

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	19
1.3.3 Kernspaltung, Kernfusion	20
1.3.4 Elementhäufigkeit, Elemententstehung	24
1.4 Die Struktur der Elektronenhülle	26
1.4.1 Bohrsches Modell des Wasserstoffatoms	26
1.4.2 Die Deutung des Spektrums der Wasserstoffatome mit der Bohrschen 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	51
1.4.8 Das Periodensystem (PSE)	57
1.4.9 Ionisierungsenergie, Elektronenaffinität, Röntgenspektren	61

2. Die chemische Bindung

2.1 Die Ionenbindung	67
2.1.1 Allgemeines, Ionenkristalle	67
2.1.2 Ionenradien	71
2.1.3 Wichtige ionische Strukturen, Radienquotientenregel	74
2.1.4 Gitterenergie von Ionenkristallen	83
2.1.5 Born-Haber-Kreisprozeß	89
2.2 Die Atombindung	90
2.2.1 Allgemeines, Lewis-Formeln	91
2.2.2 Bindigkeit, angeregter Zustand	92
2.2.3 Dative Bindung, formale Ladung	95
2.2.4 Überlappung von Atomorbitalen, σ -Bindung	96
2.2.5 Hybridisierung	102
2.2.6 π -Bindung	111
2.2.7 Mesomerie	116
2.2.8 Polare Atombindung, Dipole	118
2.2.9 Die Elektronegativität	121

2.2.10	Atomkristalle, Molekülkristalle	125
2.2.11	Das Valenzschalen-Elektronenpaar-Abstoßungs-Modell	129
2.2.12	Molekülorbitaltheorie	134
2.3	Van der Waals-Kräfte	152
2.4	Der metallische Zustand	154
2.4.1	Eigenschaften von Metallen, Stellung im Periodensystem	154
2.4.2	Kristallstrukturen der Metalle	157
2.4.3	Atomradien von Metallen	163
2.4.4	Die metallische Bindung	164
2.4.4.1	Elektronengas	164
2.4.4.2	Energiebändermodell	166
2.4.4.3	Metalle, Isolatoren, Eigenhalbleiter	170
2.4.4.4	Dotierte Halbleiter (Störstellenhalbleiter)	172
2.4.5	Intermetallische Systeme	174
2.4.5.1	Schmelzdiagramme von Zweistoffsystemen	174
2.4.5.2	Häufige intermetallische Phasen	181
2.5	Vergleich der Bindungsarten	190
2.6	Die Wasserstoffbindung	191
2.7	Methoden zur Strukturaufklärung	196
2.7.1	Symmetrie	196
2.7.1.1	Molekülsymmetrie	196
2.7.1.2	Kristallsymmetrie	198
2.7.2	Röntgenbeugung	203
2.7.3	Schwingungsspektroskopie	209
2.7.4	Kernresonanzspektroskopie	218
3.	Die chemische Reaktion	
3.1	Stoffmenge, Konzentration, Anteil, Äquivalent	225
3.2	Ideale Gase	229
3.3	Zustandsdiagramme	234
3.4	Reaktionsenthalpie, Standardbildungsenthalpie	242
3.5	Das chemische Gleichgewicht	250
3.5.1	Allgemeines	250
3.5.2	Das Massenwirkungsgesetz (MWG)	252
3.5.3	Verschiebung der Gleichgewichtslage, Prinzip von Le Chatelier	256
3.5.4	Berechnung von Gleichgewichtskonstanten	261
3.6	Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	275
3.6.1	Allgemeines	275
3.6.2	Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	275
3.6.3	Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	279
3.6.4	Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht	282
3.6.5	Metastabile Systeme	284
3.6.6	Katalyse	285
3.7	Gleichgewichte von Salzen, Säuren und Basen	288
3.7.1	Lösungen, Elektrolyte	288
3.7.2	Leitfähigkeit, Aktivität	291
3.7.3	Löslichkeit, Löslichkeitsprodukt, Nernstsches Verteilungsgesetz	293
3.7.4	Säuren und Basen	297
3.7.5	pH-Wert, Ionenprodukt des Wassers	300
3.7.6	Säurestärke, pK_s -Wert, Berechnung des pH-Wertes von Säuren	301

