

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	10
1.3 Kernreaktionen	12
1.3.1 Radioaktivität	12
1.3.2 Künstliche Nuklide	20
1.3.3 Kernspaltung, Kernfusion	22
1.3.4 Kosmische Elementhäufigkeit, Elemententstehung	26
1.4 Die Struktur der Elektronenhülle	29
1.4.1 Bohr'sches Modell des Wasserstoffatoms	29
1.4.2 Die Deutung des Spektrums der Wasserstoffatome mit der Bohr'schen Theorie	33
1.4.3 Die Unbestimmtheitsbeziehung	39
1.4.4 Der Wellencharakter von Elektronen	41
1.4.5 Atomorbitale und Quantenzahlen des Wasserstoffatoms	42
1.4.6 Die Wellenfunktion, Eigenfunktionen des Wasserstoffatoms	48
1.4.7 Aufbau und Elektronenkonfiguration von Mehrelektronen-Atomen ..	56
1.4.8 Das Periodensystem der Elemente (PSE)	61
1.4.9 Ionisierungsenergie, Elektronenaffinität, Röntgenspektren	66

2 Die chemische Bindung

2.1 Die Ionenbindung	73
2.1.1 Allgemeines, Ionenkristalle	73
2.1.2 Ionenradien	77
2.1.3 Wichtige ionische Strukturen, Radienquotientenregel	80
2.1.4 Gitterenergie von Ionenkristallen	89
2.1.5 Born-Haber-Kreisprozess	95
2.2 Die Atombindung	97
2.2.1 Allgemeines, Lewis-Formeln	97
2.2.2 Bindigkeit, angeregter Zustand	98
2.2.3 Dative Bindung, formale Ladung	102
2.2.4 Das Valenzschalen-Elektronenpaar-Abstoßungs-Modell	103
2.2.5 Valenzbindungstheorie	108
2.2.6 Hybridisierung	115
2.2.7 π -Bindung	123
2.2.8 Mesomerie	129
2.2.9 Polare Atombindung, Dipole	132

2.2.10 Die Elektronegativität	134
2.2.11 Atomkristalle, Molekülkristalle	139
2.2.12 Molekülorbitaltheorie	144
2.3 van-der-Waals-Kräfte	169
2.4 Der metallische Zustand	172
2.4.1 Eigenschaften von Metallen, Stellung im Periodensystem	172
2.4.2 Kristallstrukturen der Metalle	175
2.4.3 Atomradien von Metallen	181
2.4.4 Die metallische Bindung	182
2.4.4.1 Elektronengas	182
2.4.4.2 Energiebndermodell	184
2.4.4.3 Metalle, Isolatoren, Eigenhalbleiter	188
2.4.4.4 Dotierte Halbleiter (Strstellenhalbleiter)	190
2.4.5 Metallcluster, Clustermetalle	192
2.4.6 Intermetallische Systeme	194
2.4.6.1 Schmelzdiagramme von Zweistoffsystemen	195
2.4.6.2 Häufige intermetallische Phasen	202
2.5 Vergleich der Bindungsarten	212
2.6 Die Wasserstoffbindung	212
2.7 Fehlordnung	218
2.7.1 Korngrenzen	218
2.7.2 Versetzungen	218
2.7.3 Punktfehlordnung	220
2.7.3.1 Eigenfehlordnung in stöchiometrischen binären Ionenkristallen	220
2.7.3.2 Fehlordnung in nichtstöchiometrischen Verbindungen	222
2.7.4 Spezifische Defektstrukturen	224
2.7.5 Elektrische Eigenschaften von Defektstrukturen	227
2.7.5.1 Ionenleiter	227
2.7.5.2 Hopping-Halbleiter	229
2.7.5.3 Hochtemperatursupraleiter	231
2.7.6 Nanotechnologie	232
2.8 Methoden zur Strukturaufklärung	238
2.8.1 Symmetrie	238
2.8.1.1 Molekülsymmetrie	238
2.8.1.2 Kristallsymmetrie	240
2.8.2 Röntgenbeugung	246
2.8.3 Schwingungsspektroskopie	252
2.8.4 Kernresonanzspektroskopie	261
2.8.5 Photoelektronenspektroskopie	266

