

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Chemie	1
1 Chemische Elemente und chemische Grundgesetze	2
Verbreitung der Elemente	3
Chemische Grundgesetze	3
2 Aufbau der Atome	6
2.1 Atomkern	6
Kernregeln	8
Atommasse	8
Massendefekt	9
Isotopieeffekte	9
Trennung von Isotopen	10
Radioaktive Strahlung	11
Radioaktive Zerfallsgeschwindigkeit	11
Beispiele für natürliche und künstliche Isotope	12
Radioaktive Aktivität	13
Radioaktive Zerfallsreihen	13
Radioaktives Gleichgewicht	16
Beispiele für Anwendungsmöglichkeiten von Isotopen	16
Aktivierungsanalyse	17
2.2. Elektronenhülle	17
Atommodell von <i>Niels Bohr</i>	18
Bohrsches Modell vom Wasserstoffatom	19
Atomspektren (Absorptions- und Emissionsspektroskopie)	20
Verbesserungen des Bohrschen Modells	21

	Wellenmechanisches Atommodell des Wasserstoffatoms	21
	Elektronenspin	24
	Graphische Darstellung der Atomorbitale	24
	Mehrelektronenatome	30
	Pauli-Prinzip, Pauli-Verbot	30
	Hundsche Regel	30
3	Periodensystem der Elemente	33
	Einteilung der Elemente auf Grund ähnlicher Elektronenkonfiguration	38
	Edelgase	38
	Hauptgruppenelemente („repräsentative“ Elemente)	40
	Übergangselemente bzw. Nebengruppenelemente	40
	Valenzelektronenzahl und Oxidationsstufen	41
	Periodizität einiger Eigenschaften	41
	1) Atom- und Ionenradien	42
	2) Elektronenaffinität (EA)	42
	3) Ionisierungspotential / Ionisierungsenergie	43
	4) Elektronegativität	44
	5) Metallischer und nichtmetallischer Charakter der Elemente	45
4	Moleküle, chemische Verbindungen, Reaktionsgleichungen und Stöchiometrie	47
	Reaktionsgleichungen	48
	Konzentrationsmaße	50
	Stöchiometrische Rechnungen	58
	Beispiel einer Ausbeuteberechnung	58
	Berechnung von empirischen Formeln	59
5	Chemische Bindung	60
	Bindungsarten	60
5.1	Ionische (polare, heteropolare) Bindung, Ionenbeziehung	60
	Gitterenergie	62
	Spinell-Struktur	65
	Perowskit-Struktur	65

	Calcit-Struktur.....	66
	Übergang von der ionischen zur kovalenten Bindung.....	66
	Übergang von der ionischen zur metallischen Bindung.....	68
5.2	Atombindung (kovalente, homöopolare Bindung, Elektronenpaarbindung).....	69
5.2.1	MO-Theorie der kovalenten Bindung.....	69
5.2.2	VB-Theorie der kovalenten Bindung.....	73
	Mehrfachbindungen, ungesättigte Verbindungen ..	78
	Energie von Hybridorbitalen.....	82
	Bindigkeit.....	82
	Bindungsordnung, Bindungsgrad.....	82
	Oktettregel.....	83
	Doppelbindungsregel.....	83
	Radikale.....	84
	Bindungsenergie und Bindungslänge.....	84
	Mesomerie oder Resonanz.....	85
5.2.3	Valenzschalen-Elektronenpaar-Abstoßungsmodell	85
	Geometrie von Polyedern mit sieben bis zwölf Elektronenpaaren.....	89
5.3	Metallische Bindung.....	89
	Metallgitter.....	92
	Mechanische Eigenschaften der Metalle / Einlagerungsstrukturen.....	93
	Legierungen.....	94
	Unbegrenzte Mischbarkeit.....	95
	Überstrukturphasen.....	96
	Eutektische Legierungen.....	96
	Mischungslücke.....	98
	Intermetallische Verbindungen oder intermetallische Phasen.....	98
	Beispiele für intermetallische Phasen.....	99
	Fe-C-System.....	102
5.4	Zwischenmolekulare Bindungskräfte.....	103
	Wasserstoffbrückenbindungen.....	103
	Van der Waalssche Bindung (van der Waals-Kräfte, Dispersionskräfte).....	105
6	Komplexverbindungen.....	107
	Bindungen in Komplexen.....	107
	Chelateffekt.....	109
	π -Komplexe.....	111
	Chargetransfer-Komplexe.....	112
	Carbonyle.....	112

