

Thomas Wurm

Chemie für Einsteiger und Durchsteiger

2. Auflage

WILEY-VCH
Verlag GmbH & Co. KGaA

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort zur zweiten Auflage	<i>XIII</i>
1	Aufbau der Materie, Atombau und Periodensystem	1
1.1	Aufbau der Materie	1
1.1.1	Reinstoffe	1
1.1.2	Mischungen	1
1.1.3	Elemente und Verbindungen	2
1.2	Atombau	3
1.2.1	Der Atomkern	3
1.2.2	Die Elektronenhülle	7
1.3	Das Periodensystem der Elemente (PSE)	14
1.3.1	Ionisierungsenergie	16
1.3.2	Elektronenaffinität	17
1.3.3	Metalle und Nichtmetalle	18
1.3.4	Elektronegativität	19
1.4	Radioaktivität	19
1.4.1	Natürliche Radioaktivität	19
1.4.2	Die Halbwertszeit	20
1.4.3	Zerfallsreihen	21
1.4.4	Kernumwandlungen	21
1.4.5	Kernspaltung	21
1.4.6	Künstliche Nuklide	22
2	Reaktionsgleichungen und Stöchiometrie	27
2.1	Die Reaktionsgleichung	27
2.2	Umgesetzte Mengen und Massen	29
2.3	Die Stoffmenge Mol	30
2.4	Reaktionstypen in der Chemie	33
2.5	Konzentrationsangaben	33
2.5.1	Molare Lösungen	33
2.5.2	Prozentangaben	34
2.5.3	Kleine Konzentrationen	36

2.6	Die Aktivität	37
2.7	Rechenbeispiele	37
2.8	Mischungsrechnen	38
3	Bindungsarten	43
3.1	Die Ionenbindung	43
3.1.1	Kationenbildung	46
3.1.2	Anionenbildung	47
3.1.3	Salzbildung	47
3.1.4	Kristallwasser	49
3.1.5	Die molare Masse eines Salzes	50
3.1.6	Saure Salze	50
3.1.7	Kristallformen	51
3.2	Die Metallbindung	51
3.3	Die Elektronenpaarbindung	52
3.3.1	Lewis-Formeln	53
3.4	Mehrfachbindungen	54
3.4.1	Polare und unpolare Elektronenpaarbindungen	57
3.4.2	Die räumliche Anordnung von Molekülen	58
3.4.3	Anionenkomplexe	59
3.5	Komplexbindung	61
3.6	Bindungskräfte zwischen Molekülen	64
3.6.1	Ion-Dipol	64
3.6.2	Dipol-Dipol	64
3.6.3	Sonderfall Wasserstoffbrückenbindung	64
3.6.4	Induzierte Dipole und Van-der-Waals-Kräfte	65
3.6.5	Hydrophobe Bindungen	66
4	Kinetik und Thermodynamik	71
4.1	Chemische Kinetik	71
4.1.1	Die Reaktionsgeschwindigkeit	71
4.1.2	Die Stoßtheorie	73
4.1.3	Das chemische Gleichgewicht	74
4.1.4	Das Massenwirkungsgesetz	76
4.1.5	Das Prinzip des kleinsten Zwangs	78
4.1.6	Folgereaktionen	79
4.1.7	Die Reaktionsordnung	80
4.1.8	Molekularität einer Reaktion	81
4.2	Thermodynamik	82
4.2.1	Systeme	82
4.2.2	Energieformen	83
4.2.3	Energieinhalt	84
4.2.4	Energiedifferenzen	86
4.2.5	Die Enthalpie	87
4.2.6	Enthalpieberechnungen	89
4.2.7	Die innere Energie U	91

4.2.8	Die Entropie	92
4.2.9	Die Gibbs-Energie	94
4.3	Verbindungen zwischen Kinetik und Thermodynamik	96
4.3.1	Starten einer Reaktion	96
4.3.2	Katalysatoren	98
4.3.3	Die Gibbs-Energie und das chemische Gleichgewicht	98
5	Zustandsformen der Materie	105
5.1	Die Aggregatzustände	105
5.2	Phasenübergänge	107
5.3	Lösungen	108
5.3.1	Echte und kolloidale Lösungen	108
5.3.2	Löslichkeit	108
5.3.3	Allgemeine Regeln zur Löslichkeit	109
5.3.4	Das Löslichkeitsprodukt	110
5.3.5	Elektrolyte	111
5.3.6	Kolligative Eigenschaften	112
5.3.7	Die Oberflächenspannung	114
6	Säuren und Basen	117
6.1	Die Theorien von Arrhenius und Brönsted	117
6.2	Die Stärke von Säuren und Basen	119
6.2.1	Starke Säuren	120
6.2.2	Schwache Säuren	121
6.2.3	Die Reaktion des Anions einer schwachen Säure	121
6.2.4	Die Wertigkeit von Säuren und Basen	122
6.2.5	Der pK_S -Wert	123
6.2.6	Starke und schwache Elektrolyte	124
6.2.7	Starke und schwache Basen	125
6.2.8	Die Säuredefinition nach Lewis	125
6.2.9	Ampholyte	126
6.3	Die Neutralisationsreaktion	127
6.4	Der pH-Wert	127
6.4.1	Die Dissoziation des Wassers	128
6.4.2	Die mathematische Herleitung	128
6.4.3	Reaktionen von Salzen in Wasser	130
6.4.4	pH-Wert-Berechnungen	132
6.5	Puffer	134
6.5.1	Bestandteile von Puffern	135
6.5.2	pH-Wert-Berechnungen und Pufferlösungen	135
7	Redoxreaktionen	141
7.1	Die Reaktion von Metallen mit Sauerstoff	141
7.2	Verbrennung von Kohlenstoffverbindungen	142
7.3	Die Elektronenverteilung in Verbindungen	144

