

# Inhaltsübersicht

<b>Kapitel 1: Grundlegende Begriffe</b> . . . . .	1
<b>Kapitel 2: Kerneigenschaften</b> . . . . .	57
<b>Kapitel 3: Einführung in die Molekülsymmetrie.</b> . . . . .	85
<b>Kapitel 4: Bindungen in mehratomigen Molekülen</b> . . . . .	109
<b>Kapitel 5: Strukturen und Thermodynamik von metallischen und ionischen Festkörpern</b> . . . . .	141
<b>Kapitel 6: Säuren, Basen und Ionen in wässriger Lösung</b> . . . . .	175
<b>Kapitel 7: Reduktion und Oxidation</b> . . . . .	209
<b>Kapitel 8: Nicht-wässrige Lösungsmittel</b> . . . . .	233
<b>Kapitel 9: Wasserstoff</b> . . . . .	257
<b>Kapitel 10: Gruppe 1: Die Alkalimetalle.</b> . . . . .	281
<b>Kapitel 11: Die Metalle der Gruppe 2.</b> . . . . .	301
<b>Kapitel 12: Die Elemente der Gruppe 13</b> . . . . .	321
<b>Kapitel 13: Die Elemente der Gruppe 14</b> . . . . .	371
<b>Kapitel 14: Die Elemente der Gruppe 15</b> . . . . .	423
<b>Kapitel 15: Die Elemente der Gruppe 16</b> . . . . .	475
<b>Kapitel 16: Die Elemente der Gruppe 17</b> . . . . .	515
<b>Kapitel 17: Die Elemente der Gruppe 18</b> . . . . .	543
<b>Kapitel 18: Organometallische Verbindungen der <i>s</i>- und <i>p</i>-Block Elemente</b> . . .	555
<b>Kapitel 19: Chemie des <i>d</i>-Blocks: Allgemeine Betrachtungen</b> . . . . .	591
<b>Kapitel 20: Chemie des <i>d</i>-Blocks: Koordinationskomplexe</b> . . . . .	613

<b>Kapitel 21: Chemie der <i>d</i>-Block Metalle: Die Metalle der ersten Reihe . . . . .</b>	<b>655</b>
<b>Kapitel 22: Chemie der <i>d</i>-Block Metalle: Die Metalle der zweiten und dritten Reihe . . . . .</b>	<b>711</b>
<b>Kapitel 23: Organometallische Verbindungen der <i>d</i>-Block Elemente . . . . .</b>	<b>771</b>
<b>Kapitel 24: Die Metalle des <i>f</i>-Blocks: Lanthanoide und Actinoide . . . . .</b>	<b>817</b>
<b>Kapitel 25: Metallkomplexe des <i>d</i>-Blocks: Reaktionsmechanismen . . . . .</b>	<b>843</b>
<b>Kapitel 26: Homogene und heterogene Katalyse . . . . .</b>	<b>867</b>
<b>Kapitel 27: Aspekte der Festkörperchemie . . . . .</b>	<b>897</b>
<b>Kapitel 28: Die Spurenelemente des Lebens . . . . .</b>	<b>915</b>
<b>Anhang . . . . .</b>	<b>949</b>

## Kapitel 1: Grundlegende Begriffe

Einleitung . . . . .	2
<b>1.1 Elementarteilchen eines Atoms . . . . .</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Ordnungszahl, Massenzahl (Nukleonenzahl) und Isotopen . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Erfolge der frühen Quantentheorie . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Eine Einführung in die Wellenmechanik . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>1.5 Atomorbitale . . . . .</b>	<b>10</b>
<b>1.6 Atome mit mehr als einem Elektron . . . . .</b>	<b>18</b>
<b>1.7 Das Periodensystem . . . . .</b>	<b>21</b>
<b>1.8 Das Aufbauprinzip . . . . .</b>	<b>23</b>
<b>1.9 Ionisierungsenergien und Elektronenaffinitäten . . . . .</b>	<b>25</b>
<b>1.10 Bindungsmodelle: Eine Einführung . . . . .</b>	<b>28</b>
<b>1.11 Homonukleare zweiatomige Moleküle . . . . .</b>	<b>29</b>
<b>1.12 Homonukleare zweiatomige Moleküle: Die Molekülorbital-Theorie</b>	<b>31</b>
<b>1.13 Die Oktettregel . . . . .</b>	<b>38</b>
<b>1.14 Elektronegativitätswerte . . . . .</b>	<b>39</b>
<b>1.15 Dipolmomente . . . . .</b>	<b>42</b>
<b>1.16 MO-Theorie: Heteronukleare zweiatomige Moleküle . . . . .</b>	<b>44</b>
<b>1.17 Isoelektronische Moleküle . . . . .</b>	<b>46</b>
<b>1.18 Molekülstruktur und VSEPR-Modell . . . . .</b>	<b>46</b>
<b>1.19 Molekülstruktur: Stereoisomerie . . . . .</b>	<b>51</b>
Weiterführende Literatur . . . . .	53
Aufgaben . . . . .	53

