

Axel Zeeck (Hrsg.)

A. Zeeck, S. Grond, S. C. Zeeck

Chemie für Mediziner

9. Auflage

ELSEVIER

Inhalt

Allgemeine Chemie

1	Atombau	3
1.1	Elementarteilchen	3
1.2	Aufbau eines Atoms	4
1.3	Isotope	5
1.4	Elemente	5
1.5	Atommasse, Stoffmenge Mol	6
1.6	Aufbau der Elektronenhülle	8
1.6.1	Allgemeines	8
1.6.2	Quantenzahlen	8
1.6.3	Elektronenkonfiguration	9
1.6.4	Atomorbitale	11
2	Periodensystem der Elemente	15
2.1	Übersicht und Historisches	15
2.2	Beschreibung des Aufbaus	15
2.3	Elektronenkonfiguration als Wegweiser	17
2.4	Hauptgruppen- und Nebengruppenelemente	18
2.5	Biochemisch und medizinisch wichtige Elemente	20
2.6	Radioisotope	23
3	Grundtypen der chemischen Bindung	29
3.1	Oktettregel	29
3.2	Metallische Bindung	29
3.3	Ionenbindung	31
3.3.1	Kationen	31
3.3.2	Anionen	32
3.3.3	Neigung zur Ionenbildung	32
3.3.4	Atom- und Ionenradien	33
3.3.5	Salze	34
3.3.6	Namen wichtiger Ionen/Salze, Molberechnung	35
3.4	Atombindung	37
3.4.1	Schreibweise und Definitionen	37
3.4.2	Moleküle	38
3.4.3	Bindungslänge und Bindungsenergie	39
3.4.4	Molekülorbitale	39
3.4.5	Das Methan-Molekül	40
3.4.6	C-C-Einfachbindungen	41
3.4.7	Mehrfachbindungen	42
3.4.8	Die polarisierte Atombindung	45
3.4.9	Beispiele für Dipolmoleküle	46
4	Erscheinungsformen der Materie	51
4.1	Aggregatzustände	51
4.2	Gase	52
4.2.1	Druck und Druckmessung	52
4.2.2	Gasgesetze	53
4.3	Flüssigkeiten	54
4.4	Feststoffe	55
4.5	Phasenumwandlungen	57
4.6	Eigenschaften von Wasser und Schwefelwasserstoff	60
4.7	Reinstoffe und Stoffgemische	62
4.7.1	Unterscheidungsmerkmale	62
4.7.2	Homogen und heterogen	63
5	Heterogene Gleichgewichte	67
5.1	Gesättigte Lösungen und Löslichkeit	67
5.2	Nernst-Verteilungsgesetz	69
5.3	Henry-Dalton-Gesetz	70
5.4	Adsorption an Oberflächen	71