3 Die chemische Reaktion

3.1 Stoffmenge, Konzentration, Anteil, quivalent	271
3.2 Ideale Gase	275
3.3 Zustandsdiagramme	280
3.4 Reaktionsenthalpie, Standardbildungsenthalpie	288
3.5 Das chemische Gleichgewicht	296
3.5.1 Allgemeines	296
3.5.2 Das Massenwirkungsgesetz (MWG)	298
3.5.3 Verschiebung der Gleichgewichtslage, Prinzip von Le Chatelier	302
3.5.4 Berechnung von Gleichgewichtskonstanten	307

3.6	Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	321
3.6.1	Allgemeines	321
3.6.2	Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	321
3.6.3	Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	325
3.6.4	Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht	329
3.6.5	Metastabile Systeme	330
3.6.6	Katalyse	332
3.7	Gleichgewichte von Salzen, Säuren und Basen	336
3.7.1	Lösungen, Elektrolyte	336
3.7.2	Leitfähigkeit, Aktivität	338
3.7.3	Löslichkeit, Löslichkeitsprodukt, Nernst'sches Verteilungsgesetz	341
3.7.4	Säuren und Basen	345
3.7.5	pH-Wert, Ionenprodukt des Wassers	348
3.7.6	Säurestärke, pK_S -Wert, Berechnung des pH-Wertes von Säuren	349
3.7.7	Protolysegrad, Ostwald'sches Verdünnungsgesetz	353
3.7.8	pH-Wert-Berechnung von Basen	355
3.7.9	Reaktion von Säuren mit Basen	357
3.7.10	pH-Wert-Berechnung von Salzlösungen	358
3.7.11	Pufferlösungen	361
3.7.12	Säure-Base-Indikatoren und -Titrationen	363
3.7.13	Säure-Base-Reaktionen in nichtwässrigen Lösungsmitteln	367
3.7.14	Der Säure-Base-Begriff von Lewis	367
3.8	Redoxvorgänge	370
3.8.1	Oxidationszahl	370
3.8.2	Oxidation, Reduktion	372
3.8.3	Aufstellen von Redoxgleichungen	375
3.8.4	Galvanische Elemente	376
3.8.5	Berechnung von Redoxpotentialen: Nernst'sche Gleichung	378
3.8.6	Konzentrationsketten, Elektroden zweiter Art	379
3.8.7	Die Standardwasserstoffelektrode	382
3.8.8	Die elektrochemische Spannungsreihe	384
3.8.9	Gleichgewichtslage bei Redoxprozessen	390
3.8.10	Die Elektrolyse	391
3.8.11	Elektrochemische Stromquellen	399
4	Die Elemente der Hauptgruppen	
4.1	Häufigkeit der Elemente in der Erdkruste	407
4.2	Wasserstoff	408
4.2.1	Allgemeine Eigenschaften	408
4.2.2	Vorkommen und Darstellung	408
4.2.3	Physikalische und chemische Eigenschaften	411
4.2.4	Wasserstoffisotope	413
4.2.5	Ortho- und Parawasserstoff	414
4.2.6	Wasserstoffverbindungen	415
4.2.7	Wasserstoff als Energieträger	419
4.3	Gruppe 18 (Edelgase)	420
4.3.1	Gruppeneigenschaften	420
4.3.2	Vorkommen, Gewinnung, Verwendung	422
4.3.3	Edelgasverbindungen	423
4.3.3.1	Edelgashalogenide	423
4.3.3.2	Oxide, Oxidfluoride und Oxosalze des Xenons	425

