

Inhaltsverzeichnis

1	Materie, Energie, Leben	1
1.1	Kennzeichen des Lebendigen	3
1.2	Teilen, Wachsen und Vermehren	4
1.3	Chemie und Physik als Basis	5
1.4	Formen, Strukturen und Funktionen in der Natur	7
1.5	Energetik – ohne Energieumsatz ist Leben nicht möglich	8
1.6	Leben und die Hauptsätze der Thermodynamik	10
1.7	Experimente sind Fragen an die Natur	11
1.8	Maße und Messsysteme	13
1.8.1	Skalare und vektorielle Größen	14
1.8.2	Basisgrößen und Basiseinheiten	15
1.8.3	Abgeleitete Einheiten	16
1.8.4	Messfehler	18
1.8.5	Fehlerfortpflanzung	19
1.9	Fragen zum Verständnis	20

Basiswissen Physik

2	Mechanik	23
2.1	Masse	23
2.1.1	Die bekannte Materie im Universum	24
2.1.2	Eigenschaften der Masse	25
2.1.3	Massenkonstanz	27
2.1.4	Volumen und Dichte	28
2.2	Bewegung	28
2.2.1	Bewegungsgröße Geschwindigkeit	28
2.2.2	Geradlinig gleichförmige Bewegung	30
2.2.3	Geradlinig beschleunigte Bewegung	30
2.2.4	Kreisbewegung	32
2.3	Kraft	33

2.3.1	Kraftbegriff	33
2.3.2	Impuls	35
2.3.3	Kraftwirkung „Beschleunigung“	36
2.3.4	Kräftegleichgewicht und Kräfteaddition	36
2.3.5	Schwerkraft (Gravitation)	39
2.3.6	Trägheitskräfte	40
2.3.7	Reibung	41
2.4	Arbeit, Energie und Leistung	42
2.4.1	Arbeit	42
2.4.2	Energiebegriff	43
2.4.3	Energieformen	43
2.4.4	Energieerhaltung	44
2.4.5	Leistung	45
2.5	Drehungen am starren Körper	45
2.5.1	Drehmoment und Hebel	45
2.5.2	Trägheitsmoment	47
2.5.3	Drehimpuls	47
2.6	Verformung fester Körper	48
2.6.1	Elastische und inelastische Verformung	48
2.6.2	Arten der Verformung	49
2.7	Flüssigkeiten und Gase	50
2.7.1	Aggregatzustände	50
2.7.2	Druck	50
2.7.3	Auftrieb	52
2.7.4	Grenzflächenkräfte	53
2.7.5	Strömende Flüssigkeiten	54
2.8	Schwingungen und Wellen	58
2.8.1	Schwingungen	58
2.8.2	Wellen	60
2.8.3	Schall	62
2.8.4	Elektromagnetische Wellen	64
2.9	Fragen zum Verständnis	64
3	Thermodynamik	67
3.1	Thermodynamische Größen	67
3.1.1	Temperatur	67
3.1.2	Wärmemenge und Wärmekapazität	69
3.1.3	Erster Hauptsatz der Thermodynamik	70
3.1.4	Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik	71
3.1.5	Thermodynamische Potenziale und Reaktionsabläufe	72
3.2	Kinetische Gastheorie	77
3.2.1	Ideales Gas	77

3.2.2	Zustandsgleichung des idealen Gases	78
3.2.3	Reale Gase	80
3.3	Wärmetransport	80
3.3.1	Wärmeleitung	80
3.3.2	Wärmeströmung	81
3.3.3	Wärmestrahlung	81
3.4	Phasenübergänge	83
3.4.1	Schmelz- und Siedepunkt	83
3.4.2	Phasengleichgewichte	85
3.5	Fragen zum Verständnis	85
4	Elektrizität und Magnetismus	87
4.1	Elektrostatik	87
4.1.1	Ladung und Feld	87
4.1.2	Potenzial und Potenzialdifferenz	89
4.1.3	Kapazität und Dielektrikum	90
4.1.4	Polarisation im elektrischen Feld	91
4.2	Gleichstrom	92
4.2.1	Elektrischer Strom	92
4.2.2	Widerstand	93
4.2.3	Elektrische Energie und Leistung	96
4.2.4	Strom- und Spannungsmessung	96
4.3	Leistungsarten	97
4.3.1	Leitung in Festkörpern	97
4.3.2	Leitung in Flüssigkeiten	99
4.3.3	Leitung in Gasen	100
4.3.4	Freie Elektronen	101
4.4	Magnetfelder	102
4.4.1	Magnetfelder von Strömen	102
4.4.2	Magnetische Kraft und Drehmoment	103
4.4.3	Magnetismus	105
4.4.4	Induktion	107
4.5	Wechselströme	110
4.5.1	Wechselspannung	110
4.5.2	Leistung	111
4.5.3	Widerstand	111
4.5.4	Schwingkreis	113
4.6	Fragen zum Verständnis	114
5	Optik	115
5.1	Licht	115
5.1.1	Entstehung von Licht	117

