

Chemie

Das Basiswissen der Chemie

Charles E. Mortimer

Ulrich Müller

Bearbeitet von Johannes Beck

11., vollständig überarbeitete Auflage

410 Abbildungen
545 Formelbilder

Georg Thieme Verlag
Stuttgart • New York

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	19	6	Die Elektronenstruktur der Atome	72
1.1	Historische Entwicklung der Chemie	20	6.1	Elektromagnetische Strahlung	73
1.2	Elemente, Verbindungen, Gemische	23	6.2	Atomspektren	74
1.3	Stofftrennung	25	6.3	Ordnungszahl und das Periodensystem der Elemente	77
1.4	Maßeinheiten	28	6.4	Wellenmechanik	80
1.5	Genauigkeit und signifikante Stellen	29	6.5	Quantenzahlen	84
1.6	Mittelwert und Standardabweichung	30	6.6	Orbitalbesetzung und die Hund-Regel	88
2	Einführung in die Atomtheorie	32	6.7	Die Elektronenstruktur der Elemente	91
2.1	Die Dalton-Atomtheorie	32	6.8	Halb- und vollbesetzte Unterschalen	93
2.2	Das Elektron	33	6.9	Einteilung der Elemente	96
2.3	Das Proton	34	7	Eigenschaften der Atome und die Ionenbindung	99
2.4	Das Neutron	35	7.1	Atomgröße	100
2.5	Aufbau der Atome	35	7.2	Ionisierungsenergien	102
2.6	Atomsymbole	37	7.3	Elektronenaffinitäten	104
2.7	Isotope	37	7.4	Die Ionenbindung	106
2.8	Atommassen	38	7.5	Gitterenergie	107
3	Stöchiometrie Teil I: Chemische Formeln	41	7.6	Arten von Ionen	109
3.1	Moleküle und Ionen	41	7.7	Ionenradien	111
3.2	Empirische Formeln	43	7.8	Nomenklatur von Ionenverbindungen	113
3.3	Das Mol	43	8	Die kovalente Bindung	116
3.4	Prozentuale Zusammensetzung von Verbindungen	45	8.1	Konzept der kovalenten Bindung	116
3.5	Ermittlung chemischer Formeln	46	8.2	Übergänge zwischen Ionenbindung und kovalenter Bindung	118
4	Stöchiometrie Teil II: Chemische Reaktionsgleichungen	50	8.3	Elektronegativität	120
4.1	Chemische Reaktionsgleichungen	50	8.4	Formalladungen	122
4.2	Begrenzende Reaktanden	53	8.5	Mesomerie (Resonanz)	124
4.3	Ausbeute bei chemischen Reaktionen	54	8.6	Nomenklatur von binären Molekülverbindungen	126
4.4	Konzentration von Lösungen	54	9	Molekülstruktur, Molekülorbitale	129
5	Energieumsatz bei chemischen Reaktionen	59	9.1	Ausnahmen zur Oktettregel	130
5.1	Energiemaße	60	9.2	Elektronenpaar-Abstoßung und Molekülstruktur	130
5.2	Temperatur und Wärme	60	9.3	Hybridorbitale	135
5.3	Kalorimetrie	61	9.4	Molekülorbitale	137
5.4	Reaktionsenergie und Reaktionsenthalpie	62	9.5	Molekülorbitale in mehratomigen Molekülen	141
5.5	Der Satz von Hess	64	9.6	Delokalisierte Bindungen	142
5.6	Bildungsenthalpien	65	9.7	Stark polare kovalente Bindungen	146
5.7	Bindungsenergien	68			