4.3.3.3 Verbindungen mit Xe—O-, Xe—N-, Xe—C-, Xe—S-, Xe—Xe-, Xe—Au-, Kr—O-, Kr—N-, und Kr—C-Bindungen	427
4.3.3.4 Struktur und Bindung	428
4.4 Gruppe 17 (Halogene)	431
4.4.1 Gruppeneigenschaften	431
4.4.2 Vorkommen	432
4.4.3 Die Elemente	433
4.4.3.1 Physikalische Eigenschaften, Struktur	433
4.4.3.2 Chemisches Verhalten	435
4.4.3.3 Darstellung, Verwendung	436
4.4.4 Interhalogenverbindungen	439
4.4.5 Polyhalogenidionen	441
4.4.6 Halogenide	442
4.4.7 Sauerstoffsäuren der Halogene	447
4.4.8 Oxide der Halogene	452
4.4.9 Sauerstofffluoride	455
4.4.10 Pseudohalogene	457
4.5 Gruppe 16 (Chalkogene)	457
4.5.1 Gruppeneigenschaften	457
4.5.2 Vorkommen	458
4.5.3 Die Elemente	459
4.5.3.1 Sauerstoff	459
4.5.3.2 Schwefel	464
4.5.3.3 Selen, Tellur, Polonium	468
4.5.3.4 Positive Chalkogenionen	470
4.5.4 Sauerstoffverbindungen	470
4.5.5 Wasserstoffverbindungen von Schwefel, Selen und Tellur	476
4.5.6 Oxide des Schwefels	479
4.5.7 Sauerstoffsäuren des Schwefels	483
4.5.8 Oxide und Sauerstoffsäuren von Selen und Tellur	491
4.5.9 Halogenverbindungen	493
4.6 Gruppe 15	496
4.6.1 Gruppeneigenschaften	496
4.6.2 Vorkommen	497
4.6.3 Die Elemente	498
4.6.3.1 Stickstoff	498
4.6.3.2 Phosphor	500
4.6.3.3 Arsen	504
4.6.3.4 Antimon	505
4.6.3.5 Bismut	506
4.6.4 Wasserstoffverbindungen des Stickstoffs	507
4.6.5 Hydride des Phosphors, Arsens, Antimons und Bismuts	514
4.6.6 Oxide des Stickstoffs	515
4.6.7 Sauerstoffsäuren des Stickstoffs	522
4.6.8 Halogenverbindungen des Stickstoffs	527
4.6.9 Schwefelverbindungen des Stickstoffs	529
4.6.10 Oxide des Phosphors	530
4.6.11 Sauerstoffsäuren des Phosphors	532
4.6.12 Halogenverbindungen des Phosphors	541
4.6.13 Schwefel-Phosphor-Verbindungen	543
4.6.14 Phosphor-Stickstoff-Verbindungen	544

4.6.15 Verbindungen des Arsens	546
4.6.15.1 Sauerstoffverbindungen des Arsens	546
4.6.15.2 Schwefelverbindungen des Arsens	547
4.6.15.3 Halogenverbindungen von Arsen	548
4.6.16 Verbindungen des Antimons	549
4.6.16.1 Sauerstoffverbindungen des Antimons	549
4.6.16.2 Schwefelverbindungen des Antimons	549
4.6.16.3 Halogenverbindungen des Antimons	550
4.6.17 Verbindungen des Bismuts	550
4.6.17.1 Sauerstoffverbindungen des Bismuts	550
4.6.17.2 Halogenverbindungen des Bismuts	551
4.6.17.3 Bismutsulfide	551
4.7 Gruppe 14	552
4.7.1 Gruppeneigenschaften	552
4.7.2 Vorkommen	553
4.7.3 Die Elemente	554
4.7.3.1 Kohlenstoff	554
4.7.3.2 Silicium, Germanium, Zinn, Blei	561
4.7.4 Graphitverbindungen, Fullerenverbindungen	564
4.7.5 Carbide	567
4.7.6 Sauerstoffverbindungen des Kohlenstoffs	570
4.7.6.1 Oxide des Kohlenstoffs	570
4.7.6.2 Kohlensäure und Carbonate	573
4.7.7 Stickstoffverbindungen des Kohlenstoffs	576
4.7.8 Halogen- und Schwefelverbindungen des Kohlenstoffs	577
4.7.9 Wasserstoffverbindungen des Siliciums	578
4.7.10 Sauerstoffverbindungen von Silicium	578
4.7.10.1 Oxide des Siliciums	578
4.7.10.2 Kieselensäuren, Silicate	581
4.7.10.3 Technische Produkte	589
4.7.11 Stickstoffverbindungen des Siliciums	594
4.7.12 Halogenverbindungen und Schwefelverbindungen des Siliciums	594
4.7.13 Germaniumverbindungen	596
4.7.14 Zinnverbindungen	596
4.7.14.1 Zinn(IV)-Verbindungen	596
4.7.14.2 Zinn(II)-Verbindungen	598
4.7.15 Bleiverbindungen	599
4.7.15.1 Blei(II)-Verbindungen	599
4.7.15.2 Blei(IV)-Verbindungen	600
4.8 Gruppe 13	602
4.8.1 Gruppeneigenschaften	602
4.8.2 Vorkommen	604
4.8.3 Die Elemente	604
4.8.3.1 Modifikationen, chemisches Verhalten	605
4.8.3.2 Darstellung und Verwendung	610
4.8.4 Verbindungen des Bors	613
4.8.4.1 Metallboride, Borcarbide	615
4.8.4.2 Wasserstoffverbindungen des Bors (Borane)	619
4.8.4.3 Carbaborane (Carborane)	625
4.8.4.4 Sauerstoffverbindungen des Bors	627
4.8.4.5 Halogenverbindungen des Bors	630
4.8.4.6 Stickstoffverbindungen des Bors	632

