

Inhaltsverzeichnis

1	Materie, Energie, Leben	1
1.1	Kennzeichen des Lebendigen	4
1.2	Teilen, Wachsen und Vermehren	5
1.3	Chemie und Physik als Basis	7
1.4	Formen, Strukturen und Funktionen in der Natur	9
1.5	Energetik – ohne Energieumsatz ist Leben nicht möglich	10
1.6	Leben und die Hauptsätze der Thermodynamik	11
1.7	Experimente sind Fragen an die Natur	12
1.8	Maße und Messsysteme	15
1.8.1	Skalare und vektorielle Größen	15
1.8.2	Basisgrößen und Basiseinheiten	16
1.8.3	Abgeleitete Einheiten	17
1.8.4	Messfehler	19
1.8.5	Fehlerfortpflanzung	21
1.8.6	Griechische Buchstaben	21
1.9	Fragen zum Verständnis	22

Teil I Basiswissen Physik

2	Mechanik	27
2.1	Masse	27
2.1.1	Die bekannte Materie im Universum	28
2.1.2	Eigenschaften der Masse	29
2.1.3	Massenkonstanz	30
2.1.4	Volumen und Dichte	31
2.2	Bewegung	32
2.2.1	Bewegungsgröße Geschwindigkeit	32
2.2.2	Geradlinig gleichförmige Bewegung	34
2.2.3	Geradlinig beschleunigte Bewegung	34
2.2.4	Kreisbewegung	36

2.3	Kraft	37
2.3.1	Kraftbegriff	37
2.3.2	Impuls	39
2.3.3	Kraftwirkung „Beschleunigung“	40
2.3.4	Kräftegleichgewicht und Kräfteaddition	40
2.3.5	Schwerkraft (Gravitation)	43
2.3.6	Trägheitskräfte	44
2.3.7	Reibung	45
2.4	Arbeit, Energie und Leistung	46
2.4.1	Arbeit	46
2.4.2	Energiebegriff	47
2.4.3	Energieformen	47
2.4.4	Energieerhaltung	48
2.4.5	Leistung	49
2.5	Drehungen am starren Körper	49
2.5.1	Drehmoment und Hebel	50
2.5.2	Trägheitsmoment	51
2.5.3	Drehimpuls	52
2.6	Verformung fester Körper	53
2.6.1	Elastische und inelastische Verformung	53
2.6.2	Arten der Verformung	53
2.7	Flüssigkeiten und Gase	54
2.7.1	Aggregatzustände	54
2.7.2	Druck	55
2.7.3	Auftrieb	57
2.7.4	Grenzflächenkräfte	58
2.7.5	Strömende Flüssigkeiten	59
2.8	Schwingungen und Wellen	62
2.8.1	Schwingungen	63
2.8.2	Wellen	65
2.8.3	Schall	67
2.8.4	Elektromagnetische Wellen	69
2.9	Fragen zum Verständnis	69
3	Thermodynamik	71
3.1	Thermodynamische Größen	71
3.1.1	Temperatur	71
3.1.2	Wärmemenge und Wärmekapazität	73
3.1.3	Erster Hauptsatz der Thermodynamik	74
3.1.4	Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik	75
3.1.5	Thermodynamische Potenziale und Reaktionsabläufe	77

3.2	Kinetische Gastheorie	81
3.2.1	Ideales Gas	81
3.2.2	Zustandsgleichung des idealen Gases	83
3.2.3	Reale Gase	84
3.3	Wärmetransport	84
3.3.1	Wärmeleitung	85
3.3.2	Wärmeströmung	85
3.3.3	Wärmestrahlung	86
3.4	Phasenübergänge	89
3.4.1	Schmelz- und Siedepunkt	89
3.4.2	Phasengleichgewichte	91
3.5	Die Erdatmosphäre	91
3.6	Fragen zum Verständnis	94
4	Elektrizität und Magnetismus	97
4.1	Elektrostatik	97
4.1.1	Ladung und Feld	97
4.1.2	Potenzial und Potenzialdifferenz	99
4.1.3	Kapazität und Dielektrikum	100
4.1.4	Polarisation im elektrischen Feld	101
4.2	Gleichstrom	102
4.2.1	Elektrischer Strom	102
4.2.2	Widerstand	103
4.2.3	Elektrische Energie und Leistung	105
4.2.4	Strom- und Spannungsmessung	106
4.3	Leistungsarten	106
4.3.1	Leitung in Festkörpern	107
4.3.2	Leitung in Flüssigkeiten	109
4.3.3	Leitung in Gasen	110
4.3.4	Freie Elektronen	111
4.4	Magnetfelder	111
4.4.1	Magnetfelder von Strömen	112
4.4.2	Magnetische Kraft und Drehmoment	113
4.4.3	Magnetismus	115
4.4.4	Induktion	117
4.5	Wechselströme	120
4.5.1	Wechselspannung	120
4.5.2	Leistung	121
4.5.3	Widerstand	121
4.5.4	Schwingkreis	123
4.6	Fragen zum Verständnis	124

