

Inhaltsübersicht

Vorwort	xvii
Kapitel 1 Aufbau der Materie	1
Kapitel 2 Die chemische Bindung	39
Kapitel 3 Zustandsformen der Materie	75
Kapitel 4 Heterogene Phasengleichgewichte	115
Kapitel 5 Chemische Reaktionen und Energetik	165
Kapitel 6 Säuren und Basen	221
Kapitel 7 Redoxreaktionen	273
Kapitel 8 Metallkomplexe	325
Kapitel 9 Aufbau und Struktur organischer Verbindungen	365
Kapitel 10 Grundtypen organisch-chemischer Reaktionen	437
Kapitel 11 Reaktionen von Carbonylverbindungen	517
Kapitel 12 Wichtige Klassen von Biomolekülen	593
Lösungen zu den Übungsaufgaben	710
Abbildungsnachweis	715
Weiterführende Literatur	718
Index	719

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	xvii
Kapitel 1 Aufbau der Materie	1
1.1 Materie besteht aus Atomen	3
1.2 Elementarteilchen	3
1.3 Aufbau eines Atoms	4
1.4 Atommassen und Stoffmengen	5
1.5 Isotope	7
1.6 Radioaktivität und Anwendungen von Isotopen	8
1.7 Aufbau der Elektronenhülle	15
1.8 Das Periodensystem der Elemente	19
1.9 Wichtige Gruppen im Periodensystem	22
1.10 Wichtige Elemente in lebenden Organismen	24
1.11 Grundlagen der Spektroskopie	26
Zusammenfassung	34
Übungsaufgaben	36
Kapitel 2 Die chemische Bindung	39
2.1 Aufbau der Moleküle	41
2.2 Die Edelgasregel	42
2.3 Die Ionenbindung	43
2.4 Die Metallbindung	50
2.5 Die kovalente Atombindung	53
2.6 Die polare Atombindung	61
2.7 Die koordinative Bindung	64
2.8 Vergleich der Bindungstypen	68
2.9 Vorhersage von Molekülstrukturen	69
Zusammenfassung	71
Übungsaufgaben	73

Kapitel 3	Zustandsformen der Materie	75
3.1	Aggregatzustände	77
3.2	Arten zwischenmolekularer Kräfte	80
3.2.1	Elektrostatische Wechselwirkungen	80
3.2.2	Wasserstoffbrückenbindungen	81
3.2.3	Van-der-Waals-Wechselwirkungen	84
3.2.4	Hydrophobe Wechselwirkungen	85
3.3	Phasenumwandlungen	87
3.4	Reinstoffe und Stoffgemische	93
3.5	Homogene und heterogene Systeme	94
3.6	Ideale Gase	96
3.7	Flüssigkeiten	105
3.8	Feststoffe	109
	Zusammenfassung	113
	Übungsaufgaben	114

Kapitel 4	Heterogene Phasengleichgewichte	115
4.1	Einführung	117
4.2	Allgemeine Beschreibung von Verteilungsgleichgewichten	118
4.3	Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten	120
4.4	Adsorption an Oberflächen	123
4.5	Verteilung zwischen zwei Flüssigkeiten	126
4.6	Vergleich der heterogenen Verteilungsgleichgewichte	131
4.7	Grundlagen der Stofftrennung	131
4.7.1	Chromatographie	131
4.7.2	Fraktionierende Destillation	137
4.7.3	Gefriertrocknung	137
4.8	Löslichkeit von Feststoffen	138
4.9	Salzlösungen und das Löslichkeitsprodukt	142
4.9.1	Der Lösungsvorgang	142
4.9.2	Das Löslichkeitsprodukt	144
4.9.3	Löslichkeit in Gegenwart von Fremdsalzen	149
4.10	Verteilungsgleichgewichte in Gegenwart von Membranen	151
4.10.1	Diffusion	151

4.10.2	Diffusion durch eine semipermeable Membran	152
4.10.3	Osmose	155
4.10.4	Donnan-Gleichgewicht	158
	Zusammenfassung	161
	Übungsaufgaben	162
Kapitel 5	Chemische Reaktionen und Energetik	165
5.1	Chemische Reaktionen sind Stoffumwandlungen	167
5.2	Die chemische Reaktionsgleichung	167
5.3	Quantitative Interpretation der Reaktionsgleichung	170
5.4	Energetische Betrachtung chemischer Reaktionen:	
	Thermodynamik	172
5.4.1	Erscheinungsformen von Energie	174
5.4.2	Der thermodynamische Begriff „System“	177
5.4.3	Die Reaktionsenthalpie $\Delta_R H$	179
5.4.4	Die Lösungsenthalpie beim Auflösen von Salzen in Wasser	189
5.5	Die Triebkraft chemischer Reaktionen	190
5.5.1	Die Entropie S	190
5.5.2	Die freie Enthalpie G	193
5.6	Triebkraft und Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion	198
5.7	Das chemische Gleichgewicht	199
5.8	Gibbs Energie und chemisches Gleichgewicht	203
5.9	Das Prinzip des kleinsten Zwanges	208
5.9.1	Änderung der Konzentrationen der Reaktionsteilnehmer	209
5.9.2	Änderung von Druck oder Volumen	210
5.9.3	Temperaturänderungen	211
5.10	Gekoppelte Reaktionen	213
5.11	Fließgleichgewichte	215
	Zusammenfassung	217
	Übungsaufgaben	219