5.5	Gleichgewichte in Gegenwart von Membranen	71
5.5.1	Membran	71
5.5.2	Diffusion	71
5.5.3	Dialyse	72
5.5.4	Osmose	72
5.5.5	Membranpotenzial	75
5.6	Verfahren zur Stofftrennung	76
6	Chemische Reaktionen	83
6.1	Definition	83
6.2	Chemische Gleichungen	83
6.3	Stöchiometrische Berechnungen	85
6.4	Energetik chemischer Reaktionen	88
6.4.1	Allgemeines	88
6.4.2	Reaktionswärme (= Reaktionsenthalpie)	89
6.4.3	Reaktionsentropie	91
6.4.4	Gibbs-Energie – Triebkraft chemischer Reaktionen	92
6.5	Chemisches Gleichgewicht	93
6.5.1	Allgemeines	93
6.5.2	Massenwirkungsgesetz	94
6.5.3	Prinzip des kleinsten Zwanges	94
6.5.4	Gibbs-Energie und chemisches Gleichgewicht	95
6.6	Gekoppelte Reaktionen	97
6.7	Fließgleichgewichte	98
7	Salzlösungen	101
7.1	Vorgänge beim Lösen von Salzen	101
7.1.1	Dissoziation	101
7.1.2	Hydratation von Ionen	102
7.1.3	Lösungsenthalpie	105
7.2	Löslichkeitsprodukt	106
7.3	Fällungs-Reaktionen	107
7.4	Elektrolyse	109
8	Säuren und Basen	113
8.1	Säure-Base-Definitionen	113
8.2	Konjugierte Säure-Base-Paare und Ampholyte	115
8.3	Eigendissoziation des Wassers, pH-Wert	118
8.4	Stärke von Säuren und Basen	120
8.5	Berechnung von pH-Werten	123
8.5.1	Starke Säuren	123
8.5.2	Schwache Säuren	123
8.6	Messung von pH-Werten	125
8.7	Neutralisation	126
8.8	pH-Wert von Salzlösungen	127
8.9	Säure-Base-Titration	128
8.9.1	Titrationkurven	128
8.9.2	Gehaltsbestimmung durch Titration	130
8.10	Pufferlösungen	130
8.10.1	Puffersubstanzen und ihre Wirkung	131
8.10.2	Puffergleichung	131
8.10.3	Pufferkapazität	132
8.10.4	pH-Optimum und Pufferbereich	133
8.10.5	Phosphat-Puffer	134
8.10.6	Kohlensäure-Puffer	135
9	Oxidation und Reduktion	139
9.1	Elektronenübergänge bei chemischen Reaktionen	139
9.2	Definitionen	140
9.3	Redox-Teilreaktionen sind umkehrbar	142
9.4	Spannungsreihe	143
9.5	Richtung des Elektronenflusses zwischen Redoxpaaren	144
9.6	Aufstellen von Redoxgleichungen	145
9.6.1	Oxidationsstufen als Hilfsgröße	145
9.6.2	Beispiele für Redoxgleichungen	146
9.7	Elektrochemische Zelle	148
9.8	Elektromotorische Kraft (EMK)	150

9.9	Elektrodenpotenziale	152
9.10	Nernst-Gleichung	154
9.11	Redox- und Säure-Base-Reaktionen im Vergleich	156
9.12	pH-Abhängigkeit von Redoxpotenzialen	157
9.12.1	Normalpotenziale bei pH = 7	157
9.12.2	pH-Bestimmung durch Potenzialmessung	158
9.13	Knallgasreaktion und Atmungskette	159
10	Metallkomplexe	165
10.1	Koordinative Bindung	165
10.2	Aufbau von Metallkomplexen	166
10.3	Chelatkomplexe	169
10.4	Reaktionen mit Metallkomplexen	170
10.4.1	Ligandenaustausch-Reaktionen	170
10.4.2	Stabilität von Metallkomplexen	171
10.5	Durch Komplexbildung veränderte Eigenschaften von Metallionen	172
10.6	Bedeutung von Chelatkomplexen	174
Organische Chemie		
11	Einführung und Kohlenwasserstoffe	181
11.1	Grundlagen	181
11.1.1	Organische Chemie – die chemische Brücke in die Welt des Lebens	181
11.1.2	Bindungsverhältnisse am Kohlenstoff	182
11.1.3	Funktionelle Gruppen am Kohlenstoff	184
11.1.4	Elementare Reaktionstypen am Kohlenstoff	185
11.1.5	Kohlenstoff ist einzigartig	186
11.2	Alkane	188
11.2.1	Summenformel und Struktur	188
11.2.2	Nomenklatur	190
11.2.3	Molekülmodelle	191
11.2.4	Konformationsisomere	192
11.2.5	Physikalische Eigenschaften	194
11.3	Cycloalkane	195
11.3.1	Struktur	195
11.3.2	Konformationen des Cyclohexans	196
11.3.3	Cyclohexanderivate	196
11.4	Reaktionen der Alkane	198
11.4.1	Homolytischer/heterolytischer Bindungsbruch	198
11.4.2	Radikalische Substitution	199
11.4.3	Oxidation der Alkane	202
11.5	Alkene	204
11.5.1	Konstitution und Nomenklatur	204
11.5.2	Geometrische Isomerie	205
11.5.3	Additions-Reaktionen	206
11.5.4	Diene und Polyene	210
11.6	Alkine	212
11.7	Aromaten (Arene)	213
11.7.1	Molekülbau und Mesomerie des Benzols	213
11.7.2	Reaktionen des Benzols	214
11.7.3	Einzelschritte der elektrophilen aromatischen Substitution	217
12	Kinetik chemischer Reaktionen	221
12.1	Von der Thermodynamik zur Kinetik	221
12.2	Reaktionsgeschwindigkeit	222
12.2.1	Geschwindigkeitsgesetz und Reaktionsordnung	222
12.2.2	Molekularität von Reaktionen	224
12.2.3	Temperaturabhängigkeit	224
12.3	Katalyse	226
12.4	Enzymkinetik	228
13	Verbindungen mit einfachen funktionellen Gruppen	233
13.1	Alkanole und Phenole	233
13.1.1	Klassifizierung und Nomenklatur	233
13.1.2	Eigenschaften und Reaktionen	236

