

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	19	5.4	Reaktionsenergie und Reaktionsenthalpie ..	62
1.1	Historische Entwicklung der Chemie	20	5.5	Der Satz von Hess	64
1.2	Elemente, Verbindungen, Gemische	23	5.6	Bildungsenthalpien	65
1.3	Stofftrennung	25	5.7	Bindungsenergien	68
1.4	Maßeinheiten	28		Übungsaufgaben	70
1.5	Genauigkeit und signifikante Stellen	29	6	Die Elektronenstruktur der	
1.6	Mittelwert und Standardabweichung	30		Atome	72
	Übungsaufgaben	31	6.1	Elektromagnetische Strahlung	73
2	Einführung in die Atomtheorie ..	32	6.2	Atomsppektren	74
2.1	Die Dalton-Atomtheorie	32	6.3	Ordnungszahl und das Periodensystem der	
2.2	Das Elektron	33		Elemente	77
2.3	Das Proton	34	6.4	Wellenmechanik	80
2.4	Das Neutron	35	6.5	Quantenzahlen	84
2.5	Aufbau der Atome	35	6.6	Orbitalbesetzung und die Hund-Regel	88
2.6	Atomsymbole	37	6.7	Die Elektronenstruktur der Elemente	91
2.7	Isotope	37	6.8	Halb- und vollbesetzte Unterschalen	93
2.8	Atommassen	38	6.9	Einteilung der Elemente	96
	Übungsaufgaben	40		Übungsaufgaben	96
3	Stöchiometrie Teil I: Chemische		7	Eigenschaften der Atome	
	Formeln	41		und die Ionenbindung	98
3.1	Moleküle und Ionen	41	7.1	Atomgröße	99
3.2	Empirische Formeln	43	7.2	Ionisierungsenergien	101
3.3	Das Mol	43	7.3	Elektronenaffinitäten	103
3.4	Prozentuale Zusammensetzung von		7.4	Die Ionenbindung	105
	Verbindungen	45	7.5	Gitterenergie	106
3.5	Ermittlung chemischer Formeln	46	7.6	Arten von Ionen	108
	Übungsaufgaben	47	7.7	Ionenradien	110
4	Stöchiometrie Teil II: Chemische		7.8	Nomenklatur von Ionenverbindungen	112
	Reaktionsgleichungen	50		Übungsaufgaben	113
4.1	Chemische Reaktionsgleichungen	50	8	Die kovalente Bindung	115
4.2	Begrenzende Reaktanden	53	8.1	Konzept der kovalenten Bindung	115
4.3	Ausbeute bei chemischen Reaktionen	54	8.2	Übergänge zwischen Ionenbindung und	
4.4	Konzentration von Lösungen	54		kovalenter Bindung	117
	Übungsaufgaben	56	8.3	Elektronegativität	119
5	Energieumsatz bei chemischen		8.4	Formalladungen	121
	Reaktionen	59	8.5	Mesomerie (Resonanz)	123
5.1	Energiemaße	60	8.6	Nomenklatur von binären	
5.2	Temperatur und Wärme	60		Molekülverbindungen	125
5.3	Kalorimetrie	61		Übungsaufgaben	125