7.4	Oxidationszahlen	145
7.5	Häufig vorkommende Typen von Redoxreaktionen	146
7.5.1	Verbrennung	146
7.5.2	Rosten	147
7.5.3	Änderung der Sauerstoffanzahl im Molekül	147
7.5.4	Reaktionen von Metallen untereinander	148
7.5.5	Andere Redoxreaktionen ohne Beteiligung von Sauerstoff	148
7.6	Elementare Vorgänge bei Redoxreaktionen	149
7.7	Oxidations- und Reduktionsmittel	149
7.8	Das Aufstellen von Redoxgleichungen	150
7.8.1	Teilgleichungen	150
7.8.2	Basisches oder saures Milieu?	151
7.8.3	Die Bilanz	151
7.9	Disproportionierung und Komproportionierung	153
7.10	Die Spannungsreihe der Metalle	153
7.11	Elektrochemie	158
7.11.1	Elektrolyse	158
7.11.2	Galvanische Elemente	159
8	Angewandte anorganische Chemie	163
8.1	Anorganische Analytik	163
8.1.1	Identitätsprüfungen	163
8.1.2	Gehaltsbestimmungen	164
8.2	Großtechnische Prozesse	164
8.2.1	Roheisengewinnung und Stahlproduktion	164
8.2.2	Schwefelsäureherstellung	165
8.2.3	Salpetersäureherstellung	165
8.2.4	Salzsäureherstellung	166
8.2.5	Die Chlor-Alkali-Elektrolyse	166
8.2.6	Ammoniaksynthese	166
8.2.7	Sodaherstellung	166
9	Sonderstellung des Kohlenstoffs	167
9.1	Die Stellung des Kohlenstoffs im PSE	167
9.2	Die Bildung von Hybridorbitalen	168
9.3	Kohlenwasserstoffe	171
9.4	Die Vielfalt organischer Verbindungen: funktionelle Gruppen	171
9.5	Nomenklatur organischer Verbindungen	174
10	Kohlenwasserstoffe	179
10.1	Alkane	179
10.2	Verzweigte Alkane	179
10.2.1	Isomerie	182
10.3	Alkene	182
10.3.1	Polyene	183

- 10.4 Alkine 184
- 10.5 Aliphaten 184
- 10.6 Cyclische Kohlenwasserstoffe 185
- 10.7 Physikalische Eigenschaften der Kohlenwasserstoffe 186
- 10.8 Chemische Eigenschaften der Kohlenwasserstoffe 186
 - 10.8.1 Alkane 187
 - 10.8.2 Alkene 187
- 10.9 Aromatische Verbindungen 188
- 10.10 Erdöl und Kohle 190
- 10.11 Reaktionen der Aromaten 192
- 10.12 Halogenierte Kohlenwasserstoffe 193

- 11 Alkohole 197**
 - 11.1 Einwertige Alkohole 197
 - 11.2 Mehrwertige Alkohole 199
 - 11.3 Primäre, sekundäre und tertiäre Hydroxylgruppen 200
 - 11.4 Reaktionen von Alkoholen 201
 - 11.4.1 Etherbildung 201
 - 11.4.2 Eigenschaften von Ethern 203
 - 11.4.3 Organische Ester (*niemals Esther!*) 203
 - 11.4.4 Nomenklatur der Ester 204
 - 11.4.5 Anorganische Ester 204
 - 11.4.6 Die Oxidation von Alkoholen 204
 - 11.5 Phenole 206
 - 11.5.1 Die saure Reaktion 207
 - 11.5.2 Die Oxidation von Phenolen 207
 - 11.5.3 Ether und Ester mit Phenolen 208

- 12 Aldehyde und Ketone 211**
 - 12.1 Die Carbonylgruppe 211
 - 12.2 Nomenklatur der Aldehyde 212
 - 12.3 Nomenklatur der Ketone 212
 - 12.4 Reaktionen der Carbonylgruppe 213
 - 12.4.1 Anlagerung von Wasser 215
 - 12.4.2 Halbe und volle Acetale 215
 - 12.4.3 Polymerisationen 216
 - 12.4.4 Keto-Enol-Tautomerie 216
 - 12.4.5 Die Aldolkondensation als C-Ketten-Verlängerung 217
 - 12.4.6 Addition von Aminen 218
 - 12.4.7 Reduzierende Eigenschaften/Oxidation 218