9.8	Hypervalente Atome	146	14	Lösungen	211
9.9	Die Bindung in Metallen	148	14.1	Allgemeine Betrachtungen	212
9.10	Halbleiter	151	14.2	Der Auflösungsprozess	213
10	Gase	153	14.3	Hydratisierte Ionen	214
10.1	Druck	154	14.4	Lösungsenthalpie	215
10.2	Das Avogadro-Gesetz	155	14.5	Abhängigkeit der Löslichkeit von Druck und Temperatur	216
10.3	Das ideale Gasgesetz	156	14.6	Konzentration von Lösungen	217
10.4	Stöchiometrie und Gasvolumina	158	14.7	Dampfdruck von Lösungen	220
10.5	Die kinetische Gastheorie	160	14.8	Gefrierpunkt und Siedepunkt von Lösungen	221
10.6	Das Dalton-Gesetz der Partialdrücke	161	14.9	Osmose	223
10.7	Molekülgeschwindigkeiten in Gasen	163	14.10	Destillation	225
10.8	Das Graham-Effusionsgesetz	164	14.11	Elektrolyt-Lösungen	227
10.9	Reale Gase	165	14.12	Interionische Wechselwirkungen in Lösungen	228
10.10	Verflüssigung von Gasen	167	14.13	Kolloide Lösungen und Gele	228
11	Flüssigkeiten	171	14.14	Tenside und Mizellen	229
11.1	Intermolekulare Anziehungskräfte	172	14.15	Ionische Flüssigkeiten	230
11.2	Wasserstoff-Brücken	174	15	Reaktionen in wässriger Lösung	233
11.3	Der flüssige Zustand	175	15.1	Metathese-Reaktionen	233
11.4	Verdampfung	176	15.2	Oxidationszahlen	236
11.5	Dampfdruck	177	15.3	Reduktions-Oxidations-Reaktionen	238
11.6	Siedepunkt	178	15.4	Arrhenius-Säuren und-Basen	241
11.7	Verdampfungsenthalpie	178	15.5	Saure und basische Oxide	244
11.8	Gefrierpunkt und Schmelzpunkt	179	15.6	Nomenklatur von Säuren, Hydroxiden und Salzen	244
11.9	Dampfdruck von Festkörpern	180	15.7	Volumetrische Analyse	246
11.10	Zustandsdiagramme	180	15.8	Äquivalentmasse und Äquivalentkonzentration	248
12	Feststoffe	184	16	Reaktionskinetik	252
12.1	Arten von kristallinen Feststoffen	185	16.1	Reaktionsgeschwindigkeit	253
12.2	Kristallstruktur und Symmetrie	188	16.2	Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	254
12.3	Kristallstrukturen von Metallen	190	16.3	Zeitabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	255
12.4	Ionenkristalle	192	16.4	Einstufige Reaktionen	259
12.5	Defektstrukturen	195	16.5	Geschwindigkeitsgesetze für einstufige Reaktionen	262
12.6	Flüssigkristalle	196	16.6	Reaktionsmechanismen	263
12.7	Nanostrukturen	197	16.7	Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	265
13	Strukturaufklärung	201	16.8	Katalyse	266
13.1	Röntgenbeugung	202			
13.2	Kernmagnetische Resonanz- Spektroskopie	206			

