

Erwin Riedel

# Allgemeine und Anorganische Chemie

10. Auflage

DE GRUYTER

# 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

## X Inhalt

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 Leuchtdioden	316
5.5 Intermetallische Systeme	317
5.5.1 Schmelzdiagramme von Zweistoffsystemen	317
5.5.2 Häufige intermetallische Phasen	324
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