## Kapitel 2: Kerneigenschaften

Einleitung . . . . .	58
<b>2.1 Kernbindungsenergie . . . . .</b>	<b>58</b>
<b>2.2 Radioaktivität . . . . .</b>	<b>59</b>
<b>2.3 Künstliche Isotope . . . . .</b>	<b>62</b>
<b>2.4 Kernspaltung . . . . .</b>	<b>63</b>
<b>2.5 Synthese der Transurane . . . . .</b>	<b>66</b>
<b>2.6 Die Trennung radioaktiver Isotope . . . . .</b>	<b>67</b>

2.7	<b>Kernfusion</b> . . . . .	68
2.8	<b>Anwendungsmöglichkeiten für Isotope</b> . . . . .	68
2.9	<b><math>^2\text{H}</math>- und <math>^{13}\text{C}</math>-Quellen</b> . . . . .	71
2.10	<b>Mehrkern-NMR-Spektroskopie in der anorganischen Chemie</b> . . . . .	71
2.11	<b>Mößbauer-Spektroskopie in der anorganischen Chemie</b> . . . . .	79
	Glossar . . . . .	81
	Weiterführende Literatur . . . . .	81
	Aufgaben . . . . .	82

## Kapitel 3: Einführung in die Molekülsymmetrie

	Einleitung . . . . .	86
3.1	<b>Symmetrioperationen und Symmetrieelemente</b> . . . . .	86
3.2	<b>Folgeoperationen</b> . . . . .	92
3.3	<b>Punktgruppen</b> . . . . .	92
3.4	<b>Charaktertafeln: Eine Einführung</b> . . . . .	96
3.5	<b>Warum ist es notwendig Symmetrieelemente zu erkennen?</b> . . . . .	97
3.6	<b>Infrarotspektroskopie</b> . . . . .	98
3.7	<b>Chirale Moleküle</b> . . . . .	102
	Glossar . . . . .	105
	Weiterführende Literatur . . . . .	105
	Aufgaben . . . . .	106

## Kapitel 4: Bindungen in mehratomigen Molekülen

	Einleitung . . . . .	110
4.1	<b>Valenzbindungstheorie: Hybridisierung von Atomorbitalen</b> . . . . .	110
4.2	<b>Valenzbindungstheorie: Mehrfachbindungen in mehratomigen Molekülen</b> . . . . .	115
4.3	<b>Molekülorbital-Theorie: Die Methode der Ligandengruppenorbitale und ihre Anwendung auf dreiatomige Moleküle</b> . . . . .	117
4.4	<b>Anwendung der Molekülorbital-Theorie auf die mehratomigen Moleküle <math>\text{BH}_3</math>, <math>\text{NH}_3</math> und <math>\text{CH}_4</math></b> . . . . .	122
4.5	<b>Molekülorbital-Theorie: Bindungsanalysen werden schnell kompliziert</b> . . . . .	126
4.6	<b>Molekülorbital-Theorie: Die objektive Anwendung der Theorie</b> . . . . .	129
	Glossar . . . . .	138
	Weiterführende Literatur . . . . .	138
	Aufgaben . . . . .	138