9	Molekülstruktur, Molekülorbitale	127	12.3	Kristallstrukturen von Metallen	186
9.1	Ausnahmen zur Oktettregel	128	12.4	Ionenkristalle	189
9.2	Elektronenpaar-Abstoßung und Molekülstruktur	128	12.5	Defektstrukturen	192
9.3	Hybridorbitale	133	12.6	Flüssigkristalle	193
9.4	Molekülorbitale	135	12.7	Nanostrukturen	194
9.5	Molekülorbitale in mehratomigen Molekülen	139		Übungsaufgaben	196
9.6	Delokalisierte Bindungen	140	13	Strukturaufklärung	197
9.7	Stark polare kovalente Bindungen	144	13.1	Röntgenbeugung	197
9.8	Hypervalente Atome	144	13.2	Kernmagnetische Resonanz-Spektroskopie	202
9.9	Die Bindung in Metallen	146		Übungsaufgaben	205
9.10	Halbleiter	149	14	Lösungen	207
	Übungsaufgaben	149	14.1	Allgemeine Betrachtungen	208
10	Gase	151	14.2	Der Auflösungsprozess	209
10.1	Druck	152	14.3	Hydratisierte Ionen	210
10.2	Das Avogadro-Gesetz	153	14.4	Lösungsenthalpie	211
10.3	Das ideale Gasgesetz	154	14.5	Abhängigkeit der Löslichkeit von Druck und Temperatur	212
10.4	Stöchiometrie und Gasvolumina	156	14.6	Konzentration von Lösungen	213
10.5	Die kinetische Gastheorie	158	14.7	Dampfdruck von Lösungen	216
10.6	Das Dalton-Gesetz der Partialdrücke	159	14.8	Gefrierpunkt und Siedepunkt von Lösungen	217
10.7	Molekülgeschwindigkeiten in Gasen	161	14.9	Osmose	219
10.8	Das Graham-Effusionsgesetz	162	14.10	Destillation	221
10.9	Reale Gase	163	14.11	Elektrolyt-Lösungen	223
10.10	Verflüssigung von Gasen	165	14.12	Interionische Wechselwirkungen in Lösungen	224
	Übungsaufgaben	166	14.13	Kolloide Lösungen und Gele	224
11	Flüssigkeiten	169	14.14	Tenside und Mizellen	225
11.1	Intermolekulare Anziehungskräfte	170	14.15	Ionische Flüssigkeiten	226
11.2	Wasserstoff-Brücken	172		Übungsaufgaben	227
11.3	Der flüssige Zustand	173	15	Reaktionen in wässriger Lösung	229
11.4	Verdampfung	174	15.1	Metathese-Reaktionen	229
11.5	Dampfdruck	175	15.2	Oxidationszahlen	232
11.6	Siedepunkt	176	15.3	Reduktions-Oxidations-Reaktionen	234
11.7	Verdampfungsenthalpie	176	15.4	Arrhenius-Säuren und -Basen	237
11.8	Gefrierpunkt und Schmelzpunkt	177	15.5	Saure und basische Oxide	239
11.9	Dampfdruck von Festkörpern	178	15.6	Nomenklatur von Säuren, Hydroxiden und Salzen	240
11.10	Zustandsdiagramme	178	15.7	Volumetrische Analyse	242
	Übungsaufgaben	180	15.8	Äquivalentmasse und Äquivalentkonzentration	244
12	Feststoffe	181		Übungsaufgaben	246
12.1	Arten von kristallinen Feststoffen	182			
12.2	Kristallstruktur und Symmetrie	183			

16	Reaktionskinetik	248	20	Löslichkeitsprodukt und Komplex-Gleichgewichte	312
16.1	Reaktionsgeschwindigkeit	249	20.1	Das Löslichkeitsprodukt	312
16.2	Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	250	20.2	Fällungsreaktionen	314
16.3	Zeitabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	251	20.3	Fällung von Sulfiden	317
16.4	Einstufige Reaktionen	255	20.4	Komplex-Gleichgewichte	318
16.5	Geschwindigkeitsgesetze für einstufige Reaktionen	258		Übungsaufgaben	321
16.6	Reaktionsmechanismen	259	21	Grundlagen der chemischen Thermodynamik	323
16.7	Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	261	21.1	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik ..	324
16.8	Katalyse	262	21.2	Enthalpie	325
	Übungsaufgaben	265	21.3	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik ..	326
17	Das chemische Gleichgewicht	268	21.4	Die freie Enthalpie	328
17.1	Reversible Reaktionen und chemisches Gleichgewicht	269	21.5	Freie Standard-Enthalpien	330
17.2	Die Gleichgewichtskonstante K_C	270	21.6	Absolute Entropien	330
17.3	Die Gleichgewichtskonstante K_p	273	21.7	Gleichgewicht und freie Reaktionsenthalpie	332
17.4	Das Prinzip des kleinsten Zwanges	275	21.8	Temperaturabhängigkeit von Gleichgewichtskonstanten	334
	Übungsaufgaben	276		Übungsaufgaben	335
18	Säuren und Basen	279	22	Elektrochemie	337
18.1	Das Arrhenius-Konzept	280	22.1	Elektrischer Strom	338
18.2	Das Brønsted-Lowry-Konzept	280	22.2	Elektrolytische Leitung	339
18.3	Die Stärke von Brønsted-Säuren und -Basen	281	22.3	Elektrolyse	340
18.4	Säurestärke und Molekülstruktur	282	22.4	Stöchiometrische Gesetze bei der Elektrolyse	341
18.5	Das Lewis-Konzept	285	22.5	Galvanische Zellen	343
18.6	Lösungsmittelbezogene Säuren und Basen ..	287	22.6	Die elektromotorische Kraft	344
	Übungsaufgaben	288	22.7	Elektrodenpotenziale	345
19	Säure-Base-Gleichgewichte	290	22.8	Freie Reaktionsenthalpie und elektromotorische Kraft	349
19.1	Das Ionenprodukt des Wassers. pH-Wert	291	22.9	Konzentrationsabhängigkeit des Potentials ..	351
19.2	Schwache Elektrolyte	292	22.10	Potentiometrische Titration	355
19.3	Indikatoren	297	22.11	Elektrodenpotenziale und Elektrolyse	355
19.4	Pufferlösungen	298	22.12	Korrosion und Korrosionsschutz	356
19.5	Mehrprotonige Säuren	301	22.13	Elektrochemische Herstellung von nanostrukturierten Materialien	357
19.6	Salze schwacher Säuren und Basen	304	22.14	Galvanische Zellen für den praktischen Gebrauch	358
19.7	Säure-Base-Titrationen	306	22.15	Brennstoffzellen	360
19.8	Erweiterung des Säure-Base-Konzepts auf Festkörper	308		Übungsaufgaben	361
	Übungsaufgaben	310			

