

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	7
1.6.1	Allgemeines	7
1.6.2	Quantenzahlen	7
1.6.3	Elektronenkonfiguration	8
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	19
2.6	Radioisotope	22
3	Grundtypen der chemischen Bindung	27
3.1	Oktettregel	27
3.2	Metallische Bindung	27
3.3	Ionenbindung	29
3.3.1	Kationen	29
3.3.2	Anionen	30
3.3.3	Neigung zur Ionenbildung	30
3.3.4	Atom- und Ionenradien	31
3.3.5	Salze	32
3.3.6	Namen wichtiger Ionen/Salze, Molberechnung	33
3.4	Atombindung	34
3.4.1	Schreibweise und Definitionen	34
3.4.2	Moleküle	35
3.4.3	Bindungslänge und Bindungsenergie	37
3.4.4	Molekülorbitale	37
3.4.5	Das Methan-Molekül	38
3.4.6	C-C-Einfachbindungen	39
3.4.7	Mehrfachbindungen	40
3.4.8	Die polarisierte Atombindung	42
3.4.9	Dipolmoleküle	43
4	Erscheinungsformen der Materie	47
4.1	Aggregatzustände	47
4.2	Gase	48
4.2.1	Druck und Druckmessung	48
4.2.2	Gasgesetze	49
4.3	Flüssigkeiten	50
4.4	Feststoffe	51
4.5	Phasenumwandlungen	53
4.6	Eigenschaften von Wasser und Schwefelwasserstoff	55
4.7	Reinstoffe und Stoffgemische	57
4.7.1	Unterscheidungsmerkmale	57
4.7.2	Homogen und heterogen	58
5	Heterogene Gleichgewichte	61
5.1	Gesättigte Lösungen und Löslichkeit	61
5.2	Nernst-Verteilungsgesetz	63
5.3	Henry-Dalton-Gesetz	64
5.4	Adsorption an Oberflächen	64

5.5	Gleichgewichte in Gegenwart von Membranen	65
5.5.1	Membran	65
5.5.2	Diffusion	65
5.5.3	Dialyse	66
5.5.4	Osmose	67
5.5.5	Donnan-Gleichgewicht	69
5.6	Verfahren zur Stofftrennung	71
6	Chemische Reaktionen	77
6.1	Definition	77
6.2	Chemische Gleichungen	77
6.3	Stöchiometrische Berechnungen	79
6.4	Energetik chemischer Reaktionen	82
6.4.1	Allgemeines	82
6.4.2	Reaktionswärme (= Reaktionsenthalpie)	83
6.4.3	Reaktionsentropie	85
6.4.4	Gibbs-Energie – Triebkraft chemischer Reaktionen	85
6.5	Chemisches Gleichgewicht	87
6.5.1	Allgemeines	87
6.5.2	Massenwirkungsgesetz	88
6.5.3	Prinzip des kleinsten Zwanges	88
6.5.4	Gibbs-Energie und chemisches Gleichgewicht	89
6.6	Gekoppelte Reaktionen	91
6.7	Fließgleichgewichte	92
7	Salzlösungen	95
7.1	Vorgänge beim Lösen von Salzen	95
7.1.1	Dissoziation	95
7.1.2	Hydratation von Ionen	96
7.1.3	Lösungsenthalpie	98
7.2	Löslichkeitsprodukt	99
7.3	Fällungs-Reaktionen	101
7.4	Elektrolyse	102
8	Säuren und Basen	107
8.1	Säure-Base-Definitionen	107
8.2	Konjugierte Säure-Base-Paare und Ampholyte	109
8.3	Autoprotolyse des Wassers, pH-Wert	112
8.4	Stärke von Säuren und Basen	114
8.5	Berechnung von pH-Werten	117
8.5.1	Starke Säuren	117
8.5.2	Schwache Säuren	117
8.6	Messung von pH-Werten	119
8.7	Neutralisation	120
8.8	pH-Wert von Salzlösungen	121
8.9	Säure-Base-Titration	122
8.9.1	Titrationsskurven	122
8.9.2	Gehaltsbestimmung durch Titration	124
8.10	Pufferlösungen	124
8.10.1	Puffersubstanzen und ihre Wirkung	125
8.10.2	Puffergleichung	125
8.10.3	Pufferkapazität	126
8.10.4	pH-Optimum und Pufferbereich	127
8.10.5	Phosphat-Puffer	128
8.10.6	Kohlensäure-Puffer	129
9	Oxidation und Reduktion	133
9.1	Elektronenübergänge bei chemischen Reaktionen	133
9.2	Definitionen	134
9.3	Redox-Teilreaktionen sind umkehrbar	136
9.4	Spannungsreihe	137
9.5	Richtung des Elektronenflusses zwischen Redoxpaaren	138
9.6	Aufstellen von Redoxgleichungen	139
9.6.1	Oxidationsstufen als Hilfsgröße	139
9.6.2	Beispiele für Redoxgleichungen	140
9.7	Elektrochemische Zelle	142
9.8	Elektromotorische Kraft (EMK)	143

