

# Auf einen Blick

<b>Grundlage und Atomtheorie</b>	1 Einleitung	19
	2 Einführung in die Atomtheorie	32
<b>Stöchiometrie</b>	3 Stöchiometrie I	41
	4 Stöchiometrie II	50
	5 Energieumsatz bei chemischen Reaktionen	59
<b>Atome und chemische Bindung</b>	6 Die Elektronenstruktur der Atome	72
	7 Eigenschaften der Atome und die Ionenbindung	99
	8 Die kovalente Bindung	116
	9 Molekülstruktur, Molekülorbitale	129
<b>Gase, Flüssigkeiten, Feststoffe und Lösungen</b>	10 Gase	153
	11 Flüssigkeiten	171
	12 Feststoffe	184
	13 Strukturaufklärung	201
	14 Lösungen	211
<b>Gesetzmäßigkeiten chemischer Reaktionen</b>	15 Reaktionen in wässriger Lösung	233
	16 Reaktionskinetik	252
	17 Das chemische Gleichgewicht	273
	18 Säuren und Basen	284
	19 Säure-Base-Gleichgewichte	296
	20 Löslichkeitsprodukt und Komplex-Gleichgewichte	318
	21 Grundlagen der chemischen Thermodynamik	330
	22 Elektrochemie	345
<b>Stoffchemie der Elemente</b>	23 Wasserstoff	373
	24 Halogene	379
	25 Die Edelgase	394
	26 Die Elemente der 6. Hauptgruppe (Gruppe 16)	397
	27 Die Elemente der 5. Hauptgruppe (Gruppe 15)	413
	28 Kohlenstoff, Silicium und Bor	435
	29 Metalle	454
	30 Komplex-Verbindungen	488
<b>Organische Chemie und Biochemie</b>	31 Organische Chemie Teil I: Kohlenwasserstoffe	507
	32 Organische Chemie Teil II: Funktionelle Gruppen	526
	33 Stereochemie, Polymerchemie und supramolekulare Chemie	557
	34 Naturstoffe und Biochemie	573
<b>Kernchemie</b>	35 Kernchemie	606
<b>Gefahrstoffe</b>	36 Umgang mit gefährlichen Stoffen	633
<b>Anhang</b>		650

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	19	<b>6</b>	<b>Die Elektronenstruktur der Atome</b> .....	72
1.1	Historische Entwicklung der Chemie .....	20	6.1	Elektromagnetische Strahlung .....	73
1.2	Elemente, Verbindungen, Gemische .....	23	6.2	Atomspektren .....	74
1.3	Stofftrennung .....	25	6.3	Ordnungszahl und das Periodensystem der Elemente .....	77
1.4	Maßeinheiten .....	28	6.4	Wellenmechanik .....	80
1.5	Genauigkeit und signifikante Stellen .....	29	6.5	Quantenzahlen .....	84
1.6	Mittelwert und Standardabweichung .....	30	6.6	Orbitalbesetzung und die Hund-Regel .....	88
<b>2</b>	<b>Einführung in die Atomtheorie</b> ...	32	6.7	Die Elektronenstruktur der Elemente .....	91
2.1	Die Dalton-Atomtheorie .....	32	6.8	Halb- und vollbesetzte Unterschalen .....	93
2.2	Das Elektron .....	33	6.9	Einteilung der Elemente .....	96
2.3	Das Proton .....	34	<b>7</b>	<b>Eigenschaften der Atome und die Ionenbindung</b> .....	99
2.4	Das Neutron .....	35	7.1	Atomgröße .....	100
2.5	Aufbau der Atome .....	35	7.2	Ionisierungsenergien .....	102
2.6	Atomsymbole .....	37	7.3	Elektronenaffinitäten .....	104
2.7	Isotope .....	37	7.4	Die Ionenbindung .....	106
2.8	Atommassen .....	38	7.5	Gitterenergie .....	107
<b>3</b>	<b>Stöchiometrie Teil I: Chemische Formeln</b> .....	41	7.6	Arten von Ionen .....	109
3.1	Moleküle und Ionen .....	41	7.7	Ionenradien .....	111
3.2	Empirische Formeln .....	43	7.8	Nomenklatur von Ionenverbindungen .....	113
3.3	Das Mol .....	43	<b>8</b>	<b>Die kovalente Bindung</b> .....	116
3.4	Prozentuale Zusammensetzung von Verbindungen .....	45	8.1	Konzept der kovalenten Bindung .....	116
