

Chemie

Das Basiswissen der Chemie

Charles E. Mortimer
Ulrich Müller

13., vollständig überarbeitete Auflage

408 Abbildungen
551 Formelbilder

Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	19	5.4	Reaktionsenergie und Reaktionsenthalpie ..	62
1.1	Historische Entwicklung der Chemie	20	5.5	Der Satz von Hess	64
1.2	Elemente, Verbindungen, Gemische	23	5.6	Bildungsenthalpien	65
1.3	Stofftrennung	25	5.7	Bindungsenergien	68
1.4	Maßeinheiten	28		Übungsaufgaben	70
1.5	Genauigkeit und signifikante Stellen	29	6	Die Elektronenstruktur der	
1.6	Mittelwert und Standardabweichung	30		Atome	72
	Übungsaufgaben	31	6.1	Elektromagnetische Strahlung	73
2	Einführung in die Atomtheorie ...	32	6.2	Atomspektren	74
2.1	Die Dalton-Atomtheorie	32	6.3	Ordnungszahl und das Periodensystem der	
2.2	Das Elektron	33		Elemente	77
2.3	Das Proton	34	6.4	Wellenmechanik	81
2.4	Das Neutron	35	6.5	Quantenzahlen	85
2.5	Aufbau der Atome	35	6.6	Orbitalbesetzung und die Hund-Regel	89
2.6	Atomsymbole	37	6.7	Die Elektronenstruktur der Elemente	92
2.7	Isotope	37	6.8	Halb- und vollbesetzte Unterschalen	94
2.8	Atommassen	38	6.9	Einteilung der Elemente	97
	Übungsaufgaben	40		Übungsaufgaben	98
3	Stöchiometrie Teil I: Chemische		7	Eigenschaften der Atome	
	Formeln	41		und die Ionenbindung	100
3.1	Moleküle und Ionen	41	7.1	Atomgröße	101
3.2	Empirische Formeln	43	7.2	Ionisierungsenergien	103
3.3	Das Mol	43	7.3	Elektronenaffinitäten	105
3.4	Prozentuale Zusammensetzung von		7.4	Die Ionenbindung	107
	Verbindungen	45	7.5	Gitterenergie	108
3.5	Ermittlung chemischer Formeln	46	7.6	Arten von Ionen	110
	Übungsaufgaben	47	7.7	Ionenradien	112
4	Stöchiometrie Teil II: Chemische		7.8	Nomenklatur von Ionenverbindungen	114
	Reaktionsgleichungen	50		Übungsaufgaben	115
4.1	Chemische Reaktionsgleichungen	50	8	Die kovalente Bindung	117
4.2	Begrenzende Reaktanden	53	8.1	Konzept der kovalenten Bindung	117
4.3	Ausbeute bei chemischen Reaktionen	54	8.2	Übergänge zwischen Ionenbindung und	
4.4	Konzentration von Lösungen	54		kovalenter Bindung	119
	Übungsaufgaben	56	8.3	Elektronegativität	121
5	Energieumsatz bei chemischen		8.4	Formalladungen	123
	Reaktionen	59	8.5	Mesomerie (Resonanz)	125
5.1	Energiemaße	60	8.6	Nomenklatur von binären	
5.2	Temperatur und Wärme	60		Molekülverbindungen	127
5.3	Kalorimetrie	61		Übungsaufgaben	127

