

# 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

VI | *Inhaltsverzeichnis*

2.5	Konzentrationsangaben	31
2.5.1	Molare Lösungen	31
2.5.2	Prozentangaben	32
2.5.2.1	Massenprozent ( <i>m/m</i> )	32
2.5.2.2	Prozent ( <i>m/V</i> )	33
2.5.2.3	Volumenprozent ( <i>V/V</i> 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

## VIII | Inhaltsverzeichnis

- 6.5 Puffer 125
  - 6.5.1 Bestandteile von Puffern 126
  - 6.5.2 pH-Wert-Berechnungen und Pufferlösungen 127
  
- 7 Redoxreaktionen 129**
  - 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
  
- 8 Angewandte anorganische Chemie 151**
  - 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
  
- 9 Fragen zu den Kapiteln 1–7 (Allgemeine und anorganische Chemie) 157**
  
- 10 Lösungen zu Kapitel 9 171**

<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

**x** | *Inhaltsverzeichnis*

- 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
<b>18</b>	<b>Isomerie</b>	<b>285</b>
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
<b>19</b>	<b>Kunststoffe</b>	<b>299</b>
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
<b>20</b>	<b>Naturstoffe</b>	<b>303</b>
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

**XII** | *Inhaltsverzeichnis*

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>