9.9	Elektrodenpotenziale	145
9.10	Nernst-Gleichung	148
9.11	Redox- und Säure-Base-Reaktionen im Vergleich	150
9.12	pH-Abhängigkeit von Redoxpotenzialen	150
9.12.1	Normalpotenziale bei pH = 7	150
9.12.2	pH-Bestimmung durch Potenzialmessung	151
9.13	Knallgasreaktion und Atmungskette	152
10	Metallkomplexe	157
10.1	Koordinative Bindung	157
10.2	Aufbau von Metallkomplexen	158
10.3	Chelatkomplexe	161
10.4	Reaktionen mit Metallkomplexen	162
10.4.1	Ligandenaustausch-Reaktionen	162
10.4.2	Stabilität von Metallkomplexen	163
10.5	Durch Komplexbildung beeinflusste Eigenschaften von Metallionen	164
10.6	Bedeutung von Chelatkomplexen	166
 Organische Chemie		
11	Einführung und Kohlenwasserstoffe	171
11.1	Grundlagen	171
11.1.1	Organische Chemie – die chemische Brücke in die Welt des Lebens	171
11.1.2	Bindungsverhältnisse am Kohlenstoff	173
11.1.3	Funktionelle Gruppen am Kohlenstoff	174
11.1.4	Elementare Reaktionstypen am Kohlenstoff	175
11.1.5	Kohlenstoff ist einzigartig	176
11.2	Alkane	178
11.2.1	Summenformel und Struktur	178
11.2.2	Nomenklatur	179
11.2.3	Molekülmodelle	181
11.2.4	Konformationsisomere	181
11.2.5	Physikalische Eigenschaften	183
11.3	Cycloalkane	185
11.3.1	Struktur	185
11.3.2	Konformationen des Cyclohexans	185
11.3.3	Cyclohexanderivate	186
11.4	Reaktionen der Alkane	188
11.4.1	Homolytischer/heterolytischer Bindungsbruch	188
11.4.2	Radikalische Substitution	189
11.4.3	Oxidation der Alkane	192
11.5	Alkene	193
11.5.1	Konstitution und Nomenklatur	193
11.5.2	Geometrische Isomerie	194
11.5.3	Additions-Reaktionen	195
11.5.4	Diene und Polyene	199
11.6	Alkine	202
11.7	Aromaten (Arene)	202
11.7.1	Molekülbau und Mesomerie des Benzols	202
11.7.2	Reaktionen des Benzols	204
11.7.3	Einzelschritte der elektrophilen aromatischen Substitution	206
12	Kinetik chemischer Reaktionen	209
12.1	Von der Thermodynamik zur Kinetik	209
12.2	Reaktionsgeschwindigkeit	210
12.2.1	Geschwindigkeitsgesetz und Reaktionsordnung	210
12.2.2	Molekularität von Reaktionen	212
12.2.3	Temperaturabhängigkeit	212
12.3	Katalyse	214
12.4	Enzymkinetik	215
13	Verbindungen mit einfachen funktionellen Gruppen	219
13.1	Alkanole und Phenole	219
13.1.1	Klassifizierung und Nomenklatur	219

