

Paul Scheipers (Hrsg.)
Volkher Biese
Uwe Bleyer
Manfred Bosse

Chemie

**Grundlagen, Anwendungen und
Versuche aus der Technik**

6., überarbeitete und erweiterte Auflage

Mit 140 Bildern



Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	XI
Periodensystem der Elemente . . .	XII

1 Einleitung

1.1 Allgemeine Einführung	1
1.2 Wichtige Gesetze und Vorschriften zum Gesundheits- und Arbeitsschutz . . .	5
1.3 Gefahrensymbole (Auswahl)	7
1.4 Gefahrenklassen	8
1.5 Umweltbelastungen	9
1.6 Zusammenfassung	9
1.7 Aufgaben	9

2 Grundlagen

2.1 Aufgaben der Chemie	10
2.2 Chemische und physikalische Vorgänge	10
2.3 Materie (Stoff)	12
2.3.1 Materie (Stoff) — Energie (Arbeitsvermögen)	13
2.3.2 Materiesorten — Körper	13
2.4 Heterogene und homogene Stoffe	14
2.5 Gemische (Mischungen)	15
2.5.1 Homogene und heterogene Gemische	15
2.5.2 Legierungen	16
2.5.3 Lösungen	18
2.5.4 Trennung von Stoffgemischen	21
2.6 Reine Stoffe	25
2.6.1 Reinheitsgrad	25
2.6.2 Physikalische Eigenschaften von reinen Stoffen	25
2.6.3 Chemische Eigenschaften von reinen Stoffen	26
2.6.4 Zerlegen von reinen Stoffen	27
2.7 Unterscheidung von Stoffgemischen und chemischen Verbindungen	27
2.8 Analyse - Synthese	28
2.9 Aufgaben	30

3 Atomlehre

3.1	Bedeutung der Atomlehre für die Chemie.	31
3.2	Entwicklung der Atomvorstellungen.	31
3.3	Atommodelle (allgemein).	31
3.4	Aufbau der Atome.	32
3.4.1	Größen und Massen der Atome.	32
3.4.2	Aufbau der Atome.	32
3.4.3	Größen und Massenvergleiche beim Atom.	35
3.5	Bohrsches Atommodell.	35
3.6	Orbitalvorstellungen.	39
3.7	Energie Schema für die Anordnung der Elektronen in der Atomhülle.	42
3.8	Kugelwolkenmodell (KWM).	44
3.9	Übersicht über wichtige Atommodelle.	47
3.10	Aufgaben.	48

4 Periodensystem der Elemente (PSE)

4.1	Allgemeines.	49
4.2	Wichtige Aussagen zum PSE.	49
4.2.1	Symbole und Ordnungszahlen.	49
4.2.2	Isotope.	50
4.2.3	Perioden.	51
4.2.4	Gruppen.	52
4.2.5	Metalle - Nichtmetalle - Halbmetalle.	52
4.3	Erkennen einzelner Elemente.	54
4.4	Kraftwirkungen auf Elektronen.	55
4.4.1	Ionisierungsenergien.	55
4.4.2	Elektronegativität (EN).	58
4.5	Ähnlichkeiten innerhalb der Gruppen.	59
4.6	Zusammenfassung.	60
4.7	Aufgaben.	60

5 Chemische Bindung und Struktur

5.1	Allgemeines.	62
5.2	Ursachen chemischer Bindung.	63
5.3	Kräfte innerhalb eines Atomverbandes.	64
5.4	Die Bindungsarten und deren Übergänge.	65
5.5	Nichtmetalle mit niedriger Siedetemperatur.	66
5.5.1	Elektronenpaarbindung.	66
5.5.1.1	Oktett/Dublett-Regel.	66
5.5.1.2	Molekülstrukturen.	67

5.5.2	Van-der-Waals-Bindungen	gg
5.5.3	Polarisierte Atombindungen	69
5.5.4	Nichtmetalle mit hoher Siedetemperatur - Atomgitter	71
5.6	Bildung und Verhalten von Ionen	73
5.6.1	Ionenwertigkeit	74
5.6.2	Grundsätze zur Bildung von Ionen	75
5.6.3	Struktur von Ionenverbindungen	75
5.6.4	Eigenschaften von Ionenverbindungen	77
5.6.5	Hydratation	7g
5.6.6	Gitterenergien	70
5.7	Metallbindung	gQ
5.7.1	Bildung und Verhalten der Metallbindung	80
5.7.2	Eigenschaften der Metalle	81
5.8	Übersicht Hauptbindungsarten	84
5.9	Zusammenfassung	85
5.10	Aufgaben	86