3.7.7	Protolysegrad, Ostwaldsches Verdünnungsgesetz	305
3.7.8	pH-Wert-Berechnung von Basen	307
3.7.9	Reaktion von Säuren mit Basen	308
3.7.10	pH-Wert-Berechnung von Salzlösungen	310
3.7.11	Pufferlösungen	313
3.7.12	Säure-Base-Indikatoren	315
3.7.13	Säure-Base-Reaktionen in nichtwäßrigen Lösungsmitteln	317
3.7.14	Der Säure-Base-Begriff von Lewis	318
3.8	Redoxvorgänge	319
3.8.1	Oxidationszahl	319
3.8.2	Oxidation, Reduktion	321
3.8.3	Aufstellen von Redoxgleichungen	324
3.8.4	Galvanische Elemente	325
3.8.5	Berechnung von Redoxpotentialen: Nernstsche Gleichung	327
3.8.6	Konzentrationsketten, Elektroden zweiter Art	328
3.8.7	Die Standardwasserstoffelektrode	330
3.8.8	Die elektrochemische Spannungsreihe	332
3.8.9	Gleichgewichtslage bei Redoxprozessen	339
3.8.10	Die Elektrolyse	340

4. Die Elemente der Hauptgruppen

4.1	Häufigkeit der Elemente in der Erdkruste	349
4.2	Wasserstoff	350
4.2.1	Allgemeine Eigenschaften	350
4.2.2	Vorkommen und Darstellung	350
4.2.3	Physikalische und chemische Eigenschaften	353
4.2.4	Wasserstoffisotope	355
4.2.5	Ortho- und Parawasserstoff	356
4.2.6	Wasserstoffverbindungen	357
4.3	Die Edelgase	360
4.3.1	Gruppeneigenschaften	360
4.3.2	Vorkommen, Gewinnung, Verwendung	361
4.3.3	Edelgasverbindungen	362
4.3.3.1	Edelgashalogenide	362
4.3.3.2	Oxide, Oxidfluoride und Oxosalze des Xenons	364
4.3.3.3	Struktur und Bindung	365
4.4	Die Halogene	367
4.4.1	Gruppeneigenschaften	367
4.4.2	Vorkommen	368
4.4.3	Die Elemente	369
4.4.3.1	Physikalische Eigenschaften, Struktur	369
4.4.3.2	Chemisches Verhalten	371
4.4.3.3	Darstellung, Verwendung	372
4.4.4	Interhalogenverbindungen	374
4.4.5	Polyhalogenidionen	376
4.4.6	Halogenide	377
4.4.7	Sauerstoffsäuren der Halogene	380
4.4.8	Oxide der Halogene	385
4.4.9	Sauerstofffluoride	388
4.4.10	Pseudohalogene	389