# Kapitel 5: Strukturen und Thermodynamik von metallischen und ionischen Festkörpern

	Einleitung . . . . .	142
5.1	<b>Kugelpackungen . . . . .</b>	142
5.2	<b>Anwendung des Modells der Kugelpackungen auf die Strukturen der Elemente . . . . .</b>	145
5.3	<b>Polymorphismus bei Metallen . . . . .</b>	146
5.4	<b>Metallradien . . . . .</b>	146
5.5	<b>Schmelzpunkte und Standardverdampfungsenthalpien von Metallen . . . . .</b>	148
5.6	<b>Legierungen und intermetallische Verbindungen. . . . .</b>	150
5.7	<b>Die Bindungen in Metallen und Halbleitern . . . . .</b>	151
5.8	<b>Halbleiter . . . . .</b>	154
5.9	<b>Ionengrößen . . . . .</b>	156
5.10	<b>Ionengitter . . . . .</b>	158
5.11	<b>Kristallstrukturen von Halbleitern . . . . .</b>	164
5.12	<b>Gitterenergie: Ein elektrostatisches Modell . . . . .</b>	164
5.13	<b>Gitterenergien: Der Born-Haber-Kreisprozess . . . . .</b>	168
5.14	<b>Gitterenergien: Vergleich von berechneten und experimentellen Werten . . . . .</b>	169
5.15	<b>Anwendungen von Gitterenergien . . . . .</b>	169
5.16	<b>Die Defekte in Festkörperstrukturen: Eine Einführung . . . . .</b>	171
	Glossar . . . . .	172
	Weiterführende Literatur . . . . .	172
	Aufgaben. . . . .	173

# Kapitel 6: Säuren, Basen und Ionen in wässriger Lösung

	Einleitung . . . . .	176
6.1	<b>Eigenschaften des Wassers . . . . .</b>	176
6.2	<b>Definitionen und Einheiten in wässriger Lösung . . . . .</b>	178
6.3	<b>Einige Brönsted-Säuren und -Basen . . . . .</b>	180
6.4	<b>Die Thermodynamik der Säuredissoziation in wässriger Lösung . . . . .</b>	184
6.5	<b>Trends in den Reihen der Oxosäuren <math>EO_n(OH)_m</math> . . . . .</b>	185
6.6	<b>Hydratisierte Kationen: Bildung und Säureeigenschaften . . . . .</b>	186
6.7	<b>Amphotere Oxide und Hydroxide . . . . .</b>	188
6.8	<b>Löslichkeiten ionischer Salze . . . . .</b>	189
6.9	<b>Gleichionige Zusätze . . . . .</b>	193
6.10	<b>Koordinationsverbindungen: Eine Einführung. . . . .</b>	194
6.11	<b>Komplexbildungskonstanten von Koordinationsverbindungen. . . . .</b>	196

<b>6.12</b>	<b>Faktoren, die die Stabilität von Komplexen mit einzähnigen Liganden beeinflussen</b>	202
	Glossar	204
	Weiterführende Literatur	205
	Aufgaben	205

## Kapitel 7: Reduktion und Oxidation

	Einleitung	210
<b>7.1</b>	<b>Standard-Reduktionspotenziale <math>E^\circ</math> und die Beziehung zwischen <math>E^\circ</math>, <math>\Delta G^\circ</math> und <math>K</math>.</b>	211
<b>7.2</b>	<b>Der Einfluss von Komplexbildung oder Ausfällung auf die <math>Mz^+/M</math>-Reduktionspotenziale</b>	218
<b>7.3</b>	<b>Disproportionierungsreaktionen</b>	221
<b>7.4</b>	<b>Potenzialdiagramme</b>	222
<b>7.5</b>	<b>Frost-Ebsworth-Diagramme</b>	224
<b>7.6</b>	<b>Die Beziehungen zwischen den Standard-Reduktionspotenzialen und anderen Größen</b>	227
<b>7.7</b>	<b>Anwendungen auf Redoxreaktionen bei der Gewinnung von Elementen aus ihren Erzen</b>	229
	Glossar	230
	Weiterführende Literatur	230
	Aufgaben	230

## Kapitel 8: Nicht-wässrige Lösungsmittel

	Einleitung	234
<b>8.1</b>	<b>Relative Dielektrizitätskonstante</b>	234
<b>8.2</b>	<b>Thermodynamik ionischer Salze beim Übergang von Wasser zu einem organischen Lösungsmittel</b>	235
<b>8.3</b>	<b>Säure-Base-Verhalten in nicht-wässrigen Lösungsmitteln</b>	236
<b>8.4</b>	<b>Eigen-dissoziierende und nicht-dissoziierende nicht-wässrige Lösungsmittel</b>	237
<b>8.5</b>	<b>Flüssiges Ammoniak</b>	238
<b>8.6</b>	<b>Flüssiges Hydrogenfluorid</b>	242
<b>8.7</b>	<b>Schwefelsäure</b>	243
<b>8.8</b>	<b>Fluorsulfonsäure</b>	244
<b>8.9</b>	<b>Bromtrifluorid</b>	245
<b>8.10</b>	<b>Distickstofftetroxid</b>	246
<b>8.11</b>	<b>Ionische Flüssigkeiten</b>	247
<b>8.12</b>	<b>Überkritische Flüssigkeiten</b>	251

