	297
3.8.2.3.	Alkaloide	298
3.8.3.	Isoprenoide Naturstoffe	301
3.8.3.1.	Terpene	301
3.8.3.2.	Steroide	305
3.9.	Synthetische makromolekulare Verbindungen	309
3.9.1.	Polymerisation	309
3.9.2.	Polyaddition	311
3.9.3.	Polykondensation	311
4.	Quantitative Gesetzmäßigkeiten chemischer Reaktionen	315
4.1.	Energetik chemischer Reaktionen	315
4.1.1.	Freie Reaktionsenthalpie und Affinität chemischer Reaktionen	319
4.1.2.	Berechnung der Reaktionsenthalpie, Reaktionsentropie und freien Reaktionsenthalpie	320
4.1.3.	Temperatur- und Konzentrationsabhängigkeit der freien Reaktionsenthalpie ...	324
4.1.4.	Energieriche Bindungen und das Prinzip der energetischen Kopplung	326
4.2.	Kinetik chemischer Reaktionen	331
4.2.1.	Reaktionsgeschwindigkeit	331
4.2.2.	Theoretische Deutung der Reaktionsgeschwindigkeit	332
4.2.3.	Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration der Reaktionspartner	340
4.2.3.1.	Reaktionen 2. Ordnung	342
4.2.3.2.	Reaktionen 1. Ordnung	345
4.2.3.3.	Reaktionen pseudoerster Ordnung	348
4.2.3.4.	Reaktionen nullter Ordnung	349
4.2.4.	Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Temperatur	350
4.3.	Gleichgewichtsreaktionen, chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz	355
4.4.	Katalyse chemischer Reaktionen	363
4.4.1.	Mechanismus der Katalyse	364
4.4.2.	Kinetik enzymatischer Reaktionen	372
	Kontrollfragen zu den Abschnitten 4.1.—4.4.	379

4.5.	Elektrolytgleichgewichte	381
4.5.1.	Elektrolytische Dissoziation	381
4.5.2.	Starke und schwache Elektrolyte	388
4.5.3.	Säuren und Basen	389
4.5.4.	Quantitative Beschreibung von Protolysegleichgewichten	393
4.5.4.1.	Säure- und Basekonstante	394
4.5.4.2.	Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert	396
4.5.4.3.	Protolysegrad und OSTWALD-Verdünnungsgesetz	398
4.5.5.	Berechnung der Wasserstoffionenkonzentration und des pH-Wertes wäßriger Säure- und Baselösungen	400
4.5.5.1.	Protolyse von Säuren	400
4.5.5.2.	Protolyse von Basen	401
4.5.6.	Methoden der pH-Messung mittels Farbindikatoren	402
4.5.7.	Kationsäuren und Anionbasen	405
4.5.8.	Beeinflussung von Dissoziationsgleichgewichten durch gleichionige Zusätze	407
4.5.9.	Protolyse von Ampholyten	409
4.5.10.	Säure-Base-Titrationen	417
4.5.10.1.	Titration einer sehr starken Säure mit einer sehr starken Base	424
4.5.10.2.	Titration einer mittelstarken Säure mit einer sehr starken Base	425
4.5.10.3.	Titration einer mittelstarken Base mit einer sehr starken Säure	428
4.5.10.4.	Titration mehrbasiger Säuren	430
4.5.10.5.	Titration von Anionbasen	432
4.5.11.	Puffersysteme	435
4.5.11.1.	Zusammensetzung und Wirkungsweise von Pufferlösungen	436
4.5.11.2.	Pufferkapazität	442
4.5.11.3.	Bedeutung der Puffersysteme und Säure-Base-Gleichgewichte im Organismus	446
4.5.12.	Interionische Wechselwirkungen in Elektrolytlösungen und die Aktivität hydratisierter Ionen	449
	Kontrollfragen zum Abschnitt 4.5.	452
4.6.	Löslichkeit und Fällungsgleichgewichte	454
4.6.1.	Besonderheiten kolloidaler Lösungen	455
4.6.2.	Löslichkeit und chemische Konstitution	461
4.6.2.1.	Einteilung der Lösungsmittel	463
4.6.2.2.	Einfluß des Lösungsmittels auf die Löslichkeit	464
4.6.3.	Löslichkeit und Löslichkeitsprodukt	468
4.6.4.	Fällungstitrationen	473
4.6.5.	Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten	477
4.6.6.	Verteilung von Substanzen zwischen zwei nichtmischbaren Flüssigkeiten	478
	Kontrollfragen zum Abschnitt 4.6.	480
4.7.	Komplexverbindungen und Komplexreaktionen	481
4.7.1.	Komplexgleichgewichte und Komplexstabilität	485
4.7.1.1.	Komplexbildung mit einzähnigen Liganden	487
4.7.1.2.	Komplexbildung mit mehrzähnigen Liganden (Chelatkomplexe)	491
4.7.2.	Komplexometrische Titrationen	500
	Kontrollfragen zum Abschnitt 4.7.	502
4.8.	Redoxvorgänge	503
4.8.1.	Korrespondierende Redoxpaare	508
4.8.2.	Redoxampholyte	514
4.8.3.	Redoxpotentiale und Redoxgleichgewichte	517
4.8.4.	Redox-titrationen	527
4.8.4.1.	Manganometrie	532
4.8.4.2.	Iodometrie	535
4.8.4.3.	Bromatometrie	541

4.8.4.4.	Chromatometrie	542
	Kontrollfragen zum Abschnitt 4.8.	543
5.	Analytische Methoden	544
5.1.	Trennung von Stoffgemischen	544
5.1.1.	Methodenübersicht	544
5.1.2.	Chromatographie	545
5.1.2.1.	Gelchromatographie	547
5.1.2.2.	Ionenaustauschchromatographie	549
5.1.2.3.	Papierchromatographie	552
5.1.2.4.	Dünnschichtchromatographie	555
5.2.	Qualitativer und quantitativer Nachweis einzelner Verbindungen	556
5.2.1.	Methodenübersicht	556
5.2.2.	Bestimmung des Schmelz- und Siedepunktes	557
5.2.3.	Massenspektrometrie	560
5.2.4.	Wechselwirkung von Strahlung und Materie	561
5.2.4.1.	UV/VIS-Spektroskopie und Photometrie	563
5.2.4.2.	IR-Spektroskopie	567
5.2.4.3.	Kernmagnetische Resonanzspektroskopie	568
5.2.5.	Polarimetrie	571
5.3.	Anorganische Analysenmethodik	574
5.4.	Organische Analysenmethodik	578
Anhang		582
Tabelle 1	pK_a - und pK_b -Werte korrespondierender Säure-Base-Paare (für 25 °C)	582
Tabelle 2	pH-Indikatoren und ihre Umschlagsintervalle	583
Tabelle 3	Stuphan-Indikatorpapiere	584
Tabelle 4	Löslichkeitsprodukte K_L und Löslichkeitsexponenten pK_L schwerlöslicher Elektrolyte (für 25 °C)	584
Tabelle 5	Spannungsreihe der Redoxpaare Me/Me^{z+}	585
Tabelle 6	Spannungsreihe pH-unabhängiger Redoxpaare	585
Tabelle 7	Spannungsreihe pH-abhängiger Redoxpaare	585
Tabelle 8	Standardisierte Normalpotentiale E'_0 einiger biologisch wichtiger Redoxpaare ..	586
Lösungen der Rechenübungen	587
Sachwortverzeichnis		596

Beilage: Periodensystem der Elemente