

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufbau der Materie, Atombau und Periodensystem</b>	<b>1</b>
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
1.2.1.1	Die Atommasse	4
1.2.1.2	Isotope	5
1.2.1.3	Nuklide	6
1.2.2	Die Elektronenhülle	7
1.2.2.1	Das Schalenmodell	7
1.2.2.2	Das Orbitalmodell	8
1.2.2.3	Das Kästchenschema	10
1.3	Das Periodensystem der Elemente (PSE)	14
1.3.1	Ionisierungsenergie	17
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	20
1.4.2	Die Halbwertszeit	21
1.4.3	Zerfallsreihen	21
1.4.4	Kernumwandlungen	21
1.4.5	Kernspaltung	22
1.4.6	Künstliche Nuklide	22
<b>2</b>	<b>Reaktionsgleichungen und Stöchiometrie</b>	<b>25</b>
2.1	Die Reaktionsgleichung	25
2.2	Umgesetzte Mengen und Massen	27
2.3	Die Stoffmenge Mol	28
2.4	Reaktionstypen in der Chemie	31

2.5	Konzentrationsangaben	31
2.5.1	Molare Lösungen	31
2.5.2	Prozentangaben	32
2.5.2.1	Massenprozent ( $m/m$ )	32
2.5.2.2	Prozent ( $m/V$ )	33
2.5.2.3	Volumenprozent ( $V/V$ oder Vol.-%)	33
2.5.3	Kleine Konzentrationen	34
2.6	Die Aktivität	35
2.7	Rechenbeispiele	35
2.8	Mischungsrechnen	36
<b>3</b>	<b>Bindungsarten</b>	<b>39</b>
3.1	Die Ionenbindung	39
3.1.1	Kationenbildung	42
3.1.2	Anionenbildung	43
3.1.3	Salzbildung	44
3.1.4	Kristallwasser	46
3.1.5	Die molare Masse eines Salzes	47
3.1.6	Saure Salze	47
3.1.7	Kristallformen	47
3.2	Die Metallbindung	48
3.3	Die Elektronenpaarbindung	49
3.3.1	Lewis-Formeln	50
3.4	Mehrfachbindungen	52
3.4.1	Polare und unpolare Elektronenpaarbindungen	54
3.4.2	Die räumliche Anordnung von Molekülen	55
3.4.3	Anionenkomplexe	56
3.5	Komplexbindung	58
3.6	Bindungskräfte zwischen Molekülen	61
3.6.1	Ion-Dipol	61
3.6.2	Dipol-Dipol	61
3.6.3	Sonderfall Wasserstoffbrückenbindung	62
3.6.4	Induzierte Dipole und Van-der-Waals-Kräfte	62
3.6.5	Hydrophobe Bindungen	63
<b>4</b>	<b>Kinetik und Thermodynamik</b>	<b>65</b>
4.1	Chemische Kinetik	65
4.1.1	Die Reaktionsgeschwindigkeit	65
4.1.2	Die Stoßtheorie	67
4.1.3	Das chemische Gleichgewicht	68
4.1.4	Das Massenwirkungsgesetz	70
4.1.5	Das Prinzip des kleinsten Zwangs	72
4.1.6	Folgereaktionen	73
4.1.7	Die Reaktionsordnung	73
4.1.8	Die Molekularität einer Reaktion	75

4.2	Thermodynamik	76
4.2.1	Systeme	77
4.2.2	Energieformen	77
4.2.3	Energieinhalt	78
4.2.4	Energiedifferenzen	80
4.2.5	Die Enthalpie	82
4.2.6	Enthalpieberechnungen	83
4.2.7	Die innere Energie $U$	85
4.2.8	Die Entropie	86
4.2.9	Die Gibbs-Energie	88
4.3	Verbindungen zwischen Kinetik und Thermodynamik	91
4.3.1	Starten einer Reaktion	91
4.3.2	Katalysatoren	92
4.3.3	Die Gibbs-Energie und das chemische Gleichgewicht	93
<b>5</b>	<b>Zustandsformen der Materie</b>	<b>97</b>
5.1	Die Aggregatzustände	97
5.2	Phasenübergänge	99
5.3	Lösungen	100
5.3.1	Echte und kolloidale Lösungen	100
5.3.2	Löslichkeit	100
5.3.3	Allgemeine Regeln zur Löslichkeit	101
5.3.4	Das Löslichkeitsprodukt	102
5.3.5	Elektrolyte	103
5.3.6	Kolligative Eigenschaften	104
5.3.7	Die Oberflächenspannung	106
<b>6</b>	<b>Säuren und Basen</b>	<b>109</b>
6.1	Die Theorien von Arrhenius und Brönsted	109
6.2	Die Stärke von Säuren und Basen	111
6.2.1	Starke Säuren	112
6.2.2	Schwache Säuren	113
6.2.3	Die Reaktion des Anions einer schwachen Säure	113
6.2.4	Die Wertigkeit von Säuren und Basen	114
6.2.5	Der $pK_s$ -Wert	115
6.2.6	Starke und schwache Elektrolyte	116
6.2.7	Starke und schwache Basen	117
6.2.8	Die Säuredefinition nach Lewis	117
6.2.9	Ampholyte	118
6.3	Die Neutralisationsreaktion	118
6.4	Der pH-Wert	119
6.4.1	Die Dissoziation des Wassers	119
6.4.2	Der pH-Wert	120
6.4.3	Reaktionen von Salzen in Wasser	122
6.4.4	pH-Wert-Berechnungen	124