Glossar . . . . .	254
Weiterführende Literatur . . . . .	255
Aufgaben . . . . .	255

## Kapitel 9: Wasserstoff

Einleitung . . . . .	258
<b>9.1 Die Ionen <math>H^+</math> und <math>H^-</math></b> . . . . .	258
<b>9.2 Isotope des Wasserstoffs</b> . . . . .	259
<b>9.3 Diwasserstoff</b> . . . . .	260
<b>9.4 Polare und unpolare E–H-Bindungen</b> . . . . .	266
<b>9.5 Wasserstoffbrückenbindungen</b> . . . . .	266
<b>9.6 Binäre Hydride: Einteilung und allgemeine Eigenschaften</b> . . . . .	273
Glossar . . . . .	278
Weiterführende Literatur . . . . .	278
Aufgaben . . . . .	278

## Kapitel 10: Gruppe 1: Die Alkalimetalle

Einleitung . . . . .	282
<b>10.1 Vorkommen, Gewinnung und Verwendung</b> . . . . .	282
<b>10.2 Physikalische Eigenschaften</b> . . . . .	284
<b>10.3 Die Metalle</b> . . . . .	286
<b>10.4 Halogenide</b> . . . . .	288
<b>10.5 Oxide und Hydroxide</b> . . . . .	289
<b>10.6 Salze von Oxosäuren: Carbonate und Hydrogencarbonate</b> . . . . .	291
<b>10.7 Chemie in wässrigen Lösungen unter Verwendung makrocyclischer Komplexe</b> . . . . .	292
<b>10.8 Nicht-wässrige Koordinationschemie</b> . . . . .	296
Glossar . . . . .	298
Weiterführende Literatur . . . . .	298
Aufgaben . . . . .	298

## Kapitel 11: Die Metalle der Gruppe 2

Einleitung . . . . .	302
<b>11.1 Vorkommen, Gewinnung und Verwendung</b> . . . . .	302
<b>11.2 Physikalische Eigenschaften</b> . . . . .	305
<b>11.3 Die Metalle</b> . . . . .	306
<b>11.4 Halogenide</b> . . . . .	307
<b>11.5 Oxide und Hydroxide</b> . . . . .	311

<b>11.6</b>	<b>Salze der Oxosäuren</b> . . . . .	313
<b>11.7</b>	<b>Komplexionen in wässriger Lösung</b> . . . . .	315
<b>11.8</b>	<b>Komplexe mit Amido- oder Alkoxyliganden</b> . . . . .	316
<b>11.9</b>	<b>Schrägbeziehungen zwischen Li und Mg und zwischen Be und Al</b> . . . . .	317
	Glossar . . . . .	318
	Weiterführende Literatur . . . . .	318
	Aufgaben . . . . .	318

## Kapitel 12: Die Elemente der Gruppe 13

	Einleitung . . . . .	322
<b>12.1</b>	<b>Vorkommen, Gewinnung und Verwendung</b> . . . . .	322
<b>12.2</b>	<b>Physikalische Eigenschaften</b> . . . . .	325
<b>12.3</b>	<b>Die Elemente</b> . . . . .	327
<b>12.4</b>	<b>Einfache Hydride</b> . . . . .	330
<b>12.5</b>	<b>Halogenide und komplexe Halogenide</b> . . . . .	337
<b>12.6</b>	<b>Oxide, Oxosäuren, Oxoanionen und Hydroxide</b> . . . . .	343
<b>12.7</b>	<b>Stickstoffhaltige Verbindungen</b> . . . . .	348
<b>12.8</b>	<b>Aluminium bis Thallium: Salze der Oxosäuren, Chemie in wässriger Lösung und Komplexe</b> . . . . .	353
<b>12.9</b>	<b>Metallboride</b> . . . . .	355
<b>12.10</b>	<b>Elektronenmangelverbindungen: Boran- und Carbaborancluster – eine Einführung</b> . . . . .	357
	Glossar . . . . .	366
	Weiterführende Literatur . . . . .	366
	Aufgaben . . . . .	367