4.5 Die Chalkogene	390
4.5.1 Gruppeneigenschaften	390
4.5.2 Vorkommen	391
4.5.3 Die Elemente	391
4.5.3.1 Sauerstoff	391
4.5.3.2 Schwefel	397
4.5.3.3 Selen, Tellur, Polonium	400
4.5.3.4 Positive Chalkogenionen	402
4.5.4 Sauerstoffverbindungen	402
4.5.5 Wasserstoffverbindungen von Schwefel, Selen und Tellur	407
4.5.6 Oxide des Schwefels	409
4.5.7 Sauerstoffsäuren des Schwefels	413
4.5.8 Oxide und Sauerstoffsäuren von Selen und Tellur	420
4.5.9 Halogenverbindungen	422
4.6 Die Elemente der 5. Hauptgruppe	425
4.6.1 Gruppeneigenschaften	425
4.6.2 Vorkommen	426
4.6.3 Die Elemente	427
4.6.3.1 Stickstoff	427
4.6.3.2 Phosphor	428
4.6.3.3 Arsen	430
4.6.3.4 Antimon	432
4.6.3.5 Bismut	432
4.6.4 Wasserstoffverbindungen des Stickstoffs	433
4.6.5 Hydride des Phosphors, Arsens, Antimons und Bismuts	438
4.6.6 Oxide des Stickstoffs	439
4.6.7 Sauerstoffsäuren des Stickstoffs	444
4.6.8 Halogenverbindungen des Stickstoffs	448
4.6.9 Schwefelverbindungen des Stickstoffs	449
4.6.10 Oxide des Phosphors	450
4.6.11 Sauerstoffsäuren des Phosphors	452
4.6.12 Halogenverbindungen des Phosphors	460
4.6.13 Schwefel-Phosphor-Verbindungen	462
4.6.14 Phosphor-Stickstoff-Verbindungen	463
4.6.15 Verbindungen des Arsens	464
4.6.15.1 Sauerstoffverbindungen des Arsens	464
4.6.15.2 Schwefelverbindungen des Arsens	465
4.6.15.3 Halogenverbindungen von Arsen	466
4.6.16 Verbindungen des Antimons	467
4.6.16.1 Sauerstoffverbindungen des Antimons	467
4.6.16.2 Schwefelverbindungen des Antimons	467
4.6.17 Verbindungen des Bismuts	468
4.6.17.1 Sauerstoffverbindungen des Bismuts	468
4.6.17.2 Halogenverbindungen des Bismuts	469
4.6.17.3 Bismutsulfide	469
4.7 Die Elemente der 4. Hauptgruppe	470
4.7.1 Gruppeneigenschaften	470
4.7.2 Vorkommen	471
4.7.3 Die Elemente	472
4.7.3.1 Kohlenstoff	472
4.7.3.2 Silicium, Germanium, Zinn, Blei	475

4.7.4	Graphitverbindungen	478
4.7.5	Carbide	479
4.7.6	Sauerstoffverbindungen des Kohlenstoffs	481
4.7.6.1	Oxide des Kohlenstoffs	481
4.7.6.2	Kohlensäure und Carbonate	484
4.7.7	Stickstoffverbindungen des Kohlenstoffs	486
4.7.8	Halogen- und Schwefelverbindungen des Kohlenstoffs	487
4.7.9	Wasserstoffverbindungen des Siliciums	487
4.7.10	Sauerstoffverbindungen von Silicium	488
4.7.10.1	Oxide des Siliciums	488
4.7.10.2	Kieselsäuren, Silicate	490
4.7.10.3	Technische Produkte	497
4.7.11	Halogenverbindungen und Schwefelverbindungen des Siliciums	500
4.7.12	Germaniumverbindungen	502
4.7.13	Zinnverbindungen	503
4.7.13.1	Zinn(IV)-Verbindungen	503
4.7.13.2	Zinn(II)-Verbindungen	504
4.7.14	Bleiverbindungen	505
4.7.14.1	Blei(II)-Verbindungen	505
4.7.14.2	Blei(IV)-Verbindungen	506
4.8	Die Elemente der 3. Hauptgruppe	508
4.8.1	Gruppeneigenschaften	508
4.8.2	Vorkommen	509
4.8.3	Die Elemente	510
4.8.3.1	Modifikationen, chemisches Verhalten	510
4.8.3.2	Darstellung und Verwendung	515
4.8.4	Verbindungen des Bors	518
4.8.4.1	Metallboride, Borcarbide	520
4.8.4.2	Wasserstoffverbindungen des Bors (Borane)	524
4.8.4.3	Carbaborane	528
4.8.4.4	Sauerstoffverbindungen des Bors	529
4.8.4.5	Halogenverbindungen des Bors	533
4.8.4.6	Stickstoffverbindungen des Bors	535
4.8.5	Aluminiumverbindungen	537
4.8.5.1	Wasserstoffverbindungen des Aluminiums	537
4.8.5.2	Sauerstoffverbindungen des Aluminiums	539
4.8.5.3	Halogenverbindungen des Aluminiums	541
4.8.5.4	Aluminiumsalze	543
4.8.6	Galliumverbindungen	543
4.8.7	Indiumverbindungen	544
4.8.8	Thaliumverbindungen	545
4.9	Die Erdalkalimetalle	546
4.9.1	Gruppeneigenschaften	546
4.9.2	Vorkommen	547
4.9.3	Die Elemente	548
4.9.3.1	Physikalische und chemische Eigenschaften	548
4.9.3.2	Darstellung und Verwendung	549
4.9.4	Berylliumverbindungen	551
4.9.5	Magnesiumverbindungen	553
4.9.6	Calciumverbindungen	556
4.9.7	Bariumverbindungen	560