17	Das chemische Gleichgewicht	273	21.8	Temperaturabhängigkeit von Gleichgewichtskonstanten	341
17.1	Reversible Reaktionen und chemisches Gleichgewicht	274	22	Elektrochemie	345
17.2	Die Gleichgewichtskonstante K_c	275	22.1	Elektrischer Strom	346
17.3	Die Gleichgewichtskonstante K_p	278	22.2	Elektrolytische Leitung	347
17.4	Das Prinzip des kleinsten Zwanges	280	22.3	Elektrolyse	348
18	Säuren und Basen	284	22.4	Stöchiometrische Gesetze bei der Elektrolyse	349
18.1	Das Arrhenius-Konzept	285	22.5	Galvanische Zellen	351
18.2	Das Bronsted-Lowry-Konzept	285	22.6	Die elektromotorische Kraft	352
18.3	Die Stärke von Bronsted-Säuren und -Basen	286	22.7	Elektrodenpotenziale	353
18.4	Säurestärke und Molekülstruktur	287	22.8	Freie Reaktionsenthalpie und elektromotorische Kraft	357
18.5	Das Lewis-Konzept	290	22.9	Konzentrationsabhängigkeit des Potentials	359
18.6	Lösungsmittelbezogene Säuren und Basen	292	22.10	Potenziometrische Titration	363
19	Säure-Base-Gleichgewichte	296	22.11	Elektrodenpotenziale und Elektrolyse	363
19.1	Das Ionenprodukt des Wassers. pH-Wert	297	22.12	Korrosion und Korrosionsschutz	364
19.2	Schwache Elektrolyte	299	22.13	Elektrochemische Herstellung von nanostrukturierten Materialien	365
19.3	Indikatoren	303	22.14	Galvanische Zellen für den praktischen Gebrauch	366
19.4	Pufferlösungen	304	22.15	Brennstoffzellen	368
19.5	Mehrprotonige Säuren	307	23	Wasserstoff	373
19.6	Salze schwacher Säuren und Basen	311	23.1	Vorkommen und physikalische Eigenschaften	373
19.7	Säure-Base-Titrationen	312	23.2	Herstellung von Wasserstoff	374
20	Löslichkeitsprodukt und Komplex-Gleichgewichte	318	23.3	Chemische Eigenschaften des Wasserstoffs	375
20.1	Das Löslichkeitsprodukt	318	23.4	Technische Verwendung von Wasserstoff..	377
20.2	Fällungsreaktionen	320	24	Halogene	379
20.3	Fällung von Sulfiden	323	24.1	Eigenschaften der Halogene	380
20.4	Komplex-Gleichgewichte	324	24.2	Vorkommen und Herstellung der Halogene	381
21	Grundlagen der chemischen Thermodynamik	330	24.3	Halogenwasserstoffe	384
21.1	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik	331	24.4	Interhalogen-Verbindungen	385
21.2	Enthalpie	332	24.5	Halogenide	386
21.3	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	333	24.6	Oxosäuren der Halogene	387
21.4	Die freie Enthalpie	335	24.7	Verwendung der Halogene	391
21.5	Freie Standard-Enthalpien	337			
21.6	Absolute Entropien	337			
21.7	Gleichgewicht und freie Reaktionsenthalpie	339			

25	Die Edelgase	394	28	Kohlenstoff, Silicium und Bor	435
25.1	Vorkommen und Gewinnung der Edelgase	394	28.1	Allgemeine Eigenschaften der Elemente der 4. Hauptgruppe	436
25.2	Eigenschaften der Edelgase	395	28.2	Die Strukturen der Elemente der 4. Hauptgruppe	438
25.3	Verwendung der Edelgase	396	28.3	Vorkommen, Gewinnung und Verwendung von Kohlenstoff und Silicium	440
26	Die Elemente der 6. Hauptgruppe (Gruppe 16)	397	28.4	Carbide, Silicide und Silane	442
26.1	Allgemeine Eigenschaften der Chalkogene	398	28.5	Oxide und Oxosäuren des Kohlenstoffs	444
26.2	Vorkommen und Gewinnung von Sauerstoff	399	28.6	Siliciumdioxid und Silicate	445
26.3	Reaktionen des Sauerstoffs	399	28.7	Schwefel- und Stickstoff-Verbindungen des Kohlenstoffs	448
26.4	Verwendung von Sauerstoff	402	28.8	Allgemeine Eigenschaften der Elemente der 3. Hauptgruppe (Gruppe 13)	448
26.5	Ozon	402	28.9	Elementares Bor	449
26.6	Schwefel, Selen und Tellur	403	28.10	Bor-Verbindungen	450
26.7	Vorkommen und Gewinnung von Schwefel, Selen und Tellur	404	28.11	Borane (Borhydride)	451
26.8	Wasserstoff-Verbindungen von Schwefel, Selen und Tellur	405	29	Metalle	454
26.9	Schwefel-, Selen- und Tellurverbindungen in der Oxidationsstufe + IV	406	29.1	Physikalische Eigenschaften von Metallen	455
26.10	Schwefel-, Selen- und Tellurverbindungen in der Oxidationsstufe + VI	408	29.2	Vorkommen von Metallen	457
26.11	Verwendung von Schwefel, Selen und Tellur	410	29.3	Metallurgie: Aufbereitung von Erzen	458
27	Die Elemente der 5. Hauptgruppe (Gruppe 15)	413	29.4	Metallurgie: Reduktion	460
27.1	Allgemeine Eigenschaften	414	29.5	Metallurgie: Raffination	465
27.2	Die Elementstrukturen von Phosphor, Arsen, Antimon und Bismut	415	29.6	Die Alkalimetalle	466
27.3	Der Stickstoffzyklus	416	29.7	Die Erdalkalimetalle	469
27.4	Vorkommen und Herstellung der Elemente der 5. Hauptgruppe	417	29.8	Die Metalle der 3. Hauptgruppe	473
27.5	Nitride und Phosphide	418	29.9	Die Metalle der 4. Hauptgruppe	475
27.6	Halogen-Verbindungen	421	29.10	Die Übergangsmetalle	477
27.7	Oxide und Oxosäuren des Stickstoffs	422	29.11	Die Lanthanoide	483
27.8	Luftverschmutzung	425	30	Komplex-Verbindungen	488
27.9	Oxide und Oxosäuren des Phosphors	429	30.1	Struktur von Komplex-Verbindungen	489
27.10	Oxide und Oxosäuren von Arsen, Antimon und Bismut	431	30.2	Stabilität von Komplexen	493
27.11	Verwendung der Elemente der 5. Hauptgruppe	432	30.3	Nomenklatur von Komplexen	494
			30.4	Isomerie	495
			30.5	Die Bindungsverhältnisse in Komplexen	497
			31	Organische Chemie Teil I: Kohlenwasserstoffe	507
			31.1	Alkane	508
			31.2	Alkene	513
			31.3	Alkine	515