Darstellung.....	112
Eigenschaften	112
Reaktionen von Carbonylen	113
Koordinationszahl und räumlicher Bau von Komplexen.....	116
Isomerieerscheinungen bei Komplexverbindungen	117
Stereoisomerie	117
a) cis-trans-Isomerie	118
Komplexe mit KZ 4	118
Komplexe mit KZ 6	118
trans-Effekt.....	119
b) Optische Isomerie (Spiegelbildisomerie)	119
Komplexe mit KZ 4	120
Komplexe mit KZ 6	121
Hydratisomerie	121
Bindungsisomerie, Salzisomerie	121
Bindung in Komplexen.....	122
Edelgas-Regel	122
VB-Theorie der Komplexbindung.....	123
Vorzüge und Nachteile der VB-Theorie	125
Kristallfeld-Ligandenfeld-Theorie.....	125
Besetzung der e_g - und t_{2g} -Orbitale im oktaedrischen Feld.....	128
Besetzung der e_g - und t_{2g} -Orbitale im tetraedrischen Feld.....	129
Absorptionsspektren	130
Jahn-Teller-Effekt.....	130
Vorzüge und Nachteile der Kristallfeld-Theorie....	131
MO-Theorie der Bindung in Komplexen.....	131
Bildung der Molekülorbitale	132
Verteilung der Elektronen des Zentralteilchens....	132
HSAB-Konzept bei Komplexen.....	132
σ - und π -Bindung in Komplexen	132
Komplexbildungsreaktionen	135
Formelschreibweise von Komplexen	136
Nomenklatur von Komplexen	136
Beispiele zur Nomenklatur.....	138

7 Zustandsformen der Materie (Aggregatzustände).....	139
7.1 Fester Zustand	139
Kristalline Stoffe.....	139
Kristallsysteme	140
Raumgruppen; Bravais-Gitter	140
Kristallklassen	141

	Eigenschaften von kristallinen Stoffen	141
	Schmelz- und Erstarrungspunkt; Schmelzenthalpie	142
	Gittertypen	143
7.2	Gasförmiger Zustand	144
	Gasgesetze — für „ideale Gase“	145
	Das Verhalten realer Gase	148
	Zustandsgleichung realer Gase	149
	Kritische Daten von Gasen	150
	Diffusion von Gasen	150
7.3	Flüssiger Zustand	151
	Dampfdruck einer Flüssigkeit	152
	Siedepunkt	153
	Gefrierpunkt	153
	Durchschnittsgeschwindigkeit von Atomen und Molekülen	154
8	Mehrstoffsysteme	156
	Lösungen	156
	Definition des Begriffs Phase	156
	Zustandsdiagramme	156
	Gibbssche Phasenregel (1878)	157
	Beispiele für das Gibbssche Phasengesetz	157
	Mehrstoffsysteme	158
	Lösungen	159
	Eigenschaften von Lösemitteln (Lösungsmitteln) ..	159
	Echte Lösungen	161
	Lösungsvorgänge	161
	Löslichkeit	163
	Chemische Reaktionen bei Lösungsvorgängen	164
	Verhalten und Eigenschaften von Lösungen	164
	I. Lösungen von <i>nichtflüchtigen</i> Substanzen	164
	Diffusion in Lösung	165
	Osmose	166
	Dialyse	167
	Lösungsgleichgewichte	168
	1. Verteilung zwischen zwei nichtmischbaren flüssigen Phasen	168
	2. Verteilung zwischen einer Gasphase und der Lösung	169
	3. Verteilung zwischen einer festen Phase und der Lösung	169
	Elektrolytlösungen	169
	Elektrolytische Dissoziation	169
	Ostwaldsches Verdünnungsgesetz	170

Elektrodenprozesse	171
Beispiele für Elektrolysen	171
II. Lösungen <i>flüchtiger</i> Substanzen	174
Ideale Lösungen	174
Nichtideale Lösungen	175
Mischungslücke	176
Kolloide Lösungen, kolloiddisperse Systeme	177
Isoelektrischer Punkt (I.P.)	179
9 Redoxsysteme.....	180
Regeln zur Ermittlung der Oxidationszahl	180
Reduktion und Oxidation	182
Normalpotentiale von Redoxpaaren	184
Normalpotential und Reaktionsrichtung.....	188
Nernstsche Gleichung	189
Konzentrationskette	193
Praktische Anwendung von	
galvanischen Elementen	193
Trockenbatterie (Leclanché-Element)	193
Alkali-Mangan-Zelle	193
Nickel-Cadmium-Batterie	194
Quecksilber-Batterie	194
Brennstoffzellen.....	194
Akkumulatoren	194
Elektrochemische Korrosion / Lokalelement	195
Elektrochemische Bestimmung von pH-Werten	195
Elektroden 2. Art	196
Spezielle Redoxreaktionen	197
10 Säure-Base-Systeme.....	199
Brønstedsäuren und -basen und	
der Begriff des pH-Wertes.....	199
Säure- und Basenstärke.....	202
Starke Säuren und starke Basen	203
Schwache Säuren und schwache Basen	204
Mehrwertige Säuren	206
Mehrwertige Basen	207
Protolysereaktionen beim Lösen von	
Salzen in Wasser	207
Neutralisationsreaktionen	208
Protolysegrad	209
Titrationsskurven	210