4.10	Die Alkalimetalle.....	561
4.10.1	Gruppeneigenschaften.....	561
4.10.2	Vorkommen.....	562
4.10.3	Die Elemente.....	563
4.10.3.1	Physikalische und chemische Eigenschaften.....	563
4.10.3.2	Darstellung und Verwendung.....	564
4.10.4	Verbindungen der Alkalimetalle.....	565
4.10.4.1	Hydride.....	565
4.10.4.2	Sauerstoffverbindungen.....	566
4.10.4.3	Hydroxide.....	569
4.10.4.4	Halogenide.....	570
4.10.4.5	Salze von Oxosäuren.....	572
5.	Die Elemente der Nebengruppen	
5.1	Magnetochemie.....	577
5.1.1	Materie im Magnetfeld.....	577
5.1.2	Magnetisches Moment, Bohrsches Magneton.....	579
5.1.3	Elektronenzustände in freien Atomen und Ionen, Russel-Saunders-Terme.....	580
5.1.4	Diagnetismus.....	583
5.1.5	Paramagnetismus.....	583
5.1.6	Spinordnung, Spontane Magnetisierung.....	587
5.2	Mößbauerspektroskopie.....	592
5.3	Neutronenbeugung.....	595
5.4	Komplexverbindungen.....	597
5.4.1	Aufbau und Eigenschaften von Komplexen.....	597
5.4.2	Nomenklatur von Komplexverbindungen.....	599
5.4.3	Räumlicher Bau von Komplexen, Isomerie.....	600
5.4.4	Stabilität und Reaktivität von Komplexen.....	604
5.4.5	Die Valenzbindungstheorie von Komplexen.....	606
5.4.6	Die Ligandenfeldtheorie.....	607
5.4.6.1	Oktaedrische Komplexe.....	607
5.4.6.2	Tetraedrische Komplexe.....	617
5.4.6.3	Quadratisch-planare Komplexe.....	619
5.4.6.4	Termdiagramme, Elektronenspektren.....	620
5.4.7	Molekülorbitaltheorie von Komplexen.....	624
5.5	Metallcarbonyle.....	628
5.5.1	Bindung.....	629
5.5.2	Strukturen.....	630
5.5.3	Darstellung.....	634
5.5.4	Carbonylmetallat-Anionen, Metallcarbonylhydride.....	634
5.5.5	Metallcarbonylhalogenide.....	636
5.5.6	Nitrosylcarbonyle.....	636
5.6	π -Komplexe mit organischen Liganden.....	637
5.6.1	Aromatenkomplexe.....	637
5.6.2	Alkenkomplexe, Alkinkomplexe.....	638
5.7	Fehlordnung.....	638
5.7.1	Kongrenzen.....	639
5.7.2	Versetzungen.....	639
5.7.3	Punktfehlordnung.....	640