31.4	Arene	515	34.7	Nucleinsäuren	592
31.5	Reaktionen der Kohlenwasserstoffe. Radikalische Substitution. Addition	517	34.8	Proteinsynthese	594
31.6	Cycloaddition und die Bedeutung der Orbitalsymmetrie für chemische Reaktionen	519	34.9	Gentechnik	597
31.7	Reaktionen von Arenen. Elektrophile Substitution	520	34.10	Enzyme und Coenzyme	600
31.8	Nucleophile Substitution am Aromaten	523	34.11	Schlussbemerkung: Biochemie und Chemie	604
32	Organische Chemie Teil II: Funktionelle Gruppen	526	35	Kernchemie	606
32.1	Halogenalkane. Nucleophile Substitution. Eliminierungsreaktionen	527	35.1	Der Atomkern	607
32.2	Metallorganische Verbindungen	530	35.2	Kernreaktionen	609
32.3	Alkohole, Phenole und Thiole	531	35.3	Radioaktivität	609
32.4	Ether	534	35.4	Messung der Radioaktivität	612
32.5	Carbonyl-Verbindungen	536	35.5	Die radioaktive Zerfallsgeschwindigkeit	613
32.6	Carbonsäuren und ihre Derivate	540	35.6	Biologische Effekte der Radioaktivität	616
32.7	Amine und Carbonsäureamide	548	35.7	Radioaktive Zerfallsreihen	618
32.8	Aminosäuren und Peptide	550	35.8	Künstliche Kernumwandlungen	620
32.9	Azo- und Diazo-Verbindungen	552	35.9	Kernspaltung	622
32.10	Heterocyclische Verbindungen	553	35.10	Kernfusion	626
33	Stereochemie, Polymerchemie und supramolekulare Chemie	557	35.11	Verwendung von radioaktiven Nucliden	627
33.1	Stereochemie organischer Verbindungen	557	36	Umgang mit gefährlichen Stoffen	633
33.2	Racemat-Trennung und Synthese chiraler Moleküle	561	36.1	Einteilung und Kennzeichnung der Gefahrstoffe	634
33.3	Polymerchemie	563	36.2	Europäisches Gefahrstoffrecht	639
33.4	Supramolekulare Chemie	570	36.3	Giftstoffe, Toxikologie	645
34	Naturstoffe und Biochemie	573	37	Anhang	650
34.1	Terpene	575	37.1	Anhang A: Normalpotenziale bei 25 °C	651
34.2	Kohlenhydrate	577	37.2	Anhang B: Gleichgewichtskonstanten bei 25 °C	652
34.3	Fette, Öle und Wachse	581	37.3	Anhang C: Thermodynamische Daten bei 25 °C	654
34.4	Botenstoffe, Hormone und Vitamine	583	37.4	Anhang D: Mittlere Bindungsenergien	655
34.5	Natürliche Farbstoffe	585	37.5	Anhang E: Lösungen zu den Übungsaufgaben	656
34.6	Proteine	588	38	Glossar	684
			Sachverzeichnis		705