6 Chemische Reaktionen

6.1	Chemische Formeln	88
6.2	Chemische Gleichung	91
6.3	Gesetz von der Erhaltung der Masse	92
6.3.1	Gesetz der konstanten Massenverhältnisse	93
6.3.2	Gesetz der multiplen Massenverhältnisse	93
6.4	Atommasse	94
6.4.1	Atomare Masseneinheit u	94
6.4.2	Relative Atommasse A_T	95
6.5	Relative Molekülmasse M_x	95
6.6	Molare Masse M	96
6.7	Stoffmenge n	97
6.7.1	Avogadro-Konstante N_A	97
6.7.2	Zusammenhang zwischen molarer Masse, Stoffmenge, Atommasse und Avogadro-Konstante	97
6.8	Volumenverhältnisse bei Gasreaktionen	98
6.8.1	Volumengesetz von Gay-Lussac	98
6.8.2	Gesetz von Avogadro	99
6.8.3	Molares Normvolumen $V_{m,n}$	99
6.8.4	Molare Normvolumen realer Gase	99
6.9	Thermische Zustandsgleichung der Gase	100
6.10	Stöchiometrische Berechnungen	102
6.11	Beispiele zu den stöchiometrischen Berechnungen	102
6.12	Thermochemische Reaktionen	103
6.12.1	Reaktionsenergie ΔU und Reaktionsenthalpie ΔH_R	104
6.12.2	Exotherme und endotherme Reaktionen	104

6.13	Bildungsenthalpie AH_B	105
6.13.1	Einfluß des Aggregatzustandes der Verbindungen.	105
6.13.2	Zusammenhang Bildungsenthalpie Ai/B mit Reaktionsenthalpie AH_R	106
6.13.3	Heßscher Satz	106
6.13.4	Verbrennungsenthalpie.	107
6.13.5	Heizwerte.	107
6.14	Aktivierungsenergie E_A	108
6.15	Zündtemperatur — Mindestzündenergie.	109
6.16	Aufgaben	111
6.17	Kurzfassung wichtiger Begriffe.	112

7 Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz

7.1	Chemisches Gleichgewicht	114
7.1.1	Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen.	114
7.1.2	Chemisches Gleichgewicht (Begriff).	115
7.1.3	Lage des chemischen Gleichgewichtes.	116
7.1.4	Wirtschaftlichkeit von chemischen Reaktionen.	117
7.2	Verschiebung des chemischen Gleichgewichts.	117
7.2.1	Prinzip von Le Chatelier und Braun.	117
7.2.2	Einfluß des Druckes auf die Lage des chemischen Gleichgewichts.	118
7.2.3	Einfluß der Temperatur auf die Lage des chemischen Gleichgewichts.	119
7.2.4	Einfluß der Konzentration auf die Lage des chemischen Gleichgewichts.	119
7.3	Einflußgrößen der Gleichgewichtseinstellung	119
7.3.1	Einstellung des chemischen Gleichgewichts.	119
7.3.2	Einfluß der Temperatur auf die Gleichgewichtseinstellung	120
7.3.3	Einfluß von Katalysatoren.	121
7.4	Wechselseitiger Einfluß von Druck, Temperatur und Katalysatoren auf das chemische Gleichgewicht am Beispiel der Ammoniak-Synthese	124
7.5	Reaktionsgeschwindigkeit	125
7.5.1	Einfluß der Temperatur.	126
7.5.2	Einfluß der Konzentration.	127
7.5.3	Einfluß des Zerteilungsgrades.	127
7.6	Massenwirkungsgesetz.	129
7.6.1	Reaktionsordnung.	129
7.6.2	Massenwirkungsgesetz (Zusammenhänge).	130
7.6.3	Abhängigkeit der Gleichgewichtskonstanten K_p von der Temperatur.	132
7.6.4	Abhängigkeit der Gleichgewichtskonstanten K_p vom Druck	134
7.7	Kurzfassung wichtiger Begriffe.	134
7.8	Aufgaben.	136

8 Oxidation und Reduktion (Redox)

8.1	Geschichtliche Entwicklung	138
8.2	Oxidation und Reduktion im allgemeinen Sinne	138
8.3	Oxidationszahl	141
8.4	Redoxvorgänge in der Technik	144
8.4.1	Oxidation von Eisen	144
8.4.2	Oxidation von Nichteisenmetallen	145
8.4.3	Ursachen für unterschiedliche Oxidschichten	146
8.4.4	Chemische Oxidation von Aluminium	147
8.5	Luft	147
8.5.1	Eigenschaften und Zusammensetzung der Luft	147
8.5.2	Wichtige Bestandteile der Luft	148
8.5.3	Spurenstoffe in der Luft	149
8.5.3.1	Chemische Reaktionen in der Atmosphäre	150
8.5.3.2	Persistente Stoffe in der Atmosphäre	150
8.6	Versuche	151
8.7	Aufgaben	151

9 Säuren, Basen, Salze, pH-Werte, Elektrochemie

9.1	Säuren und Basen	152
9.1.1	Definition nach Arrhenius	152
9.1.2	Definition nach Brönsted	152
9.1.3	Säure-Base-Paar	153
9.1.4	Säurestärke (Basenstärke)	154
9.1.5	Ampholyte	154
9.1.6	Bildung von Säuren (wichtige Möglichkeiten)	155
9.1.7	Wichtige Säuren	155
9.1.7.1	Salzsäure HCl	155
9.1.7.2	Schwefelsäure H ₂ SO ₄	156
9.1.7.3	Kohlensäure H ₂ CO ₃	157
9.1.7.4	Salpetersäure HNO ₃	157
9.1.8	Bildung von Basen (wichtige Möglichkeiten)	158
9.1.9	Indikatoren	159
9.1.10	Zusammenfassung (Säuren und Basen)	159
9.1.11	Versuche	160
9.1.12	Aufgaben zu Abschnitt 9.1 (Säuren und Basen)	161
9.2	Salze	161
9.2.1	Definitionen	161
9.2.2	Entstehung von Salzen	161
9.2.3	Kristallwasser	162