Kapitel 6	Säuren und Basen	221
6.1	Definition Säure-Base	223
6.2	Säure-Base-Reaktionen und konjugierte Säure-Base-Paare	226
6.3	Stärke von Säuren und Basen	230
6.4	Autoprotolyse von Wasser, pH -Wert	236
6.5	Berechnung von pH -Werten	243
6.5.1	Berechnung des pH -Wertes einer starken einprotonigen Säure	243
6.5.2	Berechnung des pH -Wertes einer schwachen einprotonigen Säure	244
6.5.3	Berechnung des pH -Wertes starker und schwacher Basen	246
6.5.4	Berechnung des pH -Wertes von Mischungen von Säuren und Basen	247
6.6	Messung von pH -Werten, Indikatoren	247
6.7	Neutralisation	249
6.8	Titration	251
6.8.1	Titration von Salzsäure mit Natronlauge	253
6.8.2	Titration von Essigsäure mit Natronlauge	255
6.8.3	pH -Werte von Salzlösungen	256
6.8.4	Titration von Phosphorsäure mit Natronlauge	259
6.9	Puffer	259
	Zusammenfassung	269
	Übungsaufgaben	271
Kapitel 7	Redoxreaktionen	273
7.1	Oxidation und Reduktion	275
7.2	Oxidationszahlen	277
7.3	Redoxreaktionen	282
7.4	Aufstellen von Redoxgleichungen	288
7.5	Elektrochemische Zellen	293
7.6	Die elektromotorische Kraft EMK	298
7.6.1	Standard-Halbzellenpotenziale E°	299
7.6.2	Elektrochemische Spannungsreihe – die Stärke von Reduktions- und Oxidationsmitteln	302

7.6.3	Die Richtung von Redoxreaktionen:	
	Zusammenhang von EMK und Gibbs Energie	305
7.7	Die Nernstsche Gleichung	308
7.7.1	Konzentrationszellen	310
7.8	Elektrolyse	315
7.9	<i>pH</i> -Abhängigkeit von Redoxpotenzialen	318
7.10	Vergleich von Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen	321
	Zusammenfassung	322
	Übungsaufgaben	323

Kapitel 8 Metallkomplexe 325

8.1	Metallkomplexe	327
8.2	Bindung in Metallkomplexen	329
8.3	Ladung von Metallkomplexen	331
8.4	Namen von Metallkomplexen	332
8.5	Struktur von Metallkomplexen	333
8.6	Stabilität von Metallkomplexen	339
8.7	Mehrzählige Liganden	345
8.8	Eigenschaftsänderungen bei der Komplexbildung	352
8.8.1	Veränderung der Farbe	353
8.8.2	Veränderung der Löslichkeit	353
8.8.3	Veränderung der Redoxeigenschaften	356
8.9	Biologisch wichtige Metallkomplexe	357
8.9.1	Metallkomplexe zur Strukturbildung	358
8.9.2	Metallkomplexe zur Substratbindung und -aktivierung	359
	Zusammenfassung	363
	Übungsaufgaben	364

Kapitel 9 Aufbau und Struktur organischer Verbindungen 365

9.1	Was ist Organische Chemie?	367
9.2	Das Besondere am Kohlenstoff	368
9.3	Bindungsverhältnisse in organischen Verbindungen	371
9.3.1	Einfachbindungen: sp^3 -Hybridorbitale	372
9.3.2	Doppelbindungen: sp^2 -Hybridorbitale	376

9.3.3	Dreifachbindungen: sp-Hybridorbitale	378
9.3.4	Zusammenfassung der Hybridisierungstypen	379
9.4	Strichschreibweise von organischen Molekülen	382
9.5	Stoffklassen, homologe Reihen und funktionelle Gruppen	383
9.6	Strukturisomerie	388
9.7	Nomenklatur	393
9.8	Geometrische Isomere	397
9.9	Spiegelbildisomerie oder Enantiomerie	401
9.9.1	Chirale Moleküle	401
9.9.2	Eigenschaften chiraler Verbindungen	404
9.9.3	Optische Aktivität	408
9.9.4	Nomenklatur chiraler Verbindungen: die absolute Konfiguration	411
9.9.5	Die D/L-Nomenklatur nach Fischer	414
9.10	Verbindungen mit zwei oder mehr Stereozentren	417
9.10.1	Diastereomere	417
9.10.2	Meso-Formen	418
9.10.3	Racemische Gemische und Racematspaltung	420
9.11	Cycloalkane	422
9.12	Zusammenfassung: Isomeriearten	432
	Zusammenfassung	432
	Übungsaufgaben	434
Kapitel 10	Grundtypen organisch-chemischer Reaktionen	437
10.1	Was ist ein Reaktionsmechanismus?	439
10.2	Das Reaktionsenergiendiagramm	441
10.3	Die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion	444
10.3.1	Die Reaktionsgeschwindigkeit v	445
10.3.2	Faktoren, die die Reaktionsgeschwindigkeit v beeinflussen	445
10.3.3	Konzentration und Reaktionsgeschwindigkeit: das Geschwindigkeitsgesetz	447
10.3.4	Die Aktivierungsenergie E_A	450
10.3.5	Katalyse	452
10.4	Grundtypen organisch-chemischer Reaktionen	454