13.1.2	Eigenschaften und Reaktionen	222
13.1.3	Mehrwertige Alkanole und Phenole	225
13.1.4	Wo spielen Alkanole eine Rolle?	226
13.2	Ether	232
13.2.1	Nomenklatur und Eigenschaften	232
13.2.2	Reaktionen	233
13.2.3	Kronenether	235
13.3	Thiole und Thioether	237
13.3.1	Nomenklatur und Eigenschaften	237
13.3.2	Reaktionen	238
13.4	Amine	241
13.4.1	Klassifizierung und Nomenklatur	241
13.4.2	Basizität	242
13.4.3	Salzbildung	243
13.4.4	Beispiele für Amine	243
13.5	Halogenalkane und Halogenaromaten	246
13.6	Nucleophile Substitution	248
13.6.1	Allgemeines	248
13.6.2	Eigenschaften der Reaktionspartner	250
13.6.3	S_N2 -Reaktion	251
13.6.4	S_N1 -Reaktion	251
13.6.5	Vergleich der S_N1 - und S_N2 -Reaktion	252
13.7	Eliminierungen	253
13.7.1	Allgemeines	253
13.7.2	E2-Reaktionen	254
13.7.3	E1-Reaktionen	255
14	Aldehyde und Ketone	257
14.1	Bau und Reaktionsverhalten der Carbonylgruppe	257
14.2	Struktur und Nomenklatur	259
14.3	Herstellung und Eigenschaften	261
14.4	Keto-Enol-Tautomerie	262
14.5	Addition von Wasser und Alkoholen	264
14.6	Addition primärer Amine	266
14.7	Reduktion der Carbonylgruppe	268
14.8	Aldol-Kondensation (C–C-Verknüpfung)	269
15	Chinone	273
15.1	Strukturen der Chinone	273
15.2	Redoxreaktionen	275
16	Carbonsäuren und Carbonsäurederivate	279
16.1	Carbonsäuren	279
16.1.1	Struktur und Nomenklatur	279
16.1.2	Eigenschaften	281
16.1.3	Salzbildung	283
16.1.4	Carbonsäuren mit zusätzlichen funktionellen Gruppen	285
16.2	Carbonsäurederivate	289
16.2.1	Allgemeines	289
16.2.2	Carbonsäurechloride	290
16.2.3	Carbonsäureanhydride	292
16.2.4	Carbonsäureester	293
16.2.5	Thioester	298
16.2.6	Carbonsäureamide	299
17	Derivate anorganischer Säuren	303
17.1	Kohlensäure und Harnstoff	303
17.2	Phosphorsäure	305
17.3	Schwefelsäure	308
17.4	Gibbs-Energie der Hydrolyse	309
18	Stereochemie	313
18.1	Verbindungen mit einem Chiralitätszentrum	313
18.1.1	Grundbegriffe	313
18.1.2	Optische Aktivität	315
18.1.3	Chirale Erkennung und Stereoselektivität	316
18.1.4	Schreibweise und Nomenklatur chiraler Verbindungen	318

18.2	Verbindungen mit zwei Chiralitätszentren	321
18.2.1	Enantiomere und Diastereomere	321
18.2.2	Racemat und Racematspaltung	322
18.2.3	<i>meso</i> -Weinsäure	323
18.3	Zur Struktur organischer Moleküle	324
18.3.1	Arten der Isomerie	324
18.3.2	Konstitution, Konfiguration und Konformation	324
18.3.3	Chiralität bei Arzneimitteln	325
19	Aminosäuren und Peptide	329
19.1	Einfache Aminosäuren	329
19.1.1	Struktur	329
19.1.2	Chiralität	331
19.1.3	Zwitterion	332
19.1.4	Molekülform in Abhängigkeit vom pH-Wert	332
19.1.5	Chelatkomplexe	333
19.1.6	Titrationsskurve und Puffereigenschaften	334
19.1.7	Isoelektrischer Punkt	335
19.1.8	Decarboxylierung zu biogenen Aminen	337
19.1.9	Veresterung und Acylierung	338
19.2	Peptide	340
19.2.1	Peptidbindung und Primärstruktur (Sequenz)	340
19.2.2	Aufbau von Peptidketten	342
19.2.3	Abbau von Peptidketten	344
19.2.4	Sekundärstruktur von Peptiden	344
19.2.5	Zur Raumstruktur von Peptiden und Proteinen	347
19.2.6	Insulin	350
20	Kohlenhydrate	355
20.1	Bausteine und Biopolymere	355
20.2	Monosaccharide	357
20.2.1	Triosen	357
20.2.2	Tetrosen	358
20.2.3	Pentosen	358
20.2.4	Hexosen	359
20.2.5	Eigenschaften und Reaktionen der Monosaccharide	360
20.2.6	Bildung cyclischer Halbacetale, Haworth-Formel	361
20.2.7	Sesselform-Schreibweise der Pyranosen	363
20.2.8	Abgewandelte Monosaccharide	364
20.2.9	Glykoside	366
20.3	Disaccharide	369
20.3.1	Allgemeines	369
20.3.2	Beispiele wichtiger Disaccharide	370
20.4	Polysaccharide	373
20.4.1	Cellulose	373
20.4.2	Stärke	374
20.4.3	Glykogen	375
20.5	Glykolipide und Glykoproteine	377
21	Heterocyclen	381
21.1	Fünfgliedrige Heterocyclen	381
21.2	Sechsgliedrige Heterocyclen	385
21.3	Mehrkernige Heterocyclen	386
21.4	Nucleinsäuren	388
21.5	Riboflavin und Folsäure	392
22	Spektroskopie in Chemie und Medizin	395
22.1	Allgemeines	395
22.2	UV-Spektroskopie	396
22.3	IR-Spektroskopie	399
22.4	NMR-Spektroskopie	400
22.5	Massenspektrometrie	404
22.6	Röntgenstrukturanalyse	405
	Glossar	408
	Sachverzeichnis	420