5.1.2	Lichteigenschaften	118
5.1.3	Photometrie	119
5.1.4	Sehen und Lichtquellen	120
5.2	Geometrische Optik	122
5.2.1	Geradlinige Ausbreitung des Lichts	122
5.2.2	Reflexion und Streuung	124
5.2.3	Regelmäßig gekrümmte Spiegel (Hohlspiegel)	126
5.2.4	Brechung	127
5.2.5	Linsen und Abbildung	129
5.2.6	Auge und Sehfehler	133
5.3	Wellenoptik	135
5.3.1	Wellennatur des Lichts	136
5.3.2	Interferenz	137
5.3.3	Beugung	137
5.3.4	Polarisation	139
5.3.5	Absorption	140
5.3.6	Farben	141
5.3.7	Röntgenstrahlung	142
5.4	Optische Geräte	143
5.4.1	Lupe	143
5.4.2	Mikroskop	144
5.4.3	Fernrohr und Fernglas	146
5.4.4	Spektrometer	147
5.5	Fragen zum Verständnis	148
6	Atom- und Kernphysik	149
6.1	Atome	149
6.1.1	Bestandteile und Größenordnungen	150
6.1.2	Elemente und Isotope	151
6.2	Quantenmechanik	152
6.2.1	Bau der Atomhülle	153
6.2.2	Orbitale	155
6.3	Atomkerne	159
6.3.1	Kernkräfte	160
6.3.2	Stabilität	161
6.3.3	Radioaktivität	162
6.3.4	Zerfallsgesetz	164
6.3.5	Kernenergie	165
6.4	Ionisierende Strahlung	167
6.4.1	Messgeräte	167
6.4.2	Dosimetrie	169
6.4.3	Strahlenwirkung	170

6.5	Das Periodische System der Elemente	171
6.6	Stoffarten und Stoffgemische	175
6.7	Fragen zum Verständnis	176

Basiswissen Chemie

7	Aggregatzustände und Lösungen	179
7.1	Aggregatzustände sind veränderbar	179
7.2	Wässrige Lösungen sind besondere Flüssigkeiten	183
7.3	Gase	185
7.4	Flüssigkeiten und Lösungen	186
7.5	Feststoffe	189
7.6	Mengen- und Konzentrationsangaben	190
7.7	Das Avogadro'sche Gesetz	193
7.8	Diffusion und Osmose	194
7.9	Fragen zum Verständnis	196
8	Chemische Bindung	199
8.1	Ionenbindung	200
8.1.1	Ionen und Kristallbildung	201
8.1.2	Elektrolyse	202
8.2	Kovalente Bindung: Atom- oder Elektronenpaarbindung	204
8.2.1	Polarisierte Atombindung	208
8.2.2	Wasser als Lösemittel und Brückenbildner	210
8.2.3	Mehrfachbindungen in Gasmolekülen	212
8.3	Koordinative Bindung	213
8.4	Metallische Bindung	217
8.5	Bindungen an Oberflächen und Katalyse	218
8.6	Bindungen in Böden	219
8.7	Fragen zum Verständnis	220
9	Säuren, Basen, Salze	223
9.1	Säuren geben Protonen ab	223
9.2	Basen nehmen Protonen auf	225
9.3	Salze entstehen beim Neutralisieren	227
9.4	Ionennachweise	228
9.4.1	Farbreaktionen	228
9.4.2	Nachweis durch Fällung	230
9.5	Fragen zum Verständnis	231