4.8.5	Aluminiumverbindungen	634
4.8.5.1	Wasserstoffverbindungen des Aluminiums	635
4.8.5.2	Sauerstoffverbindungen des Aluminiums	636
4.8.5.3	Halogenverbindungen des Aluminiums	638
4.8.5.4	Aluminiumsalze	640
4.8.6	Galliumverbindungen	641
4.8.7	Indiumverbindungen	642
4.8.8	Thalliumverbindungen	642
4.9	Gruppe 2 (Erdalkalimetalle)	643
4.9.1	Gruppeneigenschaften	643
4.9.2	Vorkommen	644
4.9.3	Die Elemente	645
4.9.3.1	Physikalische und chemische Eigenschaften	645
4.9.3.2	Darstellung und Verwendung	646
4.9.4	Berylliumverbindungen	648
4.9.5	Magnesiumverbindungen	650
4.9.6	Calciumverbindungen	653
4.9.7	Bariumverbindungen	658
4.10	Gruppe 1 (Alkalimetalle)	659
4.10.1	Gruppeneigenschaften	659
4.10.2	Vorkommen	660
4.10.3	Die Elemente	661
4.10.3.1	Physikalische und chemische Eigenschaften	661
4.10.3.2	Darstellung und Verwendung	662
4.10.4	Verbindungen der Alkalimetalle	663
4.10.4.1	Hydride	663
4.10.4.2	Sauerstoffverbindungen	664
4.10.4.3	Hydroxide	667
4.10.4.4	Halogenide	668
4.10.4.5	Salze von Oxosäuren	670
4.11	Umweltprobleme	673
4.11.1	Globale Umweltprobleme	675
4.11.1.1	Die Ozonschicht	675
4.11.1.2	Der Treibhauseffekt	683
4.11.1.3	Rohstoffe	692
4.11.2	Regionale Umweltprobleme	693
4.11.2.1	Luft	693
4.11.2.2	Wasser	702
4.11.2.3	Wald	705
4.11.2.4	Baudenkmäler	706

5 Die Elemente der Nebengruppen

5.1	Magnetochemie	707
5.1.1	Materie im Magnetfeld	707
5.1.2	Magnetisches Moment, Bohr'sches Magneton	709
5.1.3	Elektronenzustände in freien Atomen und Ionen, Russell-Saunders-Terme	710
5.1.4	Diamagnetismus	713
5.1.5	Paramagnetismus	713
5.1.6	Spinordnung, spontane Magnetisierung	717