Medizinische Themen

Auf die Elektronen kommt es an	12	Unterschiedliche Alkoholwirkungen	217
Elementhäufigkeit im menschlichen Körper	20	Methanol ist ein starkes Gift	226
Elemente mit verschiedener Bedeutung	22	Ethanol ist giftig und macht süchtig	227
Radioisotope in der Diagnostik	24	Cholesterin und Arteriosklerose	229
Bor und Yttrium in der Strahlentherapie	25	Vitamine mit OH-Gruppen	230
Es ist nicht alles Gold, was glänzt	29	Inhalationsnarkotika	233
Salze für die Gesundheit	34	Benzpyren und Krebs	235
Was oben fehlt, macht unten krank	42	Wirt-Gast-Beziehung	236
Abkühlung durch Schwitzen	54	Schwefel hat viele Funktionen	239
Haben Zellen eine Wasserleitung?	57	Catecholamine	244
Tyndall-Effekt im Auge	58	Nutzen und Schaden liegen dicht beieinander	244
Taucher leben gefährlich	62	Pestizide	248
Verteilungsprozesse im Körper	63	Formalin in der Anatomie	259
Die Lunge reguliert den Gasaustausch	64	Aceton in der Atemluft	260
Die Niere kontrolliert den Flüssigkeitshaushalt	66	Progesteron im weiblichen Zyklus	261
Osmodiuretika	68	Chloralhydrat	264
Warum Regenwasser oder Meerwasser „giftig“ sind ..	69	Chemie des Sehens	268
Nervenreizleitung, was ist das?	70	Vitamin K, ein Chinon der Blutgerinnung	277
Kann der Mensch leuchten?	83	Ursodeoxycholsäure, eine bärenstarke Gallensäure ..	286
Die Wärmeregulation – das A und O für Wohlbefinden und Gesundheit	84	Prostaglandine sind Gewebshormone	288
Gleichgewicht oder Fließgleichgewicht: Was braucht der Mensch?	92	Aspirin® ist über 100 Jahre alt	293
Das Aussalzen von Proteinen	97	Essenzielle Fettsäuren	296
Salze als Abführmittel	97	Mykotoxine sind weit verbreitet und gefährlich	297
Ionenverteilung im Körper	98	Acetylcholin – ein wichtiger Neurotransmitter	298
Lithiumsalze helfen bei manisch-depressiven Erkrankungen	99	Penicillin, ein β -Lactam-Antibiotikum	300
Nierensteine	101	Ammoniak ist ein Zellgift	305
Knochen- und Zahnbildung	101	Sulfonamide sind Chemotherapeutika bei Infektionskrankheiten	309
Ionenwanderung im Wurzelkanal	104	Phosphor ist ein „anfeuerndes“ Element	310
Säuren und Laugen rufen Verätzungen hervor	116	Die Contergan®-Katastrophe	326
Lebensmittel beeinflussen den Säure-Base-Haushalt	118	Was bedeuten essenzielle Aminosäuren für den Menschen?	331
Allzu viel ist ungesund	121	Histamin – ein Mediator bei Allergien	338
Pufferkapazität des Blutes	130	Nicht nur Zucker schmeckt süß	342
Im Notfall hilft eine Plastiktüte	130	Ein Peptid reguliert den Zuckerstoffwechsel	351
Desinfektion ist unverzichtbar	136	Vitamin C – ein Zuckerderivat	364
Stickstoffoxide machen Karriere	142	Karies und Saccharose	372
Stoffwechselenergie als Stromquelle	145	Lactoseintoleranz und Galaktosämie	372
Power für die Zellen	154	Hyaluronsäure und Heparin – Glykosaminoglykane mit besonderen Eigenschaften	376
Platin in der Krebsterapie	160	Gibt es essenzielle Monosaccharide?	379
Gift oder Botenstoff	167	Hämoglobin und Cytochrom c: Was macht hier das Eisen?	382
Morbus Wilson	168	Nicotin – zwischen Pflanzenschutz und Krebs	384
Paraffine	184	Serotonin und Melatonin. Nachtarbeit als Diabetes-Risiko?	387
Chlorethan und Halothan	191	Coffein macht munter	388
Autooxidation und Antioxidanzien	192	Nucleinsäuren als Angriffsorte für Arzneimittel	391
Benzol ist toxisch	203	Photometrische Blutuntersuchungen	398
Benzol als Baustein	206	Kernspintomographie	403
Jedes Enzym hat seine eigene Kinetik	217	Röntgendiagnostik	406