Inhaltsverzeichnis

1 Vom Aufbau der Atome – Geschichtliche Entwicklung des Atommodells ... 7
1.1 Dalton (1807) – Kugelteilchen-Modell ... 7
1.2 Thomson (1903) – „Rosinenkuchen"-Modell ... 9
1.3 Rutherford (1911) – Planeten- oder Kern-Hülle-Modell ... 9
1.4 Bohr (1913) – Schalenmodell ... 11
1.5 Orbitalmodell ... 15
Übungsaufgaben ... 19

2 Das Periodensystem der Elemente (PSE) ... 21
2.1 Einleitung ... 21
2.2 Aufbau des Periodensystems ... 22
2.2.1 Kennzeichnung im Periodensystem ... 22
2.2.2 Periodensystem und Elektronenkonfiguration ... 22
2.2.3 Hauptgruppenelemente ... 23
2.2.4 Nebengruppenelemente ... 25
2.3 Isotope ... 25
2.4 Periodizität von Eigenschaften ... 26
2.4.1 Atom- und Ionenradien ... 26
2.4.2 Elektronenaffinität (EA) ... 26
2.4.3 Ionisierungsenergie (IE, Ionisierungspotenzial IP) ... 26
2.4.4 Elektronegativität (EN) ... 27
2.4.5 Metallischer Charakter ... 28
Übungsaufgaben ... 29

3 Bindungslehre ... 30
3.1 Elektronenpaarbindung ... 30
3.1.1 Theorie der Elektronenpaarbindung ... 30
3.1.2 Valenzstrichformel – Lewis-Formel ... 32
3.1.3 Radikale ... 34
3.1.4 Elektronenpaarabstoßungsmodell (Gillespie-Modell) ... 35
3.2 Polare Atombindung ... 36
3.3 Ionische Bindung ... 38
3.3.1 Bildung von Ionen ... 38
3.3.2 Aufbau von Ionenverbindungen ... 39
3.4 Andere Bindungsarten ... 41
3.5 Zwischenmolekulare Kräfte (ZMK) ... 42
3.5.1 Van-der-Waals-Kräfte (vdW-Kräfte) ... 42
3.5.2 Dipol-Dipol-Wechselwirkung ... 43
3.5.3 Wasserstoffbrückenbindung (H-Brücken) ... 43
3.5.4 Ionische Wechselwirkung ... 46
3.5.5 Zusammenfassung ... 46
Übungsaufgaben ... 47

4 Reinstoffe und Stoffgemische ... 50
4.1 Reinstoff oder Stoffgemisch? ... 50
4.2 Trennverfahren ... 52
Übungsaufgaben ... 57

5 Energiehaushalt ... 59
5.1 Formelsprache und Stöchiometrie ... 59
5.1.1 Die chemische Zeichensprache ... 59
5.2 Aufstellen von Formeln und Gleichungen ... 59
5.3 Chemische Grundgesetze ... 62
5.4 Der Molbegriff ... 63
5.4.1 Relative Atommasse ... 63
5.4.2 Absolute Atommasse ... 63
5.4.3 Stoffmenge und Molbegriff ... 63
5.4.4 Molvolumen ... 66
5.5 Konzentrationsangaben ... 66
5.5.1 Stoffmengenkonzentration *c* ... *66*
5.5.2 Massenanteil *w* % ... 66
5.6 Stöchiometrie ... 66
Übungsaufgaben ... 67

6 Grundlagen der Energetik und Kinetik chemischer Reaktionen (Thermodynamik)) ... 69
6.1 Energetik chemischer Reaktionen ... 70
6.1.1 Reaktionsenthalpie ... 70
6.1.2 Freie Enthalpie und die Gleichung von Gibbs-Helmholtz ... 71
6.2 Kinetik chemischer Reaktionen ... 73
6.2.1 Definition der Reaktionsgeschwindigkeit ... 73
6.2.2 Einfluss von Konzentration und Temperatur auf die Reaktionsgeschwindigkeit ... 74
6.2.3 Einfluss des Zerteilungsgrades ... 75
6.2.4 Aktivierungsenergie ... 75
6.2.5 Katalysatoren ... 76
6.2.6 Energiediagramme ... 77
6.2.7 Zusammenfassung ... 78
Übungsaufgaben ... 79

7 Chemisches Gleichgewicht ... 80
7.1 Kinetisches Gleichgewichtsmodell (Massenwirkungsgesetz) ... 80
7.2 Beeinflussung der Gleichgewichtslage ... 83
7.2.1 Temperaturänderung ... 83
7.2.2 Druckänderung ... 84
7.2.3 Konzentrationsänderung ... 84
7.3 Fließgleichgewicht ... 85
Übungsaufgaben ... 86