5.2	Mößbauer-Spektroskopie	723
5.3	Neutronenbeugung	727
5.4	Komplexverbindungen	729
5.4.1	Aufbau und Eigenschaften von Komplexen	729
5.4.2	Nomenklatur von Komplexverbindungen	731
5.4.3	Räumlicher Bau von Komplexen, Isomerie	733
5.4.4	Stabilität und Reaktivität von Komplexen	736
5.4.5	Die Valenzbindungstheorie von Komplexen	739
5.4.6	Die Ligandenfeldtheorie	740
5.4.6.1	Oktaedrische Komplexe	741
5.4.6.2	Tetraedrische Komplexe	751
5.4.6.3	Quadratisch-planare Komplexe	752
5.4.6.4	Termdiagramme, Elektronenspektren	753
5.4.7	Molekülorbitaltheorie von Komplexen	758
5.4.8	Charge-Transfer-Spektren	762
5.5	Metallcarbonyle	763
5.5.1	Bindung	764
5.5.2	Strukturen	765
5.5.3	Darstellung	769
5.5.4	Carbonylmetallat-Anionen, Metallcarbonylhydride	769
5.5.5	Metallcarbonylhalogenide	771
5.5.6	Nitrosylcarbonyle	771
5.6	π -Komplexe mit organischen Liganden	772
5.6.1	Aromatenkomplexe	772
5.6.2	Alkenkomplexe, Alkinkomplexe	773
5.7	Gruppe 11	774
5.7.1	Gruppeneigenschaften	774
5.7.2	Die Elemente	775
5.7.3	Vorkommen	776
5.7.4	Darstellung	776
5.7.5	Verwendung	778
5.7.6	Kupferverbindungen	779
5.7.6.1	Kupfer(I)-Verbindungen (d^{10})	779
5.7.6.2	Kupfer(II)-Verbindungen (d^9)	781
5.7.6.3	Kupfer(III)-Verbindungen (d^8), Kupfer(IV)-Verbindungen (d^7)	783
5.7.7	Silberverbindungen	783
5.7.7.1	Silber(I)-Verbindungen (d^{10})	783
5.7.7.2	Silber(II)-Verbindungen (d^9)	785
5.7.7.3	Silber(III)-Verbindungen (d^8)	786
5.7.8	Goldverbindungen	787
5.7.8.1	Gold(I)-Verbindungen (d^{10})	787
5.7.8.2	Gold(III)-Verbindungen (d^8)	788
5.7.8.3	Gold(V)-Verbindungen (d^6)	789
5.8	Gruppe 12	790
5.8.1	Gruppeneigenschaften	790
5.8.2	Die Elemente	791
5.8.3	Vorkommen	792
5.8.4	Darstellung	792
5.8.5	Verwendung	793
5.8.6	Zinkverbindungen (d^{10})	794
5.8.7	Cadmiumverbindungen (d^{10})	795

5.8.8	Quecksilberverbindungen	796
5.8.8.1	Quecksilber(I)-Verbindungen ($d^{10}s^1$)	796
5.8.8.2	Quecksilber(II)-Verbindungen (d^{10})	797
5.9	Gruppe 3	801
5.9.1	Gruppeneigenschaften	801
5.9.2	Die Elemente	801
5.9.3	Vorkommen	802
5.9.4	Darstellung und Verwendung	802
5.9.5	Scandiumverbindungen	802
5.9.6	Yttriumverbindungen	803
5.9.7	Lanthanverbindungen	803
5.10	Die Lanthanoide	803
5.10.1	Gruppeneigenschaften	803
5.10.2	Verbindungen mit der Oxidationszahl +3	807
5.10.3	Verbindungen mit den Oxidationszahlen +2 und +4	809
5.10.4	Vorkommen	812
5.10.5	Darstellung, Verwendung	813
5.10.6	Elektrische Lichtquellen, Leuchtstoffe	814
5.11	Gruppe 4	816
5.11.1	Gruppeneigenschaften	816
5.11.2	Die Elemente	817
5.11.3	Vorkommen	818
5.11.4	Darstellung	818
5.11.5	Verwendung	820
5.11.6	Verbindungen des Titans	820
5.11.6.1	Sauerstoffverbindungen des Titans	820
5.11.6.2	Halogenverbindungen des Titans	823
5.11.6.3	Schwefelverbindungen des Titans	824
5.11.6.4	Titannitrid TiN	824
5.11.6.5	Titancarbid TiC	824
5.11.7	Verbindungen des Zirkoniums und Hafniums	824
5.12	Gruppe 5	826
5.12.1	Gruppeneigenschaften	826
5.12.2	Die Elemente	827
5.12.3	Vorkommen	827
5.12.4	Darstellung	827
5.12.5	Verwendung	828
5.12.6	Verbindungen des Vanadiums	829
5.12.6.1	Sauerstoffverbindungen	829
5.12.6.2	Halogenide	831
5.12.7	Verbindungen des Niobs und Tantals	832
5.12.7.1	Sauerstoffverbindungen	832
5.12.7.2	Halogenverbindungen	834
5.13	Gruppe 6	836
5.13.1	Gruppeneigenschaften	836
5.13.2	Die Elemente	836
5.13.3	Vorkommen	837
5.13.4	Darstellung, Verwendung	837
5.13.5	Verbindungen des Chroms	839
5.13.5.1	Chrom(VI)-Verbindungen (d^0)	839
5.13.5.2	Chrom(V)-Verbindungen (d^1)	842