## Kapitel 13: Die Elemente der Gruppe 14

	Einleitung . . . . .	372
<b>13.1</b>	<b>Vorkommen, Gewinnung und Verwendung</b> . . . . .	372
<b>13.2</b>	<b>Physikalische Eigenschaften</b> . . . . .	376
<b>13.3</b>	<b>Allotrope des Kohlenstoffs</b> . . . . .	380
<b>13.4</b>	<b>Strukturelle und chemische Eigenschaften von Silicium, Germanium, Zinn und Blei</b> . . . . .	388
<b>13.5</b>	<b>Hydride</b> . . . . .	389
<b>13.6</b>	<b>Carbide, Silicide, Germide, Stannide und Plumbide</b> . . . . .	392
<b>13.7</b>	<b>Halogenide und Halogenidkomplexe</b> . . . . .	396
<b>13.8</b>	<b>Oxide, Oxosäuren und Hydroxide</b> . . . . .	401
<b>13.9</b>	<b>Silikone</b> . . . . .	412
<b>13.10</b>	<b>Sulfide</b> . . . . .	413



13.11	Dicyan, Siliciumnitrid und Zinnnitrid . . . . .	415
13.12	Chemie in wässriger Lösung und Salze der Oxosäuren von Germanium, Zinn und Blei . . . . .	418
	Glossar . . . . .	418
	Weiterführende Literatur . . . . .	418
	Aufgaben . . . . .	419

## Kapitel 14: Die Elemente der Gruppe 15

	Einleitung . . . . .	424
14.1	<b>Vorkommen, Gewinnung und Verwendung</b> . . . . .	424
14.2	<b>Physikalische Eigenschaften</b> . . . . .	428
14.3	<b>Die Elemente</b> . . . . .	431
14.4	<b>Hydride</b> . . . . .	433
14.5	<b>Nitride, Phosphide, Arsenide, Antimonide und Bismutide</b> . . . . .	441
14.6	<b>Halogenide, Oxohalogenide und komplexe Halogenide</b> . . . . .	443
14.7	<b>Stickstoffoxide</b> . . . . .	452
14.8	<b>Oxosäuren des Stickstoff</b> . . . . .	456
14.9	<b>Oxide des Phosphor, Arsen und Bismut</b> . . . . .	459
14.10	<b>Oxosäuren des Phosphor</b> . . . . .	460
14.11	<b>Oxosäuren des Arsen, Antimon und Bismut</b> . . . . .	464
14.12	<b>Phosphazene</b> . . . . .	466
14.13	<b>Sulfide und Selenide</b> . . . . .	468
14.14	<b>Chemie in wässriger Lösung</b> . . . . .	470
	Glossar . . . . .	470
	Weiterführende Literatur . . . . .	471
	Aufgaben . . . . .	471

## Kapitel 15: Die Elemente der Gruppe 16

	Einleitung . . . . .	476
15.1	<b>Vorkommen, Gewinnung und Verwendung</b> . . . . .	476
15.2	<b>Physikalische Eigenschaften und Bindungsbetrachtungen</b> . . . . .	478
15.3	<b>Die Elemente</b> . . . . .	482
15.4	<b>Hydride</b> . . . . .	487
15.5	<b>Metallsulfide, Polysulfide, Polyselenide und Polytelluride</b> . . . . .	491
15.6	<b>Halogenide, Oxohalogenide und komplexe Halogenide</b> . . . . .	493
15.7	<b>Oxide</b> . . . . .	499
15.8	<b>Oxosäuren und deren Salze</b> . . . . .	502
15.9	<b>Verbindungen von Schwefel und Selen mit Stickstoff</b> . . . . .	508

<b>15.10</b>	<b>Die Chemie von Schwefel, Selen und Tellur in wässriger Lösung.</b>	511
	Glossar	511
	Weiterführende Literatur	511
	Aufgaben	511

## Kapitel 16: Die Elemente der Gruppe 17

	Einleitung	516
<b>16.1</b>	<b>Vorkommen, Gewinnung und Verwendung.</b>	517
<b>16.2</b>	<b>Physikalische Eigenschaften und Bindungsbetrachtungen.</b>	519
<b>16.3</b>	<b>Die Elemente</b>	522
<b>16.4</b>	<b>Wasserstoffhalogenide</b>	525
<b>16.5</b>	<b>Metallhalogenide, Strukturen und energetische Betrachtungen</b>	526
<b>16.6</b>	<b>Interhalogenverbindungen und Polyhalogenidionen.</b>	528
<b>16.7</b>	<b>Oxide und Oxofluoride des Chlors, Broms und Iods</b>	532
<b>16.8</b>	<b>Oxosäuren und deren Salze</b>	534
<b>16.9</b>	<b>Chemie in wässriger Lösung.</b>	537
	Glossar	539
	Weiterführende Literatur	539
	Aufgaben	539