3.5	Ermittlung chemischer Formeln .....	46	8.2	Übergänge zwischen Ionenbindung und kovalenter Bindung .....	118
<b>4</b>	<b>Stöchiometrie Teil II: Chemische Reaktionsgleichungen</b> .....	50	8.3	Elektronegativität .....	120
4.1	Chemische Reaktionsgleichungen .....	50	8.4	Formalladungen .....	122
4.2	Begrenzende Reaktanden .....	53	8.5	Mesomerie (Resonanz) .....	124
4.3	Ausbeute bei chemischen Reaktionen .....	54	8.6	Nomenklatur von binären Molekülverbindungen .....	126
4.4	Konzentration von Lösungen .....	54	<b>9</b>	<b>Molekülstruktur, Molekülorbitale</b> .....	129
<b>5</b>	<b>Energieumsatz bei chemischen Reaktionen</b> .....	59	9.1	Ausnahmen zur Oktettregel .....	130
5.1	Energiemaße .....	60	9.2	Elektronenpaar-Abstoßung und Molekülstruktur .....	130
5.2	Temperatur und Wärme .....	60	9.3	Hybridorbitale .....	135
5.3	Kalorimetrie .....	61	9.4	Molekülorbitale .....	137
5.4	Reaktionsenergie und Reaktionsenthalpie ..	62	9.5	Molekülorbitale in mehratomigen Molekülen .....	141
5.5	Der Satz von Hess .....	64	9.6	Delokalisierte Bindungen .....	142
5.6	Bildungsenthalpien .....	65	9.7	Stark polare kovalente Bindungen .....	146
5.7	Bindungsenergien .....	68			

9.8	Hypervalente Atome	146	<b>14</b>	<b>Lösungen</b>	211
9.9	Die Bindung in Metallen	148	14.1	Allgemeine Betrachtungen	212
9.10	Halbleiter	151	14.2	Der Auflösungsprozess	213
<b>10</b>	<b>Gase</b>	153	14.3	Hydratisierte Ionen	214
10.1	Druck	154	14.4	Lösungsenthalpie	215
10.2	Das Avogadro-Gesetz	155	14.5	Abhängigkeit der Löslichkeit von Druck und Temperatur	216
10.3	Das ideale Gasgesetz	156	14.6	Konzentration von Lösungen	217
10.4	Stöchiometrie und Gasvolumina	158	14.7	Dampfdruck von Lösungen	220
10.5	Die kinetische Gastheorie	160	14.8	Gefrierpunkt und Siedepunkt von Lösungen	221
10.6	Das Dalton-Gesetz der Partialdrücke	161	14.9	Osmose	223
10.7	Molekülgeschwindigkeiten in Gasen	163	14.10	Destillation	225
10.8	Das Graham-Effusionsgesetz	164	14.11	Elektrolyt-Lösungen	227
10.9	Reale Gase	165	14.12	Interionische Wechselwirkungen in Lösungen	228
10.10	Verflüssigung von Gasen	167	14.13	Kolloide Lösungen und Gele	228
<b>11</b>	<b>Flüssigkeiten</b>	171	14.14	Tenside und Mizellen	229
11.1	Intermolekulare Anziehungskräfte	172	14.15	Ionische Flüssigkeiten	230
11.2	Wasserstoff-Brücken	174	<b>15</b>	<b>Reaktionen in wässriger Lösung</b>	233
11.3	Der flüssige Zustand	175	15.1	Metathese-Reaktionen	233
11.4	Verdampfung	176	15.2	Oxidationszahlen	236
11.5	Dampfdruck	177	15.3	Reduktions-Oxidations-Reaktionen	238
11.6	Siedepunkt	178	15.4	Arrhenius-Säuren und -Basen	241
11.7	Verdampfungsenthalpie	178	15.5	Saure und basische Oxide	244
11.8	Gefrierpunkt und Schmelzpunkt	179	15.6	Nomenklatur von Säuren, Hydroxiden und Salzen	244
11.9	Dampfdruck von Festkörpern	180	15.7	Volumetrische Analyse	246
11.10	Zustandsdiagramme	180	15.8	Äquivalentmasse und Äquivalentkonzentration	248
<b>12</b>	<b>Feststoffe</b>	184	<b>16</b>	<b>Reaktionskinetik</b>	252
12.1	Arten von kristallinen Feststoffen	185	16.1	Reaktionsgeschwindigkeit	253
12.2	Kristallstruktur und Symmetrie	188	16.2	Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	254
