

# Inhalt

1	Atombau	
1.1	Der atomare Aufbau der Materie	1
1.1.1	Der Elementbegriff	1
1.1.2	Daltons Atomtheorie	2
1.2	Der Atomaufbau	4
1.2.1	Elementarteilchen, Atomkern, Atomhülle	4
1.2.2	Chemische Elemente, Isotope, Atommassen	6
1.2.3	Massendefekt, Äquivalenz von Masse und Energie	9
1.3	Kernreaktionen	11
1.3.1	Radioaktivität	12
1.3.2	Künstliche Nuklide	18
1.3.3	Kernspaltung, Kernfusion	19
1.3.4	Kosmische Elementhäufigkeit, Elemententstehung	23
1.4	Die Struktur der Elektronenhülle	26
1.4.1	Bohr'sches Modell des Wasserstoffatoms	26
1.4.2	Die Deutung des Spektrums der Wasserstoffatome mit der Bohr'schen Theorie	30
1.4.3	Die Unbestimmtheitsbeziehung	35
1.4.4	Der Wellencharakter von Elektronen	37
1.4.5	Atomorbitale und Quantenzahlen des Wasserstoffatoms	38
1.4.6	Die Wellenfunktion, Eigenfunktionen des Wasserstoffatoms	44
1.4.7	Aufbau und Elektronenkonfiguration von Mehrelektronen-Atomen	52
1.4.8	Das Periodensystem (PSE)	57
1.4.9	Ionisierungsenergie, Elektronenaffinität, Röntgenspektren	62
2	Die chemische Bindung	
2.1	Die Ionenbindung	69
2.1.1	Allgemeines, Ionenkristalle	69
2.1.2	Ionenradien	73
2.1.3	Wichtige ionische Strukturen, Radienquotientenregel	76
2.1.4	Gitterenergie von Ionenkristallen	84
2.2	Die Atombindung	86
2.2.1	Allgemeines, Lewis-Formeln	86
2.2.2	Bindigkeit, angeregter Zustand	88
2.2.3	Dative Bindung, formale Ladung	91
2.2.4	Das Valenzschalen-Elektronenpaar-Abstoßungs-Modell	92
2.2.5	Überlappung von Atomorbitalen, $\sigma$ -Bindung	96
2.2.6	Hybridisierung	100
2.2.7	$\pi$ -Bindung	106
2.2.8	Mesomerie	112

2.2.9 Polare Atombindung Dipole . . . . .	114
2.2.10 Die Elektronegativität . . . . .	115
2.2.11 Atomkristalle, Molekülkristalle . . . . .	118
2.2.12 Molekülorbitaltheorie . . . . .	120
2.2.13 Schwache Mehrzentrenbindungen . . . . .	130
2.3 Van der Waals-Kräfte . . . . .	134
2.4 Vergleich der Bindungsarten . . . . .	136
3. Die Chemische Reaktion	
3.1 Stoffmenge, Konzentration, Anteil, Äquivalent . . . . .	137
3.2 Ideale Gase . . . . .	139
3.3 Zustandsdiagramme . . . . .	145
3.4 Reaktionsenthalpie, Standardbildungsenthalpie . . . . .	151
3.5 Das chemische Gleichgewicht . . . . .	158
3.5.1 Allgemeines . . . . .	158
3.5.2 Das Massenwirkungsgesetz (MWG) . . . . .	160
3.5.3 Verschiebung der Gleichgewichtslage, Prinzip von Le Chatelier . . . . .	164
3.5.4 Gleichgewichtsbedingungen . . . . .	169
3.6 Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen . . . . .	176
3.6.1 Allgemeines . . . . .	176
3.6.2 Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit . . . . .	176
3.6.3 Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit . . . . .	180
3.6.4 Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht . . . . .	182
3.6.5 Metastabile Systeme . . . . .	183
3.6.6 Katalyse . . . . .	185
3.7 Gleichgewichte von Salzen, Säuren und Basen . . . . .	189
3.7.1 Lösungen, Elektrolyte . . . . .	189
3.7.2 Aktivität . . . . .	191
3.7.3 Löslichkeit, Löslichkeitsprodukt, Nernst'sches Verteilungsgesetz . . . . .	192
3.7.4 Säuren und Basen . . . . .	196
3.7.5 pH-Wert, Ionenprodukt des Wassers . . . . .	198
3.7.6 Säurestärke, $pK_S$ - Wert, Berechnung des pH-Wertes von Säuren . . . . .	199
3.7.7 Protolysegrad, Ostwald'sches Verdünnungsgesetz . . . . .	202
3.7.8 pH-Wert-Berechnung von Basen . . . . .	204
3.7.9 pH-Wert-Berechnung von Salzlösungen . . . . .	206
3.7.10 Pufferlösungen . . . . .	207
3.7.11 Säure-Base-Indikatoren . . . . .	209
3.8 Redoxvorgänge . . . . .	211
3.8.1 Oxidationszahl . . . . .	211
3.8.2 Oxidation, Reduktion . . . . .	214
3.8.3 Aufstellen von Redoxgleichungen . . . . .	216
3.8.4 Galvanische Elemente . . . . .	217
3.8.5 Berechnung von Redoxpotentialen: Nernst'sche Gleichung . . . . .	219
3.8.6 Konzentrationsketten, Elektroden zweiter Art . . . . .	220
3.8.7 Die Standardwasserstoffelektrode . . . . .	222
3.8.8 Die elektrochemische Spannungsreihe . . . . .	225