23	Wasserstoff	364	27	Die Elemente der	
23.1	Vorkommen und physikalische Eigenschaften	364		5. Hauptgruppe (Gruppe 15)	403
23.2	Herstellung von Wasserstoff	365	27.1	Allgemeine Eigenschaften	404
23.3	Chemische Eigenschaften des Wasserstoffs	366	27.2	Die Elementstrukturen von Phosphor, Arsen, Antimon und Bismut	405
23.4	Technische Verwendung von Wasserstoff ..	368	27.3	Der Stickstoffzyklus	406
	Übungsaufgaben	369	27.4	Vorkommen und Herstellung der Elemente der 5. Hauptgruppe	407
24	Halogene	370	27.5	Nitride und Phosphide	408
24.1	Eigenschaften der Halogene	370	27.6	Wasserstoff-Verbindungen	409
24.2	Vorkommen und Herstellung der Halogene	372	27.7	Halogen-Verbindungen	411
24.3	Halogenwasserstoffe	375	27.8	Oxide und Oxosäuren des Stickstoffs	412
24.4	Interhalogen-Verbindungen	376	27.9	Luftverschmutzung	415
24.5	Halogenide	377	27.10	Oxide und Oxosäuren des Phosphors	419
24.6	Oxosäuren der Halogene	378	27.11	Oxide und Oxosäuren von Arsen, Antimon und Bismut	421
24.7	Verwendung der Halogene	382	27.12	Verwendung der Elemente der 5. Hauptgruppe	422
	Übungsaufgaben	383		Übungsaufgaben	423
25	Die Edelgase	384	28	Kohlenstoff, Silicium und Bor	424
25.1	Vorkommen und Gewinnung der Edelgase .	384	28.1	Allgemeine Eigenschaften der Elemente der 4. Hauptgruppe	425
25.2	Eigenschaften der Edelgase	385	28.2	Die Strukturen der Elemente der 4. Hauptgruppe	427
25.3	Verwendung der Edelgase	386	28.3	Vorkommen, Gewinnung und Verwendung von Kohlenstoff und Silicium	429
26	Die Elemente der		28.4	Carbide, Silicide und Silane	431
	6. Hauptgruppe (Gruppe 16)	387	28.5	Oxide und Oxosäuren des Kohlenstoffs	433
26.1	Allgemeine Eigenschaften der Chalkogene .	388	28.6	Siliciumdioxid und Silicate	434
26.2	Vorkommen und Gewinnung von Sauerstoff	389	28.7	Schwefel- und Stickstoff-Verbindungen des Kohlenstoffs	437
26.3	Reaktionen des Sauerstoffs	389	28.8	Allgemeine Eigenschaften der Elemente der 3. Hauptgruppe (Gruppe 13)	437
26.4	Verwendung von Sauerstoff	392	28.9	Elementares Bor	438
26.5	Ozon	392	28.10	Bor-Verbindungen	439
26.6	Schwefel, Selen und Tellur	393	28.11	Borane (Borhydride)	440
26.7	Vorkommen und Gewinnung von Schwefel, Selen und Tellur	394		Übungsaufgaben	441
26.8	Wasserstoff-Verbindungen von Schwefel, Selen und Tellur	395	29	Metalle	443
26.9	Schwefel-, Selen- und Tellur-Verbindungen in der Oxidationsstufe +IV	396	29.1	Physikalische Eigenschaften von Metallen ..	444
26.10	Schwefel-, Selen- und Tellur-Verbindungen in der Oxidationsstufe +VI	398	29.2	Vorkommen von Metallen	446
26.11	Verwendung von Schwefel, Selen und Tellur	401	29.3	Metallurgie: Aufbereitung von Erzen	447
	Übungsaufgaben	401	29.4	Metallurgie: Reduktion	449
			29.5	Metallurgie: Raffination	454