12.3	Kristallstrukturen von Metallen	190	16.3	Zeitabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	255
12.4	Ionenkristalle	192	16.4	Einstufige Reaktionen	259
12.5	Defektstrukturen	195	16.5	Geschwindigkeitsgesetze für einstufige Reaktionen	262
12.6	Flüssigkristalle	196	16.6	Reaktionsmechanismen	263
12.7	Nanostrukturen	197	16.7	Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	265
<b>13</b>	<b>Strukturaufklärung</b>	201	16.8	Katalyse	266
13.1	Röntgenbeugung	202			
13.2	Kernmagnetische Resonanz-Spektroskopie	206			

<b>17</b>	<b>Das chemische Gleichgewicht</b> . . . . .	273	<b>21.8</b>	Temperaturabhängigkeit von Gleichgewichtskonstanten . . . . .	341
17.1	Reversible Reaktionen und chemisches Gleichgewicht . . . . .	274	<b>22</b>	<b>Elektrochemie</b> . . . . .	345
17.2	Die Gleichgewichtskonstante $K_c$ . . . . .	275	22.1	Elektrischer Strom . . . . .	346
17.3	Die Gleichgewichtskonstante $K_p$ . . . . .	278	22.2	Elektrolytische Leitung . . . . .	347
17.4	Das Prinzip des kleinsten Zwanges . . . . .	280	22.3	Elektrolyse . . . . .	348
<b>18</b>	<b>Säuren und Basen</b> . . . . .	284	22.4	Stöchiometrische Gesetze bei der Elektrolyse . . . . .	349
18.1	Das Arrhenius-Konzept . . . . .	285	22.5	Galvanische Zellen . . . . .	351
18.2	Das Brønsted-Lowry-Konzept . . . . .	285	22.6	Die elektromotorische Kraft . . . . .	352
18.3	Die Stärke von Brønsted-Säuren und -Basen . . . . .	286	22.7	Elektrodenpotenziale . . . . .	353
18.4	Säurestärke und Molekülstruktur . . . . .	287	22.8	Freie Reaktionsenthalpie und elektromotorische Kraft . . . . .	357
18.5	Das Lewis-Konzept . . . . .	290	22.9	Konzentrationsabhängigkeit des Potentials . . . . .	359
18.6	Lösungsmittelbezogene Säuren und Basen . . . . .	292	22.10	Potentiometrische Titration . . . . .	363
<b>19</b>	<b>Säure-Base-Gleichgewichte</b> . . . . .	296	22.11	Elektrodenpotenziale und Elektrolyse . . . . .	363
19.1	Das Ionenprodukt des Wassers. pH-Wert . . . . .	297	22.12	Korrosion und Korrosionsschutz . . . . .	364
19.2	Schwache Elektrolyte . . . . .	299	22.13	Elektrochemische Herstellung von nanostrukturierten Materialien . . . . .	365
19.3	Indikatoren . . . . .	303	22.14	Galvanische Zellen für den praktischen Gebrauch . . . . .	366
19.4	Pufferlösungen . . . . .	304	22.15	Brennstoffzellen . . . . .	368
19.5	Mehrprotonige Säuren . . . . .	307	<b>23</b>	<b>Wasserstoff</b> . . . . .	373
19.6	Salze schwacher Säuren und Basen . . . . .	311	23.1	Vorkommen und physikalische Eigenschaften . . . . .	373
19.7	Säure-Base-Titrationen . . . . .	312	23.2	Herstellung von Wasserstoff . . . . .	374
<b>20</b>	<b>Löslichkeitsprodukt und Komplex-Gleichgewichte</b> . . . . .	318	23.3	Chemische Eigenschaften des Wasserstoffs . . . . .	375
20.1	Das Löslichkeitsprodukt . . . . .	318	23.4	Technische Verwendung von Wasserstoff . . . . .	377
20.2	Fällungsreaktionen . . . . .	320	<b>24</b>	<b>Halogene</b> . . . . .	379
20.3	Fällung von Sulfiden . . . . .	323	24.1	Eigenschaften der Halogene . . . . .	380
20.4	Komplex-Gleichgewichte . . . . .	324	24.2	Vorkommen und Herstellung der Halogene . . . . .	381
<b>21</b>	<b>Grundlagen der chemischen Thermodynamik</b> . . . . .	330	24.3	Halogenwasserstoffe . . . . .	384