10.5	Die nucleophile Substitutionsreaktion	456
10.5.1	Die S _N 2-Reaktion	458
10.5.2	Die S _N 1-Reaktion	463
10.5.3	Vergleich zwischen S _N 1- und S _N 2-Reaktion	467
10.6	Die Eliminierung	471
10.6.1	Die E2-Eliminierung	472
10.6.2	Die E1-Eliminierung	476
10.6.3	Vergleich zwischen E1- und E2-Reaktion	478
10.7	Die Addition	479
10.7.1	Katalytische Hydrierung	480
10.7.2	Elektrophile Addition von HX und H ₂ O	481
10.7.3	Elektrophile Addition von Halogenen X ₂	485
10.8	Elektrophile Substitution am Aromaten	487
10.8.1	Bindungsverhältnisse im Benzol: delokalisierte Elektronen	488
10.8.2	Der Mechanismus der elektrophilen aromatischen Substitution	496
10.9	Radikalreaktionen	501
	Zusammenfassung	512
	Übungsaufgaben	514
Kapitel 11 Reaktionen von Carbonylverbindungen		517
11.1	Einteilung von Carbonylverbindungen	519
11.2	Struktur und Bindungsverhältnisse	521
11.3	Reaktivität von Carbonylverbindungen	523
11.3.1	Reaktionen an der Carbonylgruppe: Angriff eines Nucleophils	523
11.3.2	Reaktionen an der Carbonylgruppe: Angriff eines Elektrophils	525
11.3.3	Erhöhung der α-CH-Azidität: Angriff einer Base	526
11.4	Reaktionen von Aldehyden und Ketonen	527
11.4.1	Reaktion mit Wasser: Bildung von Hydraten	530
11.4.2	Reaktion mit Alkoholen: Bildung von Halbacetalen und Acetalen	532
11.4.3	Reaktion mit Aminen: Bildung von Iminen und Enaminen	535

11.5	Keto-Enol-Tautomerie	542
11.6	Die Aldolreaktion: Knüpfung von C–C-Bindungen	546
11.7	Carbonsäuren	551
11.7.1	Struktur und Bezeichnung	551
11.7.2	Die Säurestärke von Carbonsäuren	554
11.8	Carbonsäurederivate	556
11.8.1	Allgemeines Reaktionsschema	556
11.8.2	Relative Reaktivität der Carbonsäurederivate	557
11.8.3	Carbonsäureester	560
11.9	Ester anorganischer Säuren	568
11.10	Lipide und Seifen	571
11.11	Oxidation und Reduktion	579
11.11.1	Reduktion	581
11.11.2	Oxidation	584
11.12	Hydrochinone und Chinone	585
	Zusammenfassung	588
	Übungsaufgaben	590

Kapitel 12 Wichtige Klassen von Biomolekülen 593

12.1	Kohlenhydrate	595
12.1.1	Monosaccharide	597
12.1.2	Redoxreaktionen der Monosaccharide	604
12.1.3	Bildung cyclischer Halbacetale	610
12.1.4	Aminozucker	616
12.1.5	Glycosidbildung	620
12.1.6	Disaccharide	623
12.1.7	Polysaccharide	627
12.2	Aminosäuren, Peptide und Proteine	633
12.2.1	Aufbau und Klassifizierung von Aminosäuren	633
12.2.2	Konfiguration der Aminosäuren	636
12.2.3	Säure-Base-Eigenschaften der Aminosäuren	637
12.2.4	Der isoelektrische Punkt IEP	642
12.2.5	Chemische Reaktionen mit Aminosäuren:	
	Schutzgruppen	646
12.2.6	Peptide	648
12.2.7	Proteine	661
12.2.8	Enzyme	674

12.3	Nucleinsäuren	681
12.3.1	Aufbau der Nucleinsäuren	682
12.3.2	Nucleotide	687
12.3.3	Strukturen der Nucleinsäuren	690
12.3.4	Chemische Stabilität der Nucleinsäuren	697
12.3.5	Die Replikation der DNA	698
12.3.6	Proteinbiosynthese	701
	Zusammenfassung	705
	Übungsaufgaben	707
	Lösungen zu den Übungsaufgaben	710
	Abbildungsnachweis	715
	Weiterführende Literatur	718
	Index	719