5.7.3.1	Eigenfehlordnung in stöchiometrischen binären Ionenkristallen	641
5.7.3.2	Fehlordnung in nichtstöchiometrischen Verbindungen	643
5.7.4	Spezifische Defektstrukturen	644
5.8	Die 1. Nebengruppe	648
5.8.1	Gruppeneigenschaften	648
5.8.2	Die Elemente	648
5.8.3	Vorkommen	649
5.8.4	Darstellung	650
5.8.5	Verwendung	651
5.8.6	Kupferverbindungen	652
5.8.6.1	Kupfer(I)-Verbindungen (d^{10})	652
5.8.6.2	Kupfer(II)-Verbindungen (d^9)	654
5.8.6.3	Kupfer(III)-Verbindungen (d^8), Kupfer(IV)-Verbindungen (d^7)	656
5.8.7	Silberverbindungen	657
5.8.7.1	Silber(I)-Verbindungen (d^{10})	657
5.8.7.2	Silber(II)-Verbindungen (d^9)	659
5.8.7.3	Silber(III)-Verbindungen (d^8), Silber(IV)-Verbindungen (d^7)	659
5.8.8	Goldverbindungen	659
5.8.8.1	Gold(I)-Verbindungen (d^{10})	660
5.8.8.2	Gold(III)-Verbindungen (d^8)	660
5.8.8.3	Gold(V)-Verbindungen (d^6)	661
5.9	Die 2. Nebengruppe	662
5.9.1	Gruppeneigenschaften	662
5.9.2	Die Elemente	663
5.9.3	Vorkommen	664
5.9.4	Darstellung	664
5.9.5	Verwendung	665
5.9.6	Zinkverbindungen (d^{10})	665
5.9.7	Cadmiumverbindungen (d^{10})	667
5.9.8	Quecksilberverbindungen	667
5.9.8.1	Quecksilber(I)-Verbindungen	667
5.9.8.2	Quecksilber(II)-Verbindungen	669
5.10	Die 3. Nebengruppe	672
5.10.1	Gruppeneigenschaften	672
5.10.2	Die Elemente	673
5.10.3	Vorkommen	673
5.10.4	Darstellung und Verwendung	673
5.10.5	Scandiumverbindungen	674
5.10.6	Yttriumverbindungen	674
5.10.7	Lanthanverbindungen	674
5.11	Die Lanthanoide	675
5.11.1	Gruppeneigenschaften	675
5.11.2	Verbindungen mit der Oxidationszahl +3	679
5.11.3	Verbindungen mit den Oxidationszahlen +2 und +4	680
5.11.4	Vorkommen	683
5.11.5	Darstellung, Verwendung	683
5.12	Die Elemente der 4. Nebengruppe	685
5.12.1	Gruppeneigenschaften	685
5.12.2	Die Elemente	686
5.12.3	Vorkommen	687
5.12.4	Darstellung	687