5.13.5.3 Chrom(IV)-Verbindungen (d^2)	842
5.13.5.4 Chrom(III)-Verbindungen (d^3)	842
5.13.5.5 Chrom(II)-Verbindungen (d^4)	845
5.13.5.6 Laser	847
5.13.6 Verbindungen des Molybdäns und Wolframs	849
5.13.6.1 Oxide	849
5.13.6.2 Isopolymolybdate, Isopolywolframate	850
5.13.6.3 Heteropolyanionen	853
5.13.6.4 Bronzen	853
5.13.6.5 Halogenide	855
5.14 Gruppe 7	857
5.14.1 Gruppeneigenschaften	857
5.14.2 Die Elemente	858
5.14.3 Vorkommen	858
5.14.4 Darstellung, Verwendung	859
5.14.5 Verbindungen des Mangans	859
5.14.5.1 Mangan(II)-Verbindungen (d^5)	859
5.14.5.2 Mangan(III)-Verbindungen (d^4)	861
5.14.5.3 Mangan(IV)-Verbindungen (d^3)	862
5.14.5.4 Mangan(V)-Verbindungen (d^2)	862
5.14.5.5 Mangan(VI)-Verbindungen (d^1)	863
5.14.5.6 Mangan(VII)-Verbindungen (d^0)	863
5.14.6 Verbindungen des Rheniums	864
5.14.6.1 Sauerstoffverbindungen	864
5.14.6.2 Sulfide	865
5.14.6.3 Halogenverbindungen	866
5.14.6.4 Hydride	867
5.15 Gruppe 8–10 Die Eisengruppe	868
5.15.1 Gruppeneigenschaften	868
5.15.2 Die Elemente	869
5.15.3 Vorkommen	871
5.15.4 Darstellung, Verwendung	871
5.15.4.1 Darstellung von metallischem Eisen	871
5.15.4.2 Herstellung von Nickel und Cobalt	879
5.15.5 Verbindungen des Eisens	880
5.15.5.1 Eisen(II)- und Eisen(III)-Verbindungen (d^6 , d^5)	880
5.15.5.2 Eisen(IV)-, Eisen(V)- und Eisen(VI)-Verbindungen (d^4 , d^3 , d^2)	889
5.15.6 Verbindungen des Cobalts	890
5.15.6.1 Cobalt(II)- und Cobalt(III)-Verbindungen (d^7 , d^6)	890
5.15.6.2 Cobalt(IV)- und Cobalt(V)-Verbindungen (d^5 , d^4)	894
5.15.7 Verbindungen des Nickels	894
5.15.7.1 Nickel(II)-Verbindungen (d^8)	894
5.15.7.2 Nickel(III)- und Nickel(IV)-Verbindungen (d^7 , d^6)	898
5.16 Gruppe 8–10 Die Gruppe der Platinmetalle	900
5.16.1 Gruppeneigenschaften	900
5.16.2 Die Elemente	901
5.16.3 Vorkommen	902
5.16.4 Darstellung, Verwendung	902
5.16.5 Verbindungen der Metalle der Osmiumgruppe	903
5.16.6 Verbindungen der Metalle der Iridiumgruppe	906
5.16.7 Verbindungen der Metalle der Platingruppe	909

XVI Inhalt

5.17 Die Actinoide	915
5.17.1 Gruppeneigenschaften	915
5.17.2 Verbindungen des Urans	918
Anhang 1	
Einheiten · Konstanten · Umrechnungsfaktoren	921
Anhang 2	
Relative Atommassen · Elektronenkonfigurationen · Schema zur Ermittlung der Punktgruppen von Molekülen	926
Anhang 3	
Herkunft der Elementnamen · Nobelpreise	933
Sachregister	943
Formelregister	987