13.1.3	Mehrwertige Alkanole und Phenole	239
13.1.4	Wo spielen Alkanole eine Rolle?	240
13.2	Ether	246
13.2.1	Nomenklatur und Eigenschaften	246
13.2.2	Reaktionen	247
13.2.3	Kronenether	249
13.3	Thiole und Thioether	251
13.3.1	Nomenklatur und Eigenschaften	251
13.3.2	Reaktionen	252
13.3.3	Bedeutung des Schwefels	254
13.4	Amine	256
13.4.1	Klassifizierung und Nomenklatur	256
13.4.2	Basizität	257
13.4.3	Salzbildung	257
13.4.4	Beispiele für Amine	258
13.5	Halogenalkane und Halogenaromaten	261
13.6	Nucleophile Substitution	263
13.6.1	Allgemeines	263
13.6.2	Eigenschaften der Reaktionspartner	265
13.6.3	S_N2 -Reaktion	266
13.6.4	S_N1 -Reaktion	266
13.6.5	Vergleich der S_N1 - und S_N2 -Reaktion	267
13.7	Eliminierungen	268
13.7.1	Allgemeines	268
13.7.2	E2-Reaktionen	269
13.7.3	E1-Reaktionen	270
14	Aldehyde und Ketone	273
14.1	Bau und Reaktionsverhalten der Carbonylgruppe	273
14.2	Struktur und Nomenklatur	275
14.3	Herstellung und Eigenschaften	277
14.4	Keto-Enol-Tautomerie	278
14.5	Nucleophile Addition von Wasser und Alkoholen	280
14.6	Addition primärer Amine	282
14.7	Reduktion der Carbonylgruppe	285
14.8	Aldol-Kondensation (C-C-Verknüpfung)	286
15	Chinone	289
15.1	Strukturen der Chinone	289
15.2	Redoxreaktionen	291
16	Carbonsäuren und Carbonsäurederivate	295
16.1	Carbonsäuren	295
16.1.1	Struktur und Nomenklatur	295
16.1.2	Eigenschaften	297
16.1.3	Salzbildung	300
16.1.4	Carbonsäuren mit zusätzlichen funktionellen Gruppen	302
16.2	Carbonsäurederivate	305
16.2.1	Allgemeines	305
16.2.2	Carbonsäurechloride	307
16.2.3	Carbonsäureanhydride	308
16.2.4	Carbonsäureester	310
16.2.5	Thioester	315
16.2.6	Carbonsäureamide	316
17	Derivate anorganischer Säuren	321
17.1	Kohlensäure und Harnstoff	321
17.2	Phosphorsäure	323
17.3	Schwefel- und Salpetersäure	327
17.4	Gibbs-Energie der Hydrolyse	329
18	Stereochemie	333
18.1	Verbindungen mit einem Chiralitätszentrum	333
18.1.1	Grundbegriffe	333
18.1.2	Optische Aktivität	335
18.1.3	Chirale Erkennung und Stereoselektivität	336
18.1.4	Schreibweise und Nomenklatur chiraler Verbindungen	338