## Kapitel 17: Die Elemente der Gruppe 18

	Einleitung	544
<b>17.1</b>	<b>Vorkommen, Gewinnung und Verwendung.</b>	544
<b>17.2</b>	<b>Physikalische Eigenschaften</b>	545
<b>17.3</b>	<b>Verbindungen des Xenons.</b>	548
<b>17.4</b>	<b>Verbindungen des Kryptons und Radons.</b>	553
	Weiterführende Literatur	554
	Aufgaben	554

## Kapitel 18: Organometallische Verbindungen der *s*- und *p*-Block Elemente

	Einleitung	556
<b>18.1</b>	<b>Gruppe 1: Organometallische Verbindungen der Alkalimetalle</b>	556
<b>18.2</b>	<b>Organyle der Gruppe 2</b>	560
<b>18.3</b>	<b>Gruppe 13</b>	564
<b>18.4</b>	<b>Gruppe 14</b>	571
<b>18.5</b>	<b>Gruppe 15</b>	581

<b>18.6</b>	<b>Gruppe 16</b> . . . . .	585
	Glossar . . . . .	586
	Weiterführende Literatur . . . . .	586
	Aufgaben . . . . .	587

## Kapitel 19: Chemie des *d*-Blocks: Allgemeine Betrachtungen

	Einleitung . . . . .	592
<b>19.1</b>	<b>Elektronenkonfiguration des Grundzustandes</b> . . . . .	592
<b>19.2</b>	<b>Physikalische Eigenschaften.</b> . . . . .	593
<b>19.3</b>	<b>Reaktivität der Metalle</b> . . . . .	595
<b>19.4</b>	<b>Charakteristische Eigenschaften: Ein allgemeiner Überblick.</b> . . . . .	595
<b>19.5</b>	<b>Elektroneutralitätsprinzip</b> . . . . .	597
<b>19.6</b>	<b>Koordinationszahlen</b> . . . . .	598
<b>19.7</b>	<b>Isomerie bei <i>d</i>-Block Metallkomplexen.</b> . . . . .	605
	Glossar . . . . .	610
	Weiterführende Literatur . . . . .	611
	Aufgaben . . . . .	611

## Kapitel 20: Chemie des *d*-Blocks: Koordinationskomplexe

	Einleitung . . . . .	614
<b>20.1</b>	<b>Hybridisierungsschemata</b> . . . . .	614
<b>20.2</b>	<b>Kristallfeldtheorie</b> . . . . .	616
<b>20.3</b>	<b>Molekülorbitaltheorie: Oktaedrische Komplexe.</b> . . . . .	623
<b>20.4</b>	<b>Ligandenfeldtheorie</b> . . . . .	629
<b>20.5</b>	<b>Elektronenspektren</b> . . . . .	630
<b>20.6</b>	<b>Beweise für kovalente Metall-Ligand-Bindungen.</b> . . . . .	639
<b>20.7</b>	<b>Magnetische Eigenschaften.</b> . . . . .	640
<b>20.8</b>	<b>Thermodynamische Aspekte: Ligandenfeld-Stabilisierungsenergien (LFSE)</b> . . . . .	647
<b>20.9</b>	<b>Thermodynamische Aspekte: Die Irving-Williams-Reihe.</b> . . . . .	649
<b>20.10</b>	<b>Thermodynamische Aspekte: Oxidationszustände in wässriger Lösung.</b> . . . . .	649
	Glossar . . . . .	651
	Weiterführende Literatur . . . . .	651
	Aufgaben . . . . .	652

# Kapitel 21: Chemie der *d*-Block Metalle: Die Metalle der ersten Reihe

	Einleitung . . . . .	656
21.1	<b>Vorkommen, Gewinnung und Verwendung</b> . . . . .	656
21.2	<b>Physikalische Eigenschaften: Ein Überblick</b> . . . . .	660
21.3	<b>Gruppe 3: Scandium</b> . . . . .	660
21.4	<b>Gruppe 4: Titan</b> . . . . .	661
21.5	<b>Gruppe 5: Vanadium</b> . . . . .	665
21.6	<b>Gruppe 6: Chrom</b> . . . . .	669
21.7	<b>Gruppe 7: Mangan</b> . . . . .	676
21.8	<b>Gruppe 8: Eisen</b> . . . . .	681
21.9	<b>Gruppe 9: Kobalt</b> . . . . .	689
21.10	<b>Gruppe 10: Nickel</b> . . . . .	696
21.11	<b>Gruppe 11: Kupfer</b> . . . . .	700
21.12	<b>Gruppe 12: Zink</b> . . . . .	706
	Glossar . . . . .	708
	Weiterführende Literatur . . . . .	708
	Aufgaben . . . . .	708