21.1	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik . . . . .	331	24.4	Interhalogen-Verbindungen . . . . .	385
21.2	Enthalpie . . . . .	332	24.5	Halogenide . . . . .	386
21.3	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik . . . . .	333	24.6	Oxosäuren der Halogene . . . . .	387
21.4	Die freie Enthalpie . . . . .	335	24.7	Verwendung der Halogene . . . . .	391
21.5	Freie Standard-Enthalpien . . . . .	337			
21.6	Absolute Entropien . . . . .	337			
21.7	Gleichgewicht und freie Reaktionsenthalpie . . . . .	339			

<b>25 Die Edelgase</b> .....	394	<b>28 Kohlenstoff, Silicium und Bor</b> ....	435
25.1 Vorkommen und Gewinnung der Edelgase .	394	28.1 Allgemeine Eigenschaften der Elemente der 4. Hauptgruppe .....	436
25.2 Eigenschaften der Edelgase .....	395	28.2 Die Strukturen der Elemente der 4. Hauptgruppe .....	438
25.3 Verwendung der Edelgase .....	396	28.3 Vorkommen, Gewinnung und Verwendung von Kohlenstoff und Silicium .....	440
<b>26 Die Elemente der 6. Hauptgruppe (Gruppe 16)</b> .....	397	28.4 Carbide, Silicide und Silane .....	442
26.1 Allgemeine Eigenschaften der Chalkogene .....	398	28.5 Oxide und Oxosäuren des Kohlenstoffs . . .	444
26.2 Vorkommen und Gewinnung von Sauerstoff .....	399	28.6 Siliciumdioxid und Silicate .....	445
26.3 Reaktionen des Sauerstoffs .....	399	28.7 Schwefel- und Stickstoff-Verbindungen des Kohlenstoffs .....	448
26.4 Verwendung von Sauerstoff .....	402	28.8 Allgemeine Eigenschaften der Elemente der 3. Hauptgruppe (Gruppe 13) .....	448
26.5 Ozon .....	402	28.9 Elementares Bor .....	449
26.6 Schwefel, Selen und Tellur .....	403	28.10 Bor-Verbindungen .....	450
26.7 Vorkommen und Gewinnung von Schwefel, Selen und Tellur .....	404	28.11 Borane (Borhydride) .....	451
26.8 Wasserstoff-Verbindungen von Schwefel, Selen und Tellur .....	405	<b>29 Metalle</b> .....	454
26.9 Schwefel-, Selen- und Tellurverbindungen in der Oxidationsstufe + IV .....	406	29.1 Physikalische Eigenschaften von Metallen ..	455
26.10 Schwefel-, Selen- und Tellurverbindungen in der Oxidationsstufe + VI .....	408	29.2 Vorkommen von Metallen .....	457
26.11 Verwendung von Schwefel, Selen und Tellur .....	410	29.3 Metallurgie: Aufbereitung von Erzen .....	458
<b>27 Die Elemente der 5. Hauptgruppe (Gruppe 15)</b> .....	413	29.4 Metallurgie: Reduktion .....	460
27.1 Allgemeine Eigenschaften .....	414	29.5 Metallurgie: Raffination .....	465
27.2 Die Elementstrukturen von Phosphor, Arsen, Antimon und Bismut .....	415	29.6 Die Alkalimetalle .....	466
27.3 Der Stickstoffzyklus .....	416	29.7 Die Erdalkalimetalle .....	469
27.4 Vorkommen und Herstellung der Elemente der 5. Hauptgruppe .....	417	29.8 Die Metalle der 3. Hauptgruppe .....	473
27.5 Nitride und Phosphide .....	418	29.9 Die Metalle der 4. Hauptgruppe .....	475
27.6 Halogen-Verbindungen .....	421	29.10 Die Übergangsmetalle .....	477
27.7 Oxide und Oxosäuren des Stickstoffs . . . .	422	29.11 Die Lanthanoide .....	483
27.8 Luftverschmutzung .....	425	<b>30 Komplex-Verbindungen</b> .....	488
27.9 Oxide und Oxosäuren des Phosphors . . . .	429	30.1 Struktur von Komplex-Verbindungen . . . .	489