9.2.4	Salznamen	162
9.2.5	Wichtige Salze (Auswahl)	165
9.2.6	Zusammenfassung (Salze)	166
9.2.7	Versuche (Salze)	166
9.2.8	Aufgaben zu Abschnitt 9.2 (Salze)	167
9.3	pH-Werte	167
9.3.1	Erklärung	167
9.3.2	Versuche	169
9.3.3	Aufgaben zu Abschnitt 9.3 (pH-Wert)	169
9.4	Elektrochemische Vorgänge	170
9.4.1	Allgemeine Bedeutung	170
9.4.2	Stromleitung	170
9.4.3	Elektrolyse	171
9.4.4	Technische Elektrolysen	172
9.4.5	Elektrolytische Abscheidung von Metallen	174
9.4.6	Die Faradayschen Gesetze, elektrochemisches Äquivalent	177
9.4.7	Galvanisches Element	178
9.4.8	Elektrochemische Spannungsreihe	179
9.4.9	Aufbau galvanischer Elemente	180
9.4.10	Elektrochemische Korrosion	182
9.4.11	Korrosionsschutz	182
9.4.12	Zusammenfassung (Elektrochemie)	183
9.4.13	Versuche (Elektrochemie)	184
9.4.14	Aufgaben zu Abschnitt 9.4 (Elektrochemie)	180

10 Der Kohlenstoff und seine Verbindungen

10.1	Bedeutung der Kohlenstoffchemie	186
10.2	Das Kohlenstoffatom	187
10.3	Der elementare Kohlenstoff	188
10.3.1	Graphit	188
10.3.2	Diamant	190
10.4	Kohlenwasserstoffe (KW)	192
10.4.1	Kettenförmige Kohlenwasserstoffe	192
10.4.1.1	Gesättigte kettenförmige Kohlenwasserstoffe	192
10.4.1.2	Ungesättigte kettenförmige Kohlenwasserstoffe	196
10.4.2	Ringförmige Kohlenwasserstoffe	199
10.4.3	Kohlenwasserstoffe, Übersicht	202
10.5	Funktionelle Gruppen	203
10.6	Organische Reaktionsformen	205
10.6.1	Addition	205
10.6.2	Substitution	205
10.6.3	Hydrierung (Sonderfall der Addition)	205
10.6.4	Esterbildung (Substitution)	205
10.6.5	Verseifung (Hydrolyse)	207

10.6.6 Kondensation (Substitution).....	208
10.6.7 Polymerisation (Addition).....	209
10.7 Versuche.....	209
10.8 Aufgaben.....	211
11 Kunststoffe	
11.1 Unterscheidung der Kunststoffe nach ihrer Herkunft.....	213
11.1.1 Natürlich bestehende makromolekulare Stoffe.....	213
11.1.2 Abgewandelte Naturstoffe (halbsynthetische Kunststoffe).....	213
11.1.3 Vollsynthetische Kunststoffe (Kunststoff, Synthetikgummi).....	214
11.2 Unterscheidung der Kunststoffe nach den Herstellungsverfahren.....	214
11.2.1 Polymerisation.....	214
11.2.2 Polykondensation.....	216
11.2.3 Polyaddition.....	217
11.3 Unterscheidung der Kunststoffe nach ihrem thermischen Verhalten.....	218
11.3.1 Thermoplaste (Plastomere).....	218
11.3.2 Duroplaste (Duromere).....	219
11.3.3 Elastoplaste (Elastomere).....	221
11.4 Neuartige Kunststoffe.....	222
11.5 Kunststoffübersicht.....	223
11.6 Aufgaben.....	227
12 Kernchemie	
12.1 Wichtige Elementarteilchen.....	228
12.2 Radioaktivität.....	229
12.3 Kernspaltung.....	233
12.4 Kernenergie durch Spaltprozesse.....	233
12.5 Kernfusion (Kernverschmelzung).....	239
12.6 Aufgaben.....	241
13 Umwelt und Ökologie	
13.1 Allgemeines.....	242
13.2 Gesetze und Vorschriften (Auswahl).....	243
13.3 Lebensraum Boden.....	244
13.4 Lebensraum Wasser.....	245
13.5 Lebensraum Luft.....	246
13.6 Umweltbelastungen.....	248
13.6.1 Beispiel Kohlekraftwerke.....	248
13.6.2 Beispiel Luftschadstoffe und Emissionsquellen (Schema).....	251
Anhang: Lösung der Aufgaben	252
Sachwortverzeichnis	269