29.6 Die Alkalimetalle 455
 29.7 Die Erdalkalimetalle 458
 29.8 Die Metalle der 3. Hauptgruppe 462
 29.9 Die Metalle der 4. Hauptgruppe 464
 29.10 Die Übergangsmetalle 466
 29.11 Die Lanthanoide 472
 Übungsaufgaben 474

30 Komplex-Verbindungen 476
 30.1 Struktur von Komplex-Verbindungen 477
 30.2 Stabilität von Komplexen 481
 30.3 Nomenklatur von Komplexen 482
 30.4 Isomerie 482
 30.5 Die Bindungsverhältnisse in Komplexen ... 484
 Übungsaufgaben 492

31 Organische Chemie Teil I: Kohlenwasserstoffe 494
 31.1 Alkane 495
 31.2 Alkene 500
 31.3 Alkine 502
 31.4 Arene 502
 31.5 Reaktionen der Kohlenwasserstoffe. Radikalische Substitution. Addition 504
 31.6 Cycloaddition und die Bedeutung der Orbitalsymmetrie für chemische Reaktionen 506
 31.7 Reaktionen von Arenen. Elektrophile Substitution 507
 31.8 Nucleophile Substitution an Aromaten ... 510
 Übungsaufgaben 511

32 Organische Chemie Teil II: Funktionelle Gruppen 512
 32.1 Halogenalkane. Nucleophile Substitution. Eliminierungsreaktionen 513
 32.2 Metallorganische Verbindungen 516
 32.3 Alkohole, Phenole und Thiole 517
 32.4 Ether 520
 32.5 Carbonyl-Verbindungen 521
 32.6 Carbonsäuren und ihre Derivate 525
 32.7 Amine und Carbonsäureamide 533
 32.8 Aminosäuren und Peptide 535
 32.9 Azo- und Diazo-Verbindungen 536
 32.10 Heterocyclische Verbindungen 537
 Übungsaufgaben 539

33 Stereochemie, Polymerchemie und supramolekulare Chemie 541
 33.1 Stereochemie organischer Verbindungen .. 541
 33.2 Racemat-Trennung und Synthese chiraler Moleküle 545
 33.3 Polymerchemie 547
 33.4 Supramolekulare Chemie 553
 Übungsaufgaben 555

34 Naturstoffe und Biochemie 557
 34.1 Terpene 559
 34.2 Kohlenhydrate 560
 34.3 Fette, Öle und Wachse 564
 34.4 Botenstoffe, Hormone und Vitamine 566
 34.5 Natürliche Farbstoffe 569
 34.6 Proteine 572
 34.7 Nucleinsäuren 576
 34.8 Proteinsynthese 578
 34.9 Gentechnik 580
 34.10 Enzyme und Coenzyme 584
 34.11 Schlussbemerkung: Biochemie und Chemie 587
 Übungsaufgaben 588

35 Kernchemie 589
 35.1 Der Atomkern 590
 35.2 Kernreaktionen 591
 35.3 Radioaktivität 592
 35.4 Messung der Radioaktivität 595
 35.5 Die radioaktive Zerfallsgeschwindigkeit ... 596
 35.6 Biologische Effekte der Radioaktivität 599
 35.7 Radioaktive Zerfallsreihen 601
 35.8 Künstliche Kernumwandlungen 603
 35.9 Kernspaltung 605
 35.10 Kernfusion 609
 35.11 Verwendung von radioaktiven Nucliden ... 610
 Übungsaufgaben 613

36 Umgang mit gefährlichen Stoffen 615
 36.1 Einteilung und Kennzeichnung der Gefahrstoffe 616
 36.2 Europäisches Gefahrstoffrecht 620
 36.3 Giftstoffe, Toxikologie 626
 Übungsaufgaben 630

	Anhang	631	D	Mittlere Bindungsenergien	636
A	Normalpotenziale bei 25 °C	632	E	Lösungen zu den Übungsaufgaben	637
B	Gleichgewichtskonstanten bei 25 °C	633			
C	Thermodynamische Daten bei 25 °C	635		Glossar	664
				Sachverzeichnis	687