10	Gleichgewichtsreaktionen	233
10.1	Massenwirkungsgesetz	234
10.2	Das Prinzip vom kleinsten Zwang nach Le Chatelier	238
10.3	Anwendung des Le-Chatelier-Prinzips	240
10.4	Systeme ohne Stillstand: Fließgleichgewichte	242
10.5	Dissipative Muster und biologische Oszillation	243
10.6	Fragen zum Verständnis	244
11	Redox- und Säure/Base-Reaktionen	245
11.1	Abgabe und Aufnahme von Elektronen und Protonen	245
11.1.1	Oxidationszahl oder Oxidationsstufe	246
11.1.2	Aufstellen einer Redox-Gleichung	247
11.1.3	Redox- oder Spannungsreihe	250
11.2	Säure-Base-Reaktionen	252
11.2.1	Protolyse und Protonenübertragung	252
11.2.2	Amphotere Stoffe	254
11.2.3	Erweiterung der Säure-Base-Definition	254
11.2.4	Die Definition von Usanovich	255
11.2.5	Harte und weiche Säuren und Basen (HSAB-Prinzip)	256
11.2.6	Dissoziationsgleichgewicht: Säure- und Basenstärke	256
11.3	Der pH-Wert – die Säure-Base-Reaktion des Wassers	257
11.4	Kationensäuren und Anionenbasen	260
11.5	Hydrolyse	261
11.6	Pufferung	262
11.7	Konzentrationsbestimmung durch Titration	263
11.8	Redox- bzw. Säure-Base-Reaktionen in der belebten Natur	264
11.9	Fragen zum Verständnis	265

Basiswissen Biochemie und Physiologie

12	Stoffe, Energie und Information	269
12.1	Energetische Aspekte	270
12.2	Chemiosmose, aktiver Transport und Gradienten	271
12.3	Information und Grundlagen der Reizbarkeit	274
12.4	Anpassung	275
12.5	Das Haber-Bosch-Verfahren: vom Mangel zum Überschuss	281
12.6	Kooperative Systeme: Regelung und Steuerung	284
12.7	Negative Rückkopplung	286
12.8	Fragen zum Verständnis	288

13	Organische Kohlenstoffverbindungen – eine erste Übersicht	289
13.1	Organische Chemie und Biochemie sind nicht identisch	290
13.2	Organische Stoffe sind Kohlenstoffverbindungen	291
13.3	Alkane bilden die Basis der Biomoleküle	292
13.4	Benennung organischer Verbindungen	295
13.5	Alkene und Alkine sind ungesättigte Kohlenwasserstoffe	298
13.6	Aromaten sind besondere Kohlenstoffringe	301
13.7	Funktionelle Gruppen bestimmen die Reaktivität	304
13.8	Biologisch wichtige Stoffklassen	305
13.8.1	Alkohole	305
13.8.2	Carbonylverbindungen: Aldehyde und Ketone	309
13.8.3	Carbonsäuren	311
13.8.4	Ester	314
13.9	Wichtige Reaktionstypen organischer Moleküle	315
13.9.1	Addition	315
13.9.2	Substitution	317
13.10	Fragen zum Verständnis	318
14	Kohlenstoffhydrate	319
14.1	Isomerien bei Monosacchariden	320
14.2	Moleküldarstellung – die Fischer-Projektion	322
14.3	Ringbildung der Monosaccharide (Halbacetale)	324
14.4	Glycosidbindungen bilden Oligo- und Polysaccharide	328
14.5	Einige Zuckerderivate	333
14.6	Fragen zum Verständnis	336
15	Aminosäuren, Peptide, Proteine	339
15.1	Proteine bestehen aus Aminosäuren	339
15.2	Einige Aminosäurederivate	343
15.2.1	Decarboxylierung führt zu Aminen	343
15.2.2	Aus Aminosäuren leiten sich viele Alkaloide ab	345
15.2.3	Betalaine und Betaine sind weitere Aminosäurederivate	346
15.3	Aminosäuren sind Zwitterionen	347
15.4	Aminosäuren verbinden sich zu Peptiden	348
15.5	Proteine haben eine dreidimensionale Struktur	350
15.5.1	Primärstruktur: Die Reihenfolge entscheidet	350
15.5.2	Sekundärstruktur: Bindungen intra- und intermolekular	351
15.5.3	Tertiärstruktur: Proteine mit Domänen und Motiven	353
15.5.4	Quartärstruktur: Komplexe Proteine mit Untereinheiten	354
15.6	Raumstruktur und Denaturierung	355
15.7	Zur Funktion einiger Peptide	356
15.8	Aufgabenfelder der Proteine	358
15.9	Fragen zum Verständnis	360