18.2	Verbindungen mit zwei Chiralitätszentren	341
18.2.1	Enantiomere und Diastereomere	341
18.2.2	Racemat und Racematspaltung	342
18.2.3	<i>meso</i> -Weinsäure	343
18.3	Zur Struktur organischer Moleküle	344
18.3.1	Arten der Isomerie	344
18.3.2	Konstitution, Konfiguration und Konformation	344
18.3.3	Chiralität bei Arzneimitteln	346
19	Aminosäuren und Peptide	349
19.1	Einfache Aminosäuren	349
19.1.1	Struktur	349
19.1.2	Chiralität	351
19.1.3	Zwitterion	352
19.1.4	Molekülform in Abhängigkeit vom pH-Wert	352
19.1.5	Chelatkomplexe	353
19.1.6	Titrationskurve und Puffereigenschaften	354
19.1.7	Isoelektrischer Punkt	355
19.1.8	Decarboxylierung zu biogenen Aminen	357
19.1.9	Veresterung und Acylierung	358
19.2	Peptide	360
19.2.1	Peptidbindung und Primärstruktur (Sequenz)	360
19.2.2	Aufbau von Peptidketten	363
19.2.3	Abbau von Peptidketten	364
19.2.4	Sekundärstruktur von Peptiden	365
19.2.5	Zur Raumstruktur von Peptiden und Proteinen	368
19.2.6	Posttranslationale Modifikation von Aminosäuren	372
19.2.7	Insulin	373
20	Kohlenhydrate	377
20.1	Bausteine und Biopolymere	377
20.2	Monosaccharide	378
20.2.1	Triosen	379
20.2.2	Tetrosen	379
20.2.3	Pentosen	380
20.2.4	Hexosen	381
20.2.5	Eigenschaften und Reaktionen der Monosaccharide	382
20.2.6	Bildung cyclischer Halbacetale, Haworth-Formel	383
20.2.7	Sesselform-Schreibweise der Pyranosen	385
20.2.8	Abgewandelte Monosaccharide	387
20.2.9	Glykoside	388
20.3	Disaccharide	391
20.3.1	Allgemeines	391
20.3.2	Beispiele wichtiger Disaccharide	392
20.4	Polysaccharide	396
20.4.1	Cellulose	396
20.4.2	Stärke	396
20.4.3	Glykogen	397
20.5	Glykolipide und Glykoproteine	399
21	Heterocyclen	403
21.1	Fünfgliedrige Heterocyclen	403
21.2	Sechsgliedrige Heterocyclen	409
21.3	Mehrkernige Heterocyclen	409
21.4	Nucleinsäuren	411
21.5	Riboflavin und Folsäure	416
22	Medizinisch relevante Werkstoffe	419
22.1	Allgemeines über Werkstoffe und Biomaterialien	419
22.2	Metalle	420
22.3	Keramische Materialien	422
22.4	Polymere	423
23	Spektroskopie in Chemie und Medizin	427
23.1	Allgemeines	427
23.2	UV/VIS-Spektroskopie	428
23.3	IR-Spektroskopie	431

23.4	NMR-Spektroskopie	433
23.5	Röntgenstrukturanalyse	436
23.6	Massenspektrometrie	438
Lösungen der Aufgaben		441
	Allgemeine Chemie	441
	Organische Chemie	457
Glossar		489
Sachverzeichnis		503