9	Molekülstruktur, Molekülorbitale	129	12.3	Kristallstrukturen von Metallen	188
9.1	Ausnahmen zur Oktettregel	130	12.4	Ionenkristalle	191
9.2	Elektronenpaar-Abstoßung und Molekülstruktur	130	12.5	Defektstrukturen	194
9.3	Hybridorbitale	135	12.6	Flüssigkristalle	195
9.4	Molekülorbitale	137	12.7	Nanostrukturen	195
9.5	Molekülorbitale in mehratomigen Molekülen	141		Übungsaufgaben	198
9.6	Delokalisierte Bindungen	142	13	Strukturaufklärung	199
9.7	Stark polare kovalente Bindungen	146	13.1	Röntgenbeugung	199
9.8	Hypervalente Atome	146	13.2	Kernmagnetische Resonanz-Spektroskopie	204
9.9	Die Bindung in Metallen	148		Übungsaufgaben	207
9.10	Halbleiter	151	14	Lösungen	209
	Übungsaufgaben	151	14.1	Allgemeine Betrachtungen	210
10	Gase	153	14.2	Der Auflösungsprozess	211
10.1	Druck	154	14.3	Hydratisierte Ionen	212
10.2	Das Avogadro-Gesetz	155	14.4	Lösungsenthalpie	213
10.3	Das ideale Gasgesetz	156	14.5	Abhängigkeit der Löslichkeit von Druck und Temperatur	214
10.4	Stöchiometrie und Gasvolumina	158	14.6	Konzentration von Lösungen	215
10.5	Die kinetische Gastheorie	160	14.7	Dampfdruck von Lösungen	218
10.6	Das Dalton-Gesetz der Partialdrücke	161	14.8	Gefrierpunkt und Siedepunkt von Lösungen	219
10.7	Molekülgeschwindigkeiten in Gasen	163	14.9	Osmose	221
10.8	Das Graham-Effusionsgesetz	164	14.10	Destillation	224
10.9	Reale Gase	165	14.11	Elektrolyt-Lösungen	225
10.10	Verflüssigung von Gasen	167	14.12	Interionische Wechselwirkungen in Lösungen	226
	Übungsaufgaben	168	14.13	Kolloide Lösungen und Gele	227
11	Flüssigkeiten	171	14.14	Tenside und Mizellen	227
11.1	Intermolekulare Anziehungskräfte	172	14.15	Ionische Flüssigkeiten	229
11.2	Wasserstoff-Brücken	174		Übungsaufgaben	229
11.3	Der flüssige Zustand	175	15	Reaktionen in wässriger Lösung	232
11.4	Verdampfung	176	15.1	Metathese-Reaktionen	232
11.5	Dampfdruck	177	15.2	Oxidationszahlen	235
11.6	Siedepunkt	178	15.3	Reduktions-Oxidations-Reaktionen	237
11.7	Verdampfungsenthalpie	178	15.4	Arrhenius-Säuren und -Basen	240
11.8	Gefrierpunkt und Schmelzpunkt	179	15.5	Saure und basische Oxide	242
11.9	Dampfdruck von Festkörpern	180	15.6	Nomenklatur von Säuren, Hydroxiden und Salzen	243
11.10	Phasendiagramme	180	15.7	Volumetrische Analyse	245
	Übungsaufgaben	182	15.8	Äquivalentmasse und Äquivalentkonzentration	247
12	Feststoffe	183		Übungsaufgaben	249
12.1	Arten von kristallinen Feststoffen	184			
12.2	Kristallstruktur und Symmetrie	185			

16	Reaktionskinetik	251	20	Löslichkeitsprodukt und Komplex-Gleichgewichte	315
16.1	Reaktionsgeschwindigkeit	252	20.1	Das Löslichkeitsprodukt	315
16.2	Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	253	20.2	Fällungsreaktionen	317
16.3	Zeitabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	254	20.3	Fällung von Sulfiden	320
16.4	Einstufige Reaktionen	258	20.4	Komplex-Gleichgewichte	321
16.5	Geschwindigkeitsgesetze für einstufige Reaktionen	261		Übungsaufgaben	324
16.6	Reaktionsmechanismen	262	21	Grundlagen der chemischen Thermodynamik	326
16.7	Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	264	21.1	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik ..	327
16.8	Katalyse	265	21.2	Enthalpie	328
	Übungsaufgaben	268	21.3	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik .	329
17	Das chemische Gleichgewicht	271	21.4	Die freie Enthalpie	331
17.1	Reversible Reaktionen und chemisches Gleichgewicht	272	21.5	Freie Standard-Enthalpien	333
17.2	Die Gleichgewichtskonstante K_c	273	21.6	Absolute Entropien	333
17.3	Die Gleichgewichtskonstante K_p	276	21.7	Gleichgewicht und freie Reaktionsenthalpie	335
17.4	Das Prinzip des kleinsten Zwanges	278	21.8	Temperaturabhängigkeit von Gleichgewichtskonstanten	337
	Übungsaufgaben	279		Übungsaufgaben	338
18	Säuren und Basen	282	22	Elektrochemie	340
18.1	Das Arrhenius-Konzept	283	22.1	Elektrischer Strom	341
18.2	Das Brønsted-Lowry-Konzept	283	22.2	Elektrolytische Leitung	342
18.3	Die Stärke von Brønsted-Säuren und -Basen	284	22.3	Elektrolyse	343
18.4	Säurestärke und Molekülstruktur	285	22.4	Stöchiometrische Gesetze bei der Elektrolyse	344
18.5	Das Lewis-Konzept	288	22.5	Galvanische Zellen	346
18.6	Lösungsmittelbezogene Säuren und Basen .	290	22.6	Die elektromotorische Kraft	347
	Übungsaufgaben	291	22.7	Elektrodenpotenziale	348
19	Säure-Base-Gleichgewichte	293	22.8	Freie Reaktionsenthalpie und elektromotorische Kraft	352
19.1	Das Ionenprodukt des Wassers. pH -Wert	294	22.9	Konzentrationsabhängigkeit des Potentials .	354
19.2	Schwache Elektrolyte	295	22.10	Potentiometrische Titration	358
19.3	Indikatoren	300	22.11	Elektrodenpotenziale und Elektrolyse	358
19.4	Pufferlösungen	301	22.12	Korrosion und Korrosionsschutz	359
19.5	Mehrprotonige Säuren	304	22.13	Elektrochemische Herstellung von nanostrukturierten Materialien	360
19.6	Salze schwacher Säuren und Basen	307	22.14	Galvanische Zellen für den praktischen Gebrauch	361
19.7	Säure-Base-Titrationen	309	22.15	Brennstoffzellen	363
19.8	Erweiterung des Säure-Base-Konzepts auf Festkörper	311		Übungsaufgaben	364
	Übungsaufgaben	313			