3.8.9	Gleichgewichtslage bei Redoxprozessen	229
3.8.10	Die Elektrolyse	230
3.8.11	Elektrochemische Stromquellen	239

#### 4 Nichtmetalle

4.1	Häufigkeit der Elemente in der Erdkruste	245
4.2	Wasserstoff	246
4.2.1	Allgemeine Eigenschaften	246
4.2.2	Physikalische und chemische Eigenschaften	246
4.2.3	Vorkommen und Darstellung	247
4.2.4	Wasserstoffverbindungen	249
4.3	Gruppe 17 (Halogene)	250
4.3.1	Gruppeneigenschaften	250
4.3.2	Die Elemente	251
4.3.3	Vorkommen, Darstellung und Verwendung	251
4.3.4	Verbindungen mit der Oxidationsstufe –1: Halogenide	252
4.3.5	Verbindungen mit positiven Oxidationszahlen: Oxide und Sauerstoffsäuren von Chlor	254
4.3.6	Pseudohalogene	256
4.4	Gruppe 18 (Edelgase)	256
4.4.1	Gruppeneigenschaften	256
4.4.2	Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung	257
4.4.3	Edelgasverbindungen	258
4.5	Gruppe 16 (Chalkogene)	259
4.5.1	Gruppeneigenschaften	259
4.5.2	Die Elemente	260
4.5.3	Wasserstoffverbindungen	262
4.5.4	Sauerstoffverbindungen von Schwefel	265
4.6	Gruppe 15	268
4.6.1	Gruppeneigenschaften	268
4.6.2	Die Elemente	269
4.6.3	Wasserstoffverbindungen von Stickstoff	270
4.6.4	Sauerstoffverbindungen von Stickstoff	272
4.6.5	Sauerstoffverbindungen von Phosphor	274
4.7	Gruppe 14	276
4.7.1	Gruppeneigenschaften	276
4.7.2	Die Elemente	277
4.7.3	Carbide	283
4.7.4	Sauerstoffverbindungen von Kohlenstoff	284
4.7.5	Stickstoffverbindungen von Kohlenstoff	287
4.7.6	Sauerstoffverbindungen von Silicium	287

#### 5 Metalle

5.1	Eigenschaften von Metallen, Stellung im Periodensystem	295
5.2	Kristallstrukturen der Metalle	298
5.3	Atomradien von Metallen	303

5.4 Metallische Bindung, elektrische Eigenschaften . . . . .	304
5.4.1 Elektronengas . . . . .	304
5.4.2 Energiebändermodell . . . . .	306
5.4.3 Metalle, Isolatoren, Eigenhalbleiter . . . . .	310
5.4.4 Dotierte Halbleiter (Störstellenhalbleiter) . . . . .	312
5.4.5 Supraleiter . . . . .	314
5.4.6 Hopping-Halbleiter . . . . .	314
5.4.7 Ionenleiter . . . . .	315
5.4.8 Gasentladungslampen, Leuchtdioden . . . . .	316
5.5 Intermetallische Systeme . . . . .	317
5.5.1 Schmelzdiagramme von Zweistoffsystemen . . . . .	317
5.5.2 Häufige intermetallische Phasen . . . . .	325
5.6 Gewinnung von Metallen . . . . .	335
5.6.1 Elektrolytische Verfahren . . . . .	336
5.6.2 Reduktion mit Kohlenstoff . . . . .	338
5.6.3 Reduktion mit Metallen und Wasserstoff . . . . .	341
5.6.4 Spezielle Herstellungs- und Reinigungsverfahren . . . . .	342
5.7 Komplexverbindungen . . . . .	344
5.7.1 Aufbau und Eigenschaften von Komplexen . . . . .	344
5.7.2 Nomenklatur von Komplexverbindungen . . . . .	346
5.7.3 Räumlicher Bau von Komplexen, Isomerie . . . . .	347
5.7.4 Stabilität und Reaktivität von Komplexen . . . . .	349
5.7.5 Die Valenzbindungstheorie von Komplexen . . . . .	351
5.7.6 Die Ligandenfeldtheorie . . . . .	353
6 Umweltprobleme	
6.1 Globale Umweltprobleme . . . . .	366
6.1.1 Die Ozonschicht . . . . .	366
6.1.2 Der Treibhauseffekt . . . . .	374
6.1.3 Rohstoffe . . . . .	381
6.2 Regionale Umweltprobleme . . . . .	382
6.2.1 Luft . . . . .	382
6.2.2 Wasser . . . . .	391
6.2.3 Wald . . . . .	393
6.3.4 Baudenkmäler . . . . .	394
Anhang 1 Einheiten · Konstanten · Umrechnungsfaktoren . . . . .	395
Anhang 2 Relative Atommassen · Elektronenkonfigurationen · Elektronegativitäten . . . . .	400
Anhang 3 Kurzbiografien bedeutender Naturwissenschaftler . . . . .	407
Sachregister . . . . .	429
Formelregister . . . . .	449