5.12.5	Verwendung	688
5.12.6	Verbindungen des Titans	689
5.12.6.1	Sauerstoffverbindungen des Titans	689
5.12.6.2	Halogenverbindungen des Titans	691
5.12.6.3	Schwefelverbindungen des Titans	692
5.12.6.4	Titannitrid TiN	692
5.12.6.5	Titancarbid TiC	692
5.12.7	Verbindungen des Zirkoniums und Hafniums	693
5.13	Die Elemente der 5. Nebengruppe	694
5.13.1	Gruppeneigenschaften	694
5.13.2	Die Elemente	695
5.13.3	Vorkommen	695
5.13.4	Darstellung	695
5.13.5	Verwendung	696
5.13.6	Verbindungen des Vanadiums	697
5.13.6.1	Sauerstoffverbindungen	697
5.13.6.2	Halogenide	699
5.13.7	Verbindungen des Niobs und Tantals	700
5.13.7.1	Sauerstoffverbindungen	700
5.13.7.2	Halogenverbindungen	701
5.14	Die 6. Nebengruppe	704
5.14.1	Gruppeneigenschaften	704
5.14.2	Die Elemente	705
5.14.3	Vorkommen	705
5.14.4	Darstellung, Verwendung	705
5.14.5	Verbindungen des Chroms	707
5.14.5.1	Chrom(VI)-Verbindungen (d^0)	707
5.14.5.2	Chrom(V)-Verbindungen (d^1)	710
5.14.5.3	Chrom(IV)-Verbindungen (d^2)	710
5.14.5.4	Chrom(III)-Verbindungen (d^3)	710
5.14.5.5	Chrom(II)-Verbindungen (d^4)	712
5.14.6	Verbindungen des Molybdäns und Wolframs	715
5.14.6.1	Oxide	715
5.14.6.2	Isopolymolybdate, Isopolywolframate	716
5.14.6.3	Heteropolyanionen	717
5.14.6.4	Bronzen	719
5.14.6.5	Halogenide	720
5.15	Die 7. Nebengruppe	722
5.15.1	Gruppeneigenschaften	722
5.15.2	Die Elemente	723
5.15.3	Vorkommen	723
5.15.4	Darstellung, Verwendung	723
5.15.5	Verbindungen des Mangans	724
5.15.5.1	Mangan(II)-Verbindungen (d^5)	724
5.15.5.2	Mangan(III)-Verbindungen (d^4)	726
5.15.5.3	Mangan(IV)-Verbindungen (d^3)	727
5.15.5.4	Mangan(V)-Verbindungen (d^2)	727
5.15.5.5	Mangan(VI)-Verbindungen (d^1)	728
5.15.6	Verbindungen des Rheniums	729
5.15.6.1	Sauerstoffverbindungen	729
5.15.6.2	Sulfide	730

5.25.6.3 Halogenverbindungen	730
5.15.6.4 Hydride	732
5.16 Die 8. Nebengruppe: die Eisengruppe	733
5.16.1 Gruppeneigenschaften	733
5.16.2 Die Elemente	734
5.16.3 Vorkommen	735
5.16.4 Darstellung, Verwendung	736
5.16.4.1 Darstellung von metallischem Eisen	736
5.16.4.2 Herstellung von Nickel und Cobalt	741
5.16.5 Verbindungen des Eisens	744
5.16.5.1 Eisen(II)- und Eisen(III)-Verbindungen (d^6 , d^5)	744
5.16.5.2 Eisen(IV)-, Eisen(V) und Eisen(VI)-Verbindungen (d^4 , d^3 , d^2)	752
5.16.6 Verbindungen des Cobalts	752
5.16.6.1 Cobalt(II)- und Cobalt(III)-Verbindungen (d^7 , d^8)	752
5.16.6.2 Cobalt(IV)- und Cobalt(V)-Verbindungen (d^5 , d^4)	756
5.16.7 Verbindungen des Nickels	756
5.16.7.1 Nickel(II)-Verbindungen (d^8)	756
5.16.7.2 Nickel(III)- und Nickel(IV)-Verbindungen (d^7 , d^6)	760
5.17 Die 8. Nebengruppe: die Gruppe der Platinmetalle	761
5.17.1 Gruppeneigenschaften	761
5.17.2 Die Elemente	762
5.17.3 Vorkommen	763
5.17.4 Darstellung, Verwendung	763
5.17.5 Verbindungen der Metalle der Osmiumgruppe	764
5.17.6 Verbindungen der Metalle der Iridiumgruppe	767
5.17.7 Verbindungen der Metalle der Platingruppe	770
5.18 Die Actinoide	775
5.18.1 Gruppeneigenschaften	776
5.18.2 Verbindungen des Urans	779
 Anhang 1	
Einheiten · Konstanten · Umrechnungsfaktoren	781
 Anhang 2	
Relative Atommassen · Elektronenkonfigurationen	786
 Anhang 3	
Herkunft der Elementnamen · Nobelpreise	792
 Sachregister	799
Formelregister	839