23	Wasserstoff	367	27	Die Elemente der	
23.1	Vorkommen und physikalische Eigenschaften	367	5. Hauptgruppe (Gruppe 15)	406	
23.2	Herstellung von Wasserstoff	368	27.1	Allgemeine Eigenschaften	407
23.3	Chemische Eigenschaften des Wasserstoffs	370	27.2	Die Elementstrukturen von Phosphor, Arsen, Antimon und Bismut	408
23.4	Technische Verwendung von Wasserstoff ..	372	27.3	Der Stickstoffzyklus	409
	Übungsaufgaben	372	27.4	Vorkommen und Herstellung der Elemente der 5. Hauptgruppe	410
24	Halogene	373	27.5	Nitride und Phosphide	411
24.1	Eigenschaften der Halogene	373	27.6	Wasserstoff-Verbindungen	412
24.2	Vorkommen und Herstellung der Halogene	375	27.7	Halogen-Verbindungen	414
24.3	Interhalogen-Verbindungen	377	27.8	Oxide und Oxosäuren des Stickstoffs	415
24.4	Halogenwasserstoffe	379	27.9	Luftverschmutzung	418
24.5	Halogenide	380	27.10	Oxide und Oxosäuren des Phosphors	422
24.6	Oxosäuren der Halogene	381	27.11	Oxide und Oxosäuren von Arsen, Antimon und Bismut	424
24.7	Verwendung der Halogene	385	27.12	Verwendung der Elemente der 5. Hauptgruppe	425
	Übungsaufgaben	386		Übungsaufgaben	426
25	Die Edelgase	387	28	Kohlenstoff, Silicium und Bor	427
25.1	Vorkommen und Gewinnung der Edelgase .	387	28.1	Allgemeine Eigenschaften der Elemente der 4. Hauptgruppe	428
25.2	Eigenschaften der Edelgase	388	28.2	Die Strukturen der Elemente der 4. Hauptgruppe	430
25.3	Verwendung der Edelgase	389	28.3	Vorkommen, Gewinnung und Verwendung von Kohlenstoff und Silicium	432
26	Die Elemente der		28.4	Carbide, Silicide und Silane	434
	6. Hauptgruppe (Gruppe 16)	390	28.5	Oxide und Oxosäuren des Kohlenstoffs	436
26.1	Allgemeine Eigenschaften der Chalkogene .	391	28.6	Siliciumdioxid und Silicate	437
26.2	Vorkommen und Gewinnung von Sauerstoff	392	28.7	Schwefel- und Stickstoff-Verbindungen des Kohlenstoffs	440
26.3	Reaktionen des Sauerstoffs	392	28.8	Allgemeine Eigenschaften der Elemente der 3. Hauptgruppe (Gruppe 13)	440
26.4	Verwendung von Sauerstoff	395	28.9	Elementares Bor	441
26.5	Ozon	395	28.10	Bor-Verbindungen	442
26.6	Schwefel, Selen und Tellur	396	28.11	Borane (Borhydride)	443
26.7	Vorkommen und Gewinnung von Schwefel, Selen und Tellur	397		Übungsaufgaben	444
26.8	Wasserstoff-Verbindungen von Schwefel, Selen und Tellur	398	29	Metalle	446
26.9	Schwefel-, Selen- und Tellur-Verbindungen in der Oxidationsstufe +IV	399	29.1	Physikalische Eigenschaften von Metallen ..	447
26.10	Schwefel-, Selen- und Tellur-Verbindungen in der Oxidationsstufe +VI	401	29.2	Vorkommen von Metallen	449
26.11	Verwendung von Schwefel, Selen und Tellur	404	29.3	Metallurgie: Aufbereitung von Erzen	450
	Übungsaufgaben	404	29.4	Metallurgie: Reduktion	452
			29.5	Metallurgie: Raffination	457
			29.6	Metallurgie: Wiederaufbereitung	458