8 Säure-Base-Reaktionen ... 88
8.1 Säuren und Basen ... 88
8.1.1 Säure-Base-Definition nach Brønsted (1879–1947) ... 88
8.1.2 Protolyse ... 88
8.1.3 Darstellung von Säuren ... 90
8.1.4 Darstellung von Basen ... 90
8.1.5 Neutralisation und Salzbildung ... 90
8.1.6 Ampholyte ... 93
8.2 Autoprotolyse und pH-Wert ... 93
8.3 Protolysegleichgewichte – Säure-Base-Stärke ... 95
8.4 Reaktionen von Salzlösungen ... 97
8.4.1 Reaktionen von Salzen mit Wasser ... 97

8.4.2 Reaktionen von Salzen mit Säuren und Ampholyten ... 97
8.5 Säure-Base-Titration ... 99
Übungsaufgaben ... 101

9 Redoxreaktionen ... 103
9.1 Einleitung und Historisches ... 103
9.2 Oxidationszahl ... 105
9.3 Aufstellen von Redoxgleichungen ... 106
9.4 Elektrolyse ... 108
9.5 Elektrochemische Spannungsreihe ... 109
9.5.1 Galvanische Elemente ... 109
9.5.2 Aufbau der Normalwasserstoffelektrode ... 110
9.6 Elektrochemische Stromerzeugung ... 112
9.7 Vergleich zwischen Protolyse und Redoxreaktion ... 113
Übungsaufgaben ... 113

10 Einführung in die Organische Chemie ... 116
10.1 Geschichtlicher Rückblick ... 116
10.2 Die Symmetrie des Kohlenstoffatoms ... 117
10.2.1 Hybridisierung ... 117
10.2.2 σ- und π-Bindungen ... 118
10.2.3 Primäre, sekundäre und tertiäre Kohlenstoffatome ... 119
10.3 Der Begriff der Isomerie ... 119
10.4 Nomenklatur ... 120

11 Kohlenwasserstoffe ... 122
11.1 Gesättigte Kohlenwasserstoffe ... 122
11.1.1 Alkane ... 122
11.1.2 Cycloalkane ... 126
11.1.3 Reaktionen der Alkane ... 126
11.1.4 Halogenalkane (Alkylhalogenide) ... 129
11.2 Ungesättigte Kohlenwasserstoffe – Alkene und Alkine ... 130
11.2.1 Nomenklatur der Alkene und Alkine ... 130
11.2.2 Geometrie der Alkene ... 131
11.2.3 Reaktionen der Alkene ... 131
11.2.4 Diene und Polyene ... 133
11.3 Aromatische Kohlenwasserstoffe ... 134
11.3.1 Geschichte des Benzols ... 134
11.3.2 Eigenschaften des Benzols ... 135
11.3.3 Molekülbau und Mesomerie des Benzols ... 135
11.3.4 Reaktionen des Benzols ... 137
Übungsaufgaben ... 138

12 Alkohole ... 140
12.1 Nomenklatur und Klassifizierung ... 140
12.1.1 Kettenförmige Alkohole ... 140
12.1.2 Zyklische und aromatische Alkohole ... 142
12.1.3 Klassifizierung ... 142
12.2 Physikalische Eigenschaften ... 143
12.2.1 Siedetemperatur ... 143
12.2.2 Löslichkeit ... 143
12.3 Reaktionen der Alkohole ... 144
12.3.1 Alkohole sind Ampholyte ... 144

12.3.2 Oxidation von Alkoholen 146
12.3.3 Kondensation 148
Übungsaufgaben 149

13 Carbonylverbindungen 151
13.1 Geometrie und Eigenschaften der Carbonylgruppe 151
13.2 Nomenklatur 152
13.3 Physikalische Eigenschaften der Aldehyde und Ketone 153
13.3.1 Siedetemperatur 153
13.3.2 Löslichkeit 153
13.4 Chemische Eigenschaften der Aldehyde und Ketone 154
13.4.1 Nachweisreaktionen für Aldehyde 154
13.4.2 Additionsreaktionen der Carbonylgruppe 156
13.4.3 Keto-Enol-Tautomerie 158
Übungsaufgaben 158

14 Carbonsäuren 160
14.1 Struktur und Nomenklatur 160
14.2 Eigenschaften der Carbonsäuren 161
14.2.1 Physikalische Eigenschaften 161
14.2.2 Chemische Eigenschaften 162
14.3 Ester 166
14.3.1 Esterbildung 167
14.3.2 Esterspaltung 168
14.3.3 Eigenschaften der Ester 169
14.3.4 Besondere Ester 170
14.3.5 Ester anorganischer Säuren 171
14.3.6 Andere Carbonsäure-Derivate 172
Übungsaufgaben 173

15 Amine – Organische Stickstoffverbindungen 175
15.1 Amine – Derivate des Ammoniaks 175
15.1.1 Struktur und Klassifizierung 175
15.1.2 Nomenklatur 176
15.1.3 Aromatische Amine 176
15.2 Chemische Eigenschaften der Amine 177
15.2.1 Salzbildung 177
15.2.2 Basizität 177
15.2.3 Biogene Amine 179
Übungsaufgaben 180

Sachwortverzeichnis 183
Personenregister 187
Bildquellenverzeichnis 188