27.10 Oxide und Oxosäuren von Arsen, Antimon und Bismut .....	431	30.2 Stabilität von Komplexen .....	493
27.11 Verwendung der Elemente der 5. Hauptgruppe .....	432	30.3 Nomenklatur von Komplexen .....	494
		30.4 Isomerie .....	495
		30.5 Die Bindungsverhältnisse in Komplexen . . .	497
		<b>31 Organische Chemie Teil I: Kohlenwasserstoffe</b> .....	507
		31.1 Alkane .....	508
		31.2 Alkene .....	513
		31.3 Alkine .....	515

31.4	Arene .....	515	34.7	Nucleinsäuren .....	592
31.5	Reaktionen der Kohlenwasserstoffe. Radikalische Substitution, Addition .....	517	34.8	Proteinsynthese .....	594
31.6	Cycloaddition und die Bedeutung der Orbitalsymmetrie für chemische Reaktionen .....	519	34.9	Gentechnik .....	597
31.7	Reaktionen von Arenen. Elektrophile Substitution .....	520	34.10	Enzyme und Coenzyme .....	600
31.8	Nucleophile Substitution am Aromaten ...	523	34.11	Schlussbemerkung: Biochemie und Chemie .....	604
<b>32</b>	<b>Organische Chemie Teil II: Funktionelle Gruppen .....</b>	<b>526</b>	<b>35</b>	<b>Kernchemie .....</b>	<b>606</b>
32.1	Halogenalkane. Nucleophile Substitution. Eliminierungsreaktionen .....	527	35.1	Der Atomkern .....	607
32.2	Metallorganische Verbindungen .....	530	35.2	Kernreaktionen .....	609
32.3	Alkohole, Phenole und Thiole .....	531	35.3	Radioaktivität .....	609
32.4	Ether .....	534	35.4	Messung der Radioaktivität .....	612
32.5	Carbonyl-Verbindungen .....	536	35.5	Die radioaktive Zerfallsgeschwindigkeit ...	613
32.6	Carbonsäuren und ihre Derivate .....	540	35.6	Biologische Effekte der Radioaktivität .....	616
32.7	Amine und Carbonsäureamide .....	548	35.7	Radioaktive Zerfallsreihen .....	618
32.8	Aminosäuren und Peptide .....	550	35.8	Künstliche Kernumwandlungen .....	620
32.9	Azo- und Diazo-Verbindungen .....	552	35.9	Kernspaltung .....	622
32.10	Heterocyclische Verbindungen .....	553	35.10	Kernfusion .....	626
<b>33</b>	<b>Stereochemie, Polymerchemie und supramolekulare Chemie .....</b>	<b>557</b>	35.11	Verwendung von radioaktiven Nucliden ...	627
33.1	Stereochemie organischer Verbindungen ..	557	<b>36</b>	<b>Umgang mit gefährlichen Stoffen</b>	<b>633</b>
33.2	Racemat-Trennung und Synthese chiraler Moleküle .....	561	36.1	Einteilung und Kennzeichnung der Gefahrstoffe .....	634
33.3	Polymerchemie .....	563	36.2	Europäisches Gefahrstoffrecht .....	639
33.4	Supramolekulare Chemie .....	570	36.3	Giftstoffe, Toxikologie .....	645
<b>34</b>	<b>Naturstoffe und Biochemie .....</b>	<b>573</b>	<b>37</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>650</b>
34.1	Terpene .....	575	37.1	Anhang A: Normalpotenziale bei 25 °C ....	651
34.2	Kohlenhydrate .....	577	37.2	Anhang B: Gleichgewichtskonstanten bei 25 °C .....	652
34.3	Fette, Öle und Wachse .....	581	37.3	Anhang C: Thermodynamische Daten bei 25 °C .....	654
34.4	Botenstoffe, Hormone und Vitamine .....	583	37.4	Anhang D: Mittlere Bindungsenergien ....	655
34.5	Natürliche Farbstoffe .....	585	37.5	Anhang E: Lösungen zu den Übungsaufgaben .....	656
34.6	Proteine .....	588	<b>38</b>	<b>Glossar .....</b>	<b>684</b>
			<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>705</b>	