# Kapitel 22: Chemie der *d*-Block Metalle: Die Metalle der zweiten und dritten Reihe

	Einleitung . . . . .	712
22.1	<b>Vorkommen, Gewinnung und Verwendung</b> . . . . .	712
22.2	<b>Physikalische Eigenschaften</b> . . . . .	716
22.3	<b>Gruppe 3: Yttrium</b> . . . . .	718
22.4	<b>Gruppe 4: Zirkonium und Hafnium</b> . . . . .	719
22.5	<b>Gruppe 5: Niob und Tantal</b> . . . . .	721
22.6	<b>Gruppe 6: Molybdän und Wolfram</b> . . . . .	726
22.7	<b>Gruppe 7: Technetium und Rhenium</b> . . . . .	735
22.8	<b>Gruppe 8: Ruthenium und Osmium</b> . . . . .	740
22.9	<b>Gruppe 9: Rhodium und Iridium</b> . . . . .	748
22.10	<b>Gruppe 10: Palladium und Platin</b> . . . . .	753
22.11	<b>Gruppe 11: Silber und Gold</b> . . . . .	758
22.12	<b>Gruppe 12: Kadmium und Quecksilber</b> . . . . .	764
	Weiterführende Literatur . . . . .	767
	Aufgaben . . . . .	767

# Kapitel 23: Organometallische Verbindungen der *d*-Block Elemente

	Einleitung . . . . .	772
23.1	<b>Gewöhnliche Ligandentypen: Bindungsart und Spektroskopie</b> . . . . .	772
23.2	<b>Die 18-Elektronenregel</b> . . . . .	779
23.3	<b>Metallcarbonyle: Synthese, physikalische Eigenschaften und Struktur</b> . . . . .	781
23.4	<b>Das Isolobalprinzip und die Anwendung der Wade'schen Regeln</b> . . . . .	787
23.5	<b>Abzählung der Gesamtelektronen von organometallischen Clustern des <i>d</i>-Blocks</b> . . . . .	790
23.6	<b>Reaktionstypen in der Organometallchemie</b> . . . . .	792
23.7	<b>Metallcarbonyle: Ausgewählte Reaktionen</b> . . . . .	796
23.8	<b>Metallcarbonylhydride und -halogenide</b> . . . . .	797
23.9	<b>Alkyl-, Aryl-, Alken- und Alkinkomplexe</b> . . . . .	798
23.10	<b>Allyl- und Buta-1,3-dien-Komplexe</b> . . . . .	801
23.11	<b>Carben- und Carbinkomplexe</b> . . . . .	804
23.12	<b>Komplexe mit <math>\eta^5</math>-Cyclopentadienyl-Liganden</b> . . . . .	805
23.13	<b>Komplexe mit <math>\eta^6</math>- und <math>\eta^7</math>-Liganden</b> . . . . .	808
23.14	<b>Komplexe mit dem <math>\eta^4</math>-Cyclobutadienliganden</b> . . . . .	812
	Glossar . . . . .	812
	Weiterführende Literatur . . . . .	813
	Aufgaben . . . . .	813

# Kapitel 24: Die Metalle des *f*-Blocks: Lanthanoide und Actinoide

	Einleitung . . . . .	818
24.1	<b><i>f</i>-Orbitale und Oxidationsstufen</b> . . . . .	818
24.2	<b>Atom- und Ionengrößen</b> . . . . .	820
24.3	<b>Spektroskopische und magnetische Eigenschaften</b> . . . . .	821
24.4	<b>Vorkommen der Lanthanoide und Actinoide</b> . . . . .	824
24.5	<b>Lanthanoid-Metalle</b> . . . . .	826
24.6	<b>Anorganische Verbindungen und Koordinationskomplexe der Lanthanoide</b> . . . . .	826
24.7	<b>Organometallische Komplexe der Lanthanoide</b> . . . . .	829
24.8	<b>Die Actinoid-Metalle</b> . . . . .	833
24.9	<b>Anorganische Verbindungen und Koordinationskomplexe von Thorium, Uran und Plutonium</b> . . . . .	834
24.10	<b>Organometallische Komplexe von Thorium und Uran</b> . . . . .	837
	Glossar . . . . .	839