6.5	Puffer	125
6.5.1	Bestandteile von Puffern	126
6.5.2	pH-Wert-Berechnungen und Pufferlösungen	127
<b>7</b>	<b>Redoxreaktionen</b>	<b>129</b>
7.1	Die Reaktion von Metallen mit Sauerstoff	129
7.2	Verbrennung von Kohlenstoffverbindungen	130
7.3	Die Knallgasreaktion	131
7.4	Die Elektronenverteilung in Verbindungen	132
7.5	Oxidationszahlen	132
7.6	Häufig vorkommende Typen von Redoxreaktionen	134
7.6.1	Verbrennung	134
7.6.2	Rosten	135
7.6.3	Änderung der Sauerstoffanzahl im Molekül	135
7.6.4	Reaktionen von Metallen untereinander	135
7.6.5	Andere Redoxreaktionen ohne Beteiligung von Sauerstoff	136
7.7	Elementare Vorgänge bei Redoxreaktionen	136
7.8	Oxidations- und Reduktionsmittel	137
7.9	Das Aufstellen von Redoxgleichungen	138
7.9.1	Teilgleichungen	138
7.9.2	Basisches oder saures Milieu?	139
7.9.3	Die Bilanz	139
7.10	Disproportionierung und Komproportionierung	141
7.11	Die Spannungsreihe der Metalle	142
7.12	Elektrochemie	146
7.12.1	Elektrolyse	146
7.12.2	Galvanische Elemente	147
<b>8</b>	<b>Angewandte anorganische Chemie</b>	<b>151</b>
8.1	Großtechnische Prozesse	151
8.1.1	Roheisengewinnung und Stahlproduktion	151
8.1.2	Schwefelsäureherstellung	151
8.1.3	Salpetersäureherstellung	152
8.1.4	Salzsäureherstellung	152
8.1.5	Die Chlor-Alkali-Elektrolyse	152
8.1.6	Ammoniaksynthese	153
8.1.7	Sodaherstellung	153
8.2	Anorganische Analytik	153
8.2.1	Identitätsprüfungen	153
8.2.2	Gehaltsbestimmungen	154
<b>9</b>	<b>Fragen zu den Kapiteln 1–7 (Allgemeine und anorganische Chemie)</b>	<b>157</b>
<b>10</b>	<b>Lösungen zu Kapitel 9</b>	<b>171</b>

<b>11</b>	<b>Sonderstellung des Kohlenstoffs</b>	197
11.1	Die Stellung des Kohlenstoffs im PSE	197
11.2	Die Bildung von Hybridorbitalen	198
11.3	Kohlenwasserstoffe	201
11.4	Die Einteilung organischer Verbindungen: Funktionelle Gruppen	202
<b>12</b>	<b>Kohlenwasserstoffe</b>	205
12.1	Alkane	205
12.2	Verzweigte Alkane	207
12.2.1	Isomerie	208
12.3	Alkene	209
12.3.1	Polyene	210
12.4	Alkine	211
12.5	Aliphaten	211
12.6	Cyclische Kohlenwasserstoffe	211
12.7	Physikalische Eigenschaften der Kohlenwasserstoffe	212
12.8	Chemische Eigenschaften der Kohlenwasserstoffe	213
12.8.1	Alkane	213
12.8.2	Alkene	214
12.9	Aromatische Verbindungen	215
12.10	Erdöl und Kohle	217
12.11	Reaktionen der Aromaten	218
12.12	Halogenierte Kohlenwasserstoffe	219
<b>13</b>	<b>Alkohole</b>	223
13.1	Einwertige Alkohole	223
13.2	Mehrwertige Alkohole	225
13.3	Primäre, sekundäre und tertiäre Hydroxylgruppen	226
13.4	Reaktionen von Alkoholen	228
13.4.1	Etherbildung	228
13.4.2	Eigenschaften von Ethern	229
13.4.3	Organische Ester ( <i>niemals Esther!</i> )	229
13.4.4	Nomenklatur der Ester	230
13.4.5	Anorganische Ester	230
13.4.6	Die Oxidation von Alkoholen	231
13.5	Phenole	233
13.5.1	Die saure Reaktion	233
13.5.2	Die Oxidation von Phenolen	234
13.5.3	Ether und Ester mit Phenolen	234
<b>14</b>	<b>Aldehyde und Ketone</b>	237
14.1	Die Carbonylgruppe	237
14.2	Nomenklatur der Aldehyde	238
14.3	Nomenklatur der Ketone	238
14.4	Reaktionen der Carbonylgruppe	239