- 13 Amine 221**
 - 13.1 Die Aminogruppe 221
 - 13.2 Primäre, sekundäre und tertiäre Amine 222
 - 13.3 Die Basizität der Amine 223

- 13.4 Quartäre Amine 224
- 13.5 Aromatische Amine 225
- 13.6 Reaktionen mit salpetriger Säure/Nitrit 225
- 13.7 Weitere stickstoffhaltige Verbindungen 225
 - 13.7.1 Ethylendiamin 225
 - 13.7.2 Nitroverbindungen 225

- 14 Carbonsäuren 229**
 - 14.1 Die Carboxylgruppe 229
 - 14.2 Die homologe Reihe der Carbonsäuren 231
 - 14.3 Physikalische Eigenschaften 232
 - 14.4 Die Säurestärke 232
 - 14.5 Substituierte Carbonsäuren 233
 - 14.5.1 Hydroxycarbonsäuren 234
 - 14.5.2 Mehrwertige Carbonsäuren 235
 - 14.5.3 Halogenierte Carbonsäuren 235
 - 14.5.4 Ungesättigte Carbonsäuren 236
 - 14.5.5 Aminocarbonsäuren 236
 - 14.5.6 Aromatische Carbonsäuren 237
 - 14.6 Derivate der Carboxylgruppe 237
 - 14.6.1 Säurehalogenide 238
 - 14.6.2 Säureanhydride 238
 - 14.6.3 Säureamide 239
 - 14.7 Typische Reaktionen von Carbonsäuren 240
 - 14.7.1 Die Reaktion mit Wasser 240
 - 14.7.2 Esterbildung und Verseifung 240
 - 14.7.3 Inter- und intramolekulare Verbindungen 241
 - 14.7.4 Schwefelhaltige Verbindungen 242

- 15 Reaktionstypen in der organischen Chemie 245**
 - 15.1 Grundsätzliches 245
 - 15.1.1 Induktivität 245
 - 15.1.2 Mesomerie 246
 - 15.1.3 Elektrophile und nucleophile Teilchen 246
 - 15.1.4 Radikale 247
 - 15.1.5 Übergangszustände und Zwischenstufen 247
 - 15.1.6 Reaktionstypen 248
 - 15.2 Additionen 249
 - 15.2.1 Elektrophile Addition 249
 - 15.2.2 Verwandte Reaktionen 250
 - 15.2.3 Nucleophile Addition 250
 - 15.3 Substitutionen 251
 - 15.3.1 Elektrophile Substitution 252
 - 15.3.2 Die elektrophile Zweitsubstitution 253
 - 15.3.3 Radikalische Substitution 254

- 15.4 Eliminierung 254
- 15.5 Umlagerung 255
- 15.6 Redoxreaktionen 255

- 16 Isomerie 261**
 - 16.1 Konformationsisomerie 261
 - 16.2 Strukturisomerie 262
 - 16.2.1 Ketten- oder Skelettisomerie 262
 - 16.2.2 Stellungsisomerie 263
 - 16.2.3 Tautomerie 263
 - 16.2.4 Funktionsisomerie 263
 - 16.2.5 Bindungs- oder Valenzisomere 264
 - 16.2.6 Isomerie bei Cycloalkanen 264
 - 16.3 Stereoisomerie 265
 - 16.3.1 *cis-trans*- und *E-Z*-Isomerie 265
 - 16.3.2 Spiegelbildisomerie 266
 - 16.4 Optische Aktivität 271

- 17 Kunststoffe 275**
 - 17.1 Einteilung nach Materialeigenschaften 275
 - 17.2 Halbsynthetische Kunststoffe 275
 - 17.3 Vollsynthetische Kunststoffe 276
 - 17.3.1 Polymerisation 276
 - 17.3.2 Polykondensation 276
 - 17.3.3 Weitere Kunststoffe 277
 - 17.4 Silicone 277

- 18 Naturstoffe 279**
 - 18.1 Fette, Öle, Seifen, Wachse 279
 - 18.1.1 Fette und Öle 279
 - 18.1.2 Seifen 282
 - 18.1.3 Wachse 283
 - 18.2 Aminosäuren und Eiweiße 283
 - 18.2.1 Aminosäuren 283
 - 18.2.2 Eiweiße 285
 - 18.3 Kohlenhydrate 287
 - 18.3.1 Aldosen 287
 - 18.4 Nucleinsäuren 295
 - 18.4.1 Die DNA 295
 - 18.4.2 Die RNA 298

- 19 Richtig gelöst 301**
 - Literatur 355**

 - Stichwortverzeichnis 357**