29.7	Die Alkalimetalle	459	33	Stereochemie, Polymerchemie und supramolekulare Chemie	544
29.8	Die Erdalkalimetalle	462	33.1	Stereochemie organischer Verbindungen ..	544
29.9	Die Metalle der 3. Hauptgruppe	465	33.2	Racemat-Trennung und Synthese chiraler Moleküle	548
29.10	Die Metalle der 4. Hauptgruppe	468	33.3	Polymerchemie	549
29.11	Die Übergangsmetalle	470	33.4	Supramolekulare Chemie	556
29.12	Die Lanthanoide	475		Übungsaufgaben	558
	Übungsaufgaben	477	34	Naturstoffe und Biochemie	560
30	Komplex-Verbindungen	479	34.1	Terpene	562
30.1	Struktur von Komplex-Verbindungen	480	34.2	Kohlenhydrate	563
30.2	Stabilität von Komplexen	484	34.3	Fette, Öle und Wachse	567
30.3	Nomenklatur von Komplexen	485	34.4	Botenstoffe, Hormone und Vitamine	569
30.4	Isomerie	485	34.5	Natürliche Farbstoffe	572
30.5	Die Bindungsverhältnisse in Komplexen ...	487	34.6	Proteine	575
	Übungsaufgaben	495	34.7	Nucleinsäuren	579
31	Organische Chemie Teil I: Kohlenwasserstoffe	497	34.8	Proteinsynthese	581
31.1	Alkane	498	34.9	Gentechnik	584
31.2	Alkene	504	34.10	Enzyme und Coenzyme	588
31.3	Alkine	505	34.11	Schlussbemerkung: Biochemie und Chemie	591
31.4	Arene	506		Übungsaufgaben	592
31.5	Reaktionen der Kohlenwasserstoffe. Radikalische Substitution. Addition	507	35	Kernchemie	593
31.6	Cycloaddition und die Bedeutung der Orbitalsymmetrie für chemische Reaktionen	510	35.1	Der Atomkern	594
31.7	Reaktionen von Arenen. Elektrophile Substitution	510	35.2	Kernreaktionen	595
	Übungsaufgaben	514	35.3	Radioaktivität	596
32	Organische Chemie Teil II: Funktionelle Gruppen	515	35.4	Messung der Radioaktivität	599
32.1	Halogenalkane. Nucleophile Substitution. Eliminierungsreaktionen	516	35.5	Die radioaktive Zerfallsgeschwindigkeit ...	600
32.2	Metallorganische Verbindungen	519	35.6	Biologische Effekte der Radioaktivität	603
32.3	Alkohole, Phenole und Thiole	520	35.7	Radioaktive Zerfallsreihen	605
32.4	Ether	523	35.8	Künstliche Kernumwandlungen	607
32.5	Carbonyl-Verbindungen	524	35.9	Kernspaltung	609
32.6	Carbonsäuren und ihre Derivate	529	35.10	Kernfusion	613
32.7	Amine und Carbonsäureamide	536	35.11	Verwendung von radioaktiven Nucliden ...	614
32.8	Aminosäuren und Peptide	539		Übungsaufgaben	617
32.9	Azo- und Diazo-Verbindungen	540	36	Umgang mit gefährlichen Stoffen 619	
32.10	Heterocyclische Verbindungen	541	36.1	Einteilung und Kennzeichnung der Gefahrstoffe	620
	Übungsaufgaben	542	36.2	Europäisches Gefahrstoffrecht	625
			36.3	Giftstoffe, Toxikologie	631
				Übungsaufgaben	634

	Anhang	635	D	Mittlere Bindungsenergien	640
A	Normalpotenziale bei 25 °C	636	E	Lösungen zu den Übungsaufgaben	641
B	Gleichgewichtskonstanten bei 25 °C	637			
C	Thermodynamische Daten bei 25 °C	639		Glossar	668
				Sachverzeichnis	691