- 14.4.1 Anlagerung von Wasser 241
- 14.4.2 Halbe und volle Acetale 241
- 14.4.3 Polymerisationen 242
- 14.4.4 Keto-Enol-Tautomerie 243
- 14.4.5 Die Aldolkondensation als C-Ketten-Verlängerung 243
- 14.4.6 Addition von Aminen 244
- 14.4.7 Reduzierende Eigenschaften/Oxidation 245

## **15 Amine 247**

- 15.1 Die Aminogruppe 247
- 15.2 Primäre, sekundäre und tertiäre Amine 247
- 15.3 Die Basizität der Amine 249
- 15.4 Quartäre Amine 250
- 15.5 Aromatische Amine 251
- 15.6 Reaktionen mit salpetriger Säure/Nitrit 251
- 15.7 Weitere stickstoffhaltige Verbindungen 252
- 15.7.1 Ethylendiamin 252
- 15.7.2 Nitro-Verbindungen 252

## **16 Carbonsäuren 255**

- 16.1 Die Carboxyl-Gruppe 255
- 16.2 Die homologe Reihe der Carbonsäuren 257
- 16.3 Physikalische Eigenschaften 258
- 16.4 Die Säurestärke 258
- 16.5 Substituierte Carbonsäuren 260
- 16.5.1 Hydroxycarbonsäuren 260
- 16.5.2 Mehrwertige Carbonsäuren 261
- 16.5.3 Halogenierte Carbonsäuren 261
- 16.5.4 Ungesättigte Carbonsäuren 262
- 16.5.5 Aminocarbonsäuren 262
- 16.5.6 Aromatische Carbonsäuren 263
- 16.6 Derivate der Carboxyl-Gruppe 263
- 16.6.1 Säurehalogenide 264
- 16.6.2 Säureanhydride 264
- 16.6.3 Säureamide 265
- 16.7 Typische Reaktionen von Carbonsäuren 266
- 16.7.1 Die Reaktion mit Wasser 266
- 16.7.2 Esterbildung und Verseifung 266
- 16.7.3 Inter- und intramolekulare Verbindungen 267
- 16.7.4 Schwefelhaltige Verbindungen 268

## **17 Reaktionstypen in der organischen Chemie 271**

- 17.1 Grundsätzliches 271
- 17.1.1 Induktivität und Mesomerie 271
- 17.1.2 Elektrophile und nucleophile Teilchen 272

- 17.1.3 Radikale 273
- 17.1.4 Übergangszustände und Zwischenstufen 273
- 17.1.5 Begriffe 274
- 17.2 Additionen 275
  - 17.2.1 Elektrophile Addition 275
  - 17.2.2 Verwandte Reaktionen 276
  - 17.2.3 Nucleophile Addition 276
- 17.3 Substitutionen 277
  - 17.3.1 Elektrophile Substitution 278
  - 17.3.2 Die elektrophile Zweitsubstitution 279
  - 17.3.3 Radikalische Substitution 280
- 17.4 Eliminierung 280
- 17.5 Umlagerung 281
- 17.6 Redoxreaktionen 282

## **18 Isomerie 285**

- 18.1 Konformationsisomerie 285
- 18.2 Strukturisomerie 286
  - 18.2.1 Ketten- oder Skelettisomerie 286
  - 18.2.2 Stellungsisomerie 287
  - 18.2.3 Tautomerie 287
  - 18.2.4 Funktionsisomerie 288
  - 18.2.5 Bindungs- oder Valenzisomere 288
  - 18.2.6 Isomerie bei Cycloalkanen 289
- 18.3 Stereoisomerie 289
  - 18.3.1 Cis-trans- und E-Z-Isomerie 290
  - 18.3.2 Spiegelbild-Isomerie 291
- 18.4 Optische Aktivität 295

## **19 Kunststoffe 299**

- 19.1 Einteilung nach Materialeigenschaften 299
- 19.2 Halbsynthetische Kunststoffe 299
- 19.3 Vollsynthetische Kunststoffe 300
  - 19.3.1 Polymerisation 300
  - 19.3.2 Polykondensation 301
  - 19.3.3 Weitere Kunststoffe 301
- 19.4 Silicone 301

## **20 Naturstoffe 303**

- 20.1 Fette, Öle, Seifen, Wachse 303
  - 20.1.1 Fette und Öle 303
  - 20.1.2 Seifen 306
  - 20.1.3 Wachse 307
- 20.2 Aminosäuren und Eiweiße 307
  - 20.2.1 Aminosäuren 307

20.2.2	EiweiÙe	309
20.3	Kohlenhydrate	311
20.3.1	Aldosen	312
20.4	Nucleinsäuren	319
20.4.1	Die DNA	320
20.4.2	Die RNA	322

<b>21</b>	<b>Nomenklaturregeln und Fragen zu den Kapiteln 11–20 (Organische Chemie)</b>	<b>325</b>
-----------	---	------------

<b>22</b>	<b>Lösungen zu Kapitel 21</b>	<b>333</b>
-----------	-------------------------------	------------

	<b>Literatur</b>	<b>347</b>
--	------------------	------------