pH-Abhängigkeit von Säure- und Base-Gleichgewichten, Pufferlösungen	212
Bedeutung der Henderson-Hasselbalch-Gleichung	212
Bicarbonatpuffer	214
Phosphatpuffer	214
Acetatpuffer	214
Messung von pH-Werten	215
Säure-Base-Reaktionen in nichtwässrigen Systemen	216
Elektronentheorie der Säuren und Basen nach <i>Lewis</i>	217
Supersäuren	218
Prinzip der „harten“ und „weichen“ Säuren und Basen (HSAB-Konzept)	219

11 Energetik chemischer Reaktionen (Grundlagen der Thermodynamik)..... 220

I. Hauptsatz der Thermodynamik	220
Veranschaulichung der Volumenarbeit $p \cdot \Delta V$	221
Anwendung des I. Hauptsatzes auf chemische Reaktionen	222
Hess'scher Satz der konstanten Wärmesummen.....	224
II. Hauptsatz der Thermodynamik.....	224
Statistische Deutung der Entropie	227
III. Hauptsatz der Thermodynamik	227
Gibbs-Helmholtzsche Gleichung.....	228
Zusammenhang zwischen ΔG und EMK.....	230

12 Kinetik chemischer Reaktionen..... 232

Reaktionsordnung.....	233
Halbwertszeit.....	235
Konzentration-Zeit-Diagramm für eine Reaktion erster Ordnung	235
Konzentration-Zeit-Diagramm für eine Reaktion zweiter Ordnung.....	237
Molekularität einer Reaktion.....	237
Pseudo-Ordnung und Pseudo-Molekularität	238
Arrhenius-Gleichung	239
Darstellung von Reaktionsabläufen durch Energieprofile.....	241
Parallelreaktionen.....	243
Metastabile Systeme.....	243
Kettenreaktionen	244

Einleitung von Kettenreaktionen.....	244
Abbruch von Kettenreaktionen.....	244
 13 Chemisches Gleichgewicht	
(Kinetische Ableitung)	246
 Formulierung des MWG für einfache Reaktionen .	248
Gekoppelte Reaktionen	248
Aktivitäten.....	249
Beeinflussung von Gleichgewichtslagen.....	250
1. Änderung der Temperatur.....	250
2. Änderung von Konzentration bzw.	
Partialdruck bei konstanter Temperatur	251
Das Löslichkeitsprodukt.....	251
Allgemeine Formulierung.....	252
Fließgleichgewicht.....	252
 Spezielle Anorganische Chemie.....	 255
 A) Hauptgruppenelemente	 256
 Wasserstoff	 256
Stellung von Wasserstoff im	
Periodensystem der Elemente (PSE).....	256
Reaktionen und Verwendung von Wasserstoff	258
Wasserstoffverbindungen	258
 Alkalimetalle (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr)	 260
Lithium	260
Natrium.....	263
Kalium	265
Rubidium, Cäsium.....	267
Francium	267
 Erdalkalimetalle	
(Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)	268
Beryllium.....	268
Magnesium.....	271
Darstellung.....	271
Verbindungen	271

Calcium	272
Verbindungen	273
Mörtel	275
Strontium	275
Barium	275
Radium	276

Borgruppe (B, Al, Ga, In, Tl)	277
Bor	277
Verbindungen	279
Darstellung der Borane	280
Eigenschaften	281
Carborane	281
Borhalogenide	282
Sauerstoff-Verbindungen	282
Borstickstoff-Verbindungen	283
Aluminium	285
Gallium - Indium - Thallium	288

Kohlenstoffgruppe (C, Si, Ge, Sn, Pb)....	289
Kohlenstoff	289
Graphitverbindungen	292
Kohlenstoff-Verbindungen	294
Boudouard-Gleichgewicht	296
Carbide	297
Silicium	297
Kieselsäuren	300
Zinn	304
Zinn (II)- Verbindungen	304
Zinn(IV)-Verbindungen	305
Blei	306
Blei(II)-Verbindungen	306
Blei (IV)-Verbindungen	307
Inert-pair-Effekt	307