Weiterführende Literatur . . . . .	839
Aufgaben . . . . .	840

## Kapitel 25: Metallkomplexe des *d*-Blocks: Reaktionsmechanismen

Einleitung . . . . .	844
<b>25.1 Ligandensubstitutionen: Allgemeine Aspekte . . . . .</b>	<b>844</b>
<b>25.2 Substitution in quadratisch-planaren Komplexen . . . . .</b>	<b>846</b>
<b>25.3 Substitution und Racemisierung in oktaedrischen Komplexen . . . . .</b>	<b>850</b>
<b>25.4 Elektronenübertragungsreaktionen. . . . .</b>	<b>858</b>
Glossar . . . . .	863
Weiterführende Literatur . . . . .	864
Aufgaben . . . . .	864

## Kapitel 26: Homogene und heterogene Katalyse

Einleitung . . . . .	868
<b>26.1 Katalyse: Eine Einführung . . . . .</b>	<b>868</b>
<b>26.2 Homogene Katalyse: Alken- (Olefin-) Metathese . . . . .</b>	<b>872</b>
<b>26.3 Homogene Katalyse: Industrielle Anwendungen . . . . .</b>	<b>873</b>
<b>26.4 Entwicklung von homogenen Katalysatoren . . . . .</b>	<b>880</b>
<b>26.5 Heterogene Katalyse: Oberflächen und Wechselwirkungen mit Adsorbaten . . . . .</b>	<b>882</b>
<b>26.6 Heterogene Katalyse: Kommerzielle Anwendungen . . . . .</b>	<b>885</b>
<b>26.7 Heterogene Katalyse: Organometallische Clustermodelle . . . . .</b>	<b>891</b>
Glossar . . . . .	892
Weiterführende Literatur . . . . .	893
Aufgaben . . . . .	893

## Kapitel 27: Aspekte der Festkörperchemie

Einleitung . . . . .	898
<b>27.1 Defekte in Festkörpergittern . . . . .</b>	<b>898</b>
<b>27.2 Elektrische Leitfähigkeit in ionischen Festkörpern . . . . .</b>	<b>900</b>
<b>27.3 Supraleitfähigkeit . . . . .</b>	<b>901</b>
<b>27.4 Keramische Werkstoffe: Farbpigmente . . . . .</b>	<b>905</b>
<b>27.5 CVD-Verfahren (<i>Chemical Vapour Deposition</i>) . . . . .</b>	<b>905</b>
<b>27.6 Anorganische Fasern . . . . .</b>	<b>911</b>
Glossar . . . . .	913
Weiterführende Literatur . . . . .	913
Aufgaben . . . . .	913

# Kapitel 28: Die Spurenelemente des Lebens

	Einleitung . . . . .	916
<b>28.1</b>	<b>Der Transport und die Speicherung von Metallen: Fe, Cu, Zn und V</b>	918
<b>28.2</b>	<b>Sauerstofftransport und Aktivierung</b> . . . . .	922
<b>28.3</b>	<b>Biologische Redoxprozesse</b> . . . . .	930
<b>28.4</b>	<b>Das Zn<sup>2+</sup>-Ion: Die Lewis-Säure der Natur</b> . . . . .	940
	Glossar . . . . .	946
	Weiterführende Literatur . . . . .	946
	Aufgaben . . . . .	946

## Anhang

Anhang 1	Griechische Buchstaben und ihre Aussprache . . . . .	950
Anhang 2	Abkürzungen und Symbole für Mengen und Einheiten . . . . .	951
Anhang 3	Ausgewählte Charaktertafeln . . . . .	956
Anhang 4	Das elektromagnetische Spektrum . . . . .	960
Anhang 5	Natürlich vorkommende Isotope und deren Häufigkeiten . . . . .	961
Anhang 6	Van der Waals-Radien sowie metallische, kovalente und ionische Radien der <i>s</i> -, <i>p</i> - und der ersten Reihe der <i>d</i> -Block Elemente . . . . .	964
Anhang 7	Elektronegativitätswerte ( $\chi^P$ ) nach Pauling für ausgewählte Elemente des Periodensystems . . . . .	966
Anhang 8	Elektronenkonfigurationen im Grundzustand der Elemente und Ionisierungsenergien für die ersten fünf Ionisierungen . . . . .	967
Anhang 9	Elektronenaffinitäten . . . . .	970
Anhang 10	Standard-Atomisierungsenthalpien ( $\Delta_a H^0$ ) der Elemente bei 298 K . . . . .	971
Anhang 11	Ausgewählte Standard-Reduktionspotenziale (298 K) . . . . .	972
	Lösungen zu ausgewählten Aufgaben . . . . .	975
	Index . . . . .	995