16	Enzyme und Enzymwirkungen	361
16.1	Biochemische Reaktionen und Gleichgewicht	361
16.2	Katalysatoren erniedrigen die Aktivierungsenergie	362
16.3	Enzyme arbeiten hochspezifisch	364
16.4	Manche Enzyme benötigen Coenzyme	366
16.5	Enzyme haben besondere kinetische Eigenschaften	368
16.6	Enzymaktivitäten werden reguliert	370
	16.6.1 Kontrolle der Enzymverfügbarkeit	370
	16.6.2 Kontrolle der Enzymaktivität	371
16.7	Die Enzymaktivität hängt von Temperatur und pH-Wert ab	377
16.8	Enzyme tragen genormte Bezeichnungen	378
16.9	Fragen zum Verständnis	379
17	Lipide	381
17.1	Fettsäuren sind langkettige Monocarbonsäuren	381
17.2	Fette sind die Glycerolester verschiedener Carbonsäuren	383
17.3	Biosynthese: Fettsäureketten wachsen immer um C ₂ -Einheiten	385
17.4	Strukturlipide bilden das Grundgerüst einer Membran	386
17.5	Biomembranen enthalten Funktionsproteine	390
17.6	Fragen zum Verständnis	394
18	Nucleotide und Nucleinsäuren	395
18.1	Basen bilden Nucleoside und Nucleotide	397
18.2	Zahlreiche Nucleotide bilden das Polynucleotid der DNA	399
18.3	Die Sekundärstruktur der RNA	404
18.4	Gene gezielt verändern: Die CRISPR/Cas-Technik	406
18.5	Fragen zum Verständnis	408
19	Photosynthese	409
19.1	Die Photosynthese gliedert sich in zwei Reaktionsbereiche	411
19.2	Lichtreaktionen: Pigmentsysteme wandeln Lichtenergie um	412
	19.2.1 Die 1. Lichtreaktion: O ₂ -Entwicklung und ATP-Bildung	414
	19.2.2 Die 2. Lichtreaktion erzeugt NADPH	417
19.3	Biochemie nach der Photochemie: der Calvin-Zyklus	420
	19.3.1 Phase 1: Ribulose-1,5-bisphosphat wird carboxyliert	421
	19.3.2 Phase 2: Reduktion zum Kohlenhydrat	421
	19.3.3 Phase 3: Regeneration des CO ₂ -Akzeptors	423
19.4	Photorespiration ist CO ₂ -Abgabe im Licht	424
19.5	C ₄ -Weg der photosynthetischen C-Assimilation	425
19.6	Photosynthese als komplexer Redox-Prozess	426
19.7	Fragen zum Verständnis	427

20	Atmung	429
20.1	Die Kohlenhydratveratmung verläuft in zwei Teilprozessen	431
20.2	Die Glycolyse ist der Weg von der Hexose zum Pyruvat	432
20.3	Acetyl-Coenzym A ist das zentrale Verbindungsglied	434
20.4	Der Citratzyklus ist ein Redoxprozess	435
20.5	Atmungskette: Gebundener Wasserstoff wird zu Wasser	436
20.6	Gluconeogenese: Zuckersynthese aus Abbauprodukten	440
20.7	Anaerobe Atmung	441
20.8	Fragen zum Verständnis	443
21	Gärung	445
21.1	Unterschiede im terminalen Elektronenakzeptor	446
21.2	Umwandlung von Pyruvat zu Ethanol – die alkoholische Gärung . . .	447
21.3	Milchsäurebildung aus Pyruvat – Homolactische Gärung	448
21.4	Umschalten können – der Pasteur-Effekt	449
21.5	Fragen zum Verständnis	450
	Antworten und Lösungen zu den Fragen	453
	Periodensystem	487
	Zum Weiterlesen	491
	Sachverzeichnis	495