Stickstoffgruppe (N, P, As, Sb, Bi)	308
Stickstoff	308
Stickstoffhalogenide	312
Phosphor	320
Phosphoroxide	322
Phosphorsäuren	322
Halogenverbindungen	326
Pseudorotation (Berry-Mechanismus)	326
Phosphor-Stickstoff-Verbindungen	327

Arsen.....	328
Sauerstoffverbindungen	329
Halogenverbindungen	329
Schwefelverbindungen	330
Antimon	330
Bismut (früher Wismut).....	331
Ausnahmen von der Doppelbindungsregel	333

Chalkogene (O, S, Se, Te, Po)	334
Sauerstoff	334
Sauerstoffverbindungen	337
Oxide.....	339
Schwefel	339
Halogenverbindungen	341
Schwefelchloride und Schwefelbromide	342
Oxidhalogenide SOX_2 ($X = F, Cl, Br$).....	343
Schwefeloxide und Schwefelsäuren	343
H_2SO_4 , Schwefelsäure	345
Schwefel-Stickstoff-Verbindungen	347
Selen	349
Tellur	350

Halogene (F, Cl, Br, I, At)	351
Fluor.....	351
Sauerstoff Verbindungen	354
Chlor	355
Sauerstoffsäuren von Chlor	355
Oxide des Chlors	357
Brom	358
Iod	360
Iodoxide.....	361
Bindungsenthalpie und Acidität	362
Salzcharakter der Halogenide	362
Photographischer Prozeß (Schwarz-Weiß-Photographie).....	362
Interhalogenverbindungen	363
Pseudohalogene — Pseudohalogenide.....	364

Edelgase (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn)	366
Verbindungen	366
Xenon-Oxide	368
„Physikalische Verbindungen“	369
Beschreibung der Bindung in Edelgasverbindungen.....	369

Allgemeine Verfahren zur Reindarstellung von Metallen (Übersicht)	370
I. Reduktion der Oxide zu den Metallen.....	370
II. Elektrolytische Verfahren.....	370
III. Spezielle Verfahren.....	371
 B) Nebengruppenelemente	372
Oxidationszahlen.....	376
Qualitativer Vergleich der Atom- und Ionenradien der Nebengruppenelemente	377
Atomradien.....	377
Lanthanoiden-Kontraktion.....	377
Ionenradien	337
 I. Nebengruppe.....	380
Übersicht	380
Kupfer	380
Silber.....	383
Gold	384
 II. Nebengruppe	386
Übersicht	386
Zink-Verbindungen	387
Cadmium-Verbindungen	387
Quecksilber-Verbindungen	388
Hg(II)-Verbindungen	388
 III. Nebengruppe	391
Übersicht	391
Scandium.....	391
Yttrium.....	392
Lanthan	392
Actinium	392
 IV. Nebengruppe	393
Übersicht	393
Titan.....	393
Zirkon und Hafnium	395

V. Nebengruppe	397
Übersicht	397
Vanadin	397
Niob und Tantal	400

VI. Nebengruppe	402
Übersicht	402
Chrom	402
Chromverbindungen	403
Peroxo-chromate $M(III)HCrO_6$	405
Molybdän	406
Wolfram	407
Transportreaktionen	408
Wolframate, Polysäuren	408

VII. Nebengruppe	410
Übersicht	410
Mangan	410
Technetium	412
Rhenium	412
Halogenide	413

VIII. Nebengruppe	415
Eisenmetalle	415
Eisen	415
Eisenverbindungen	418
Cobalt und Nickel	421
Cobalt-Verbindungen	421
Nickel-Verbindungen	422
Platinmetalle	423
Verbindungen der Platinmetalle	424
Ruthenium und Osmium	424
Rhodium und Iridium	424
Palladium und Platin	424

Lanthanoide, Ln	426
Übersicht	426

Actinoide, An	428
Übersicht	428

Anhang	430
Edelsteine	430
Düngemittel	431
Handelsdünger aus natürlichen Vorkommen	431
Kunstdünger	432
Mineraldünger	432
Stickstoffdünger	432
Phosphatdünger	433
Kaliumdünger	433
Mehrstoffdünger	434
 Literaturauswahl und Quellennachweis	 435
 Abbildungsnachweis	 439
 Sachverzeichnis	 441