5	Optik	125
5.1	Licht	125
5.1.1	Entstehung von Licht	125
5.1.2	Lichteigenschaften	128
5.1.3	Photometrie	129
5.1.4	Sehen und Lichtquellen	130
5.2	Geometrische Optik	131
5.2.1	Geradlinige Ausbreitung des Lichts	131
5.2.2	Reflexion und Streuung	134
5.2.3	Regelmäßig gekrümmte Spiegel (Hohlspiegel)	135
5.2.4	Brechung	136
5.2.5	Linsen und Abbildung	139
5.2.6	Auge und Sehfehler	143
5.3	Wellenoptik	145
5.3.1	Wellennatur des Lichts	145
5.3.2	Interferenz	146
5.3.3	Beugung	147
5.3.4	Polarisation	148
5.3.5	Absorption	150
5.3.6	Farben	151
5.3.7	Röntgenstrahlung	152
5.4	Optische Geräte	153
5.4.1	Lupe	153
5.4.2	Mikroskop	154
5.4.3	Fernrohr und Fernglas	156
5.4.4	Spektrometer	157
5.5	Fragen zum Verständnis	157
6	Atom- und Kernphysik	159
6.1	Atome	159
6.1.1	Bestandteile und Größenordnungen	159
6.1.2	Elemente und Isotope	161
6.2	Quantenmechanik	163
6.2.1	Bau der Atomhülle	163
6.2.2	Orbitale	165
6.3	Atomkerne	170
6.3.1	Kernkräfte	170
6.3.2	Stabilität	172
6.3.3	Radioaktivität	173
6.3.4	Zerfallsgesetz	175
6.3.5	Kernenergie	176

6.4	Ionisierende Strahlung	178
6.4.1	Messgeräte	178
6.4.2	Dosimetrie	180
6.4.3	Strahlenwirkung	181
6.5	Das Periodische System der Elemente.	183
6.6	Stoffarten und Stoffgemische.	186
6.7	Fragen zum Verständnis	187

Teil II Chemie

7	Aggregatzustände und Lösungen	191
7.1	Aggregatzustände sind veränderbar	191
7.2	Wässrige Lösungen sind besondere Flüssigkeiten.	194
7.3	Gase	197
7.4	Flüssigkeiten und Lösungen	198
7.5	Feststoffe	201
7.6	Mengen- und Konzentrationsangaben	202
7.7	Das Avogadro'sche Gesetz.	205
7.8	Diffusion und Osmose	206
7.9	Fragen zum Verständnis	209
8	Chemische Bindung	211
8.1	Ionenbindung	212
8.1.1	Ionen und Kristallbildung	213
8.1.2	Elektrolyse	214
8.2	Kovalente Bindung: Atom- oder Elektronenpaarbindung	216
8.2.1	Polarisierte Atombindung	220
8.2.2	Wasser als Lösemittel und Brückenbildner	222
8.2.3	Mehrfachbindungen in Gasmolekülen	224
8.3	Koordinative Bindung	226
8.4	Metallische Bindung	229
8.5	Bindungen an Oberflächen und Katalyse.	230
8.6	Bindungen in Böden	231
8.7	Fragen zum Verständnis	233
9	Säuren, Basen, Salze	235
9.1	Säuren geben Protonen ab	235
9.2	Basen nehmen Protonen auf.	236
9.3	Salze entstehen beim Neutralisieren	239
9.4	Ionennachweise	240
9.4.1	Farbreaktionen	240
9.4.2	Nachweis durch Fällung.	242
9.5	Fragen zum Verständnis	243

10	Gleichgewichtsreaktionen	245
10.1	Massenwirkungsgesetz	246
10.2	Das Prinzip vom kleinsten Zwang nach Le Chatelier	250
10.3	Anwendung des Le-Chatelier-Prinzips	252
10.4	Systeme ohne Stillstand: Fließgleichgewichte.	254
10.5	Dissipative Muster und biologische Oszillation	255
10.6	Fragen zum Verständnis	256
11	Redox- und Säure/Base-Reaktionen	257
11.1	Abgabe und Aufnahme von Elektronen und Protonen.	257
11.1.1	Oxidationszahl oder Oxidationsstufe.	257
11.1.2	Aufstellen einer Redox-Gleichung.	259
11.1.3	Redox- oder Spannungsreihe	262
11.2	Säure-Base-Reaktionen	264
11.2.1	Protolyse und Protonenübertragung.	264
11.2.2	Amphotere Stoffe.	266
11.2.3	Erweiterung der Säure-Base-Definition.	266
11.2.4	Die Definition von Usanovich	267
11.2.5	Harte und weiche Säuren und Basen (HSAB-Prinzip)	268
11.2.6	Dissoziationsgleichgewicht: Säure- und Basenstärke	268
11.3	Der pH-Wert – die Säure-Base-Reaktion des Wassers.	269
11.4	Kationensäuren und Anionenbasen	271
11.5	Hydrolyse.	272
11.6	Pufferung	273
11.7	Konzentrationsbestimmung durch Titration.	274
11.8	Redox- bzw. Säure-Base-Reaktionen in der belebten Natur	276
11.9	Fragen zum Verständnis	277
 Teil III Basiswissen Biochemie und Physiologie		
12	Stoffe, Energie und Information	281
12.1	Energetische Aspekte	281
12.2	Chemiosmose, aktiver Transport und Gradienten	282
12.3	Information und Grundlagen der Reizbarkeit	285
12.4	Anpassung	287
12.5	Das Haber-Bosch-Verfahren: vom Mangel zum Überschuss	293
12.6	Kooperative Systeme: Regelung und Steuerung	298
12.7	Negative Rückkopplung.	300
12.8	Fragen zum Verständnis	302
13	Organische Kohlenstoffverbindungen – eine erste Übersicht.	305
13.1	Organische Chemie und Biochemie sind nicht identisch.	305
13.2	Organische Stoffe sind Kohlenstoffverbindungen	306

13.3	Alkane bilden die Basis der Biomoleküle	307
13.4	Benennung organischer Verbindungen.	310
13.5	Alkene und Alkine sind ungesättigte Kohlenwasserstoffe.	314
13.6	Aromaten sind besondere Kohlenstoffringe.	316
13.7	Funktionelle Gruppen bestimmen die Reaktivität	320
13.8	Biologisch wichtige Stoffklassen.	320
13.8.1	Alkohole.	321
13.8.2	Carbonylverbindungen: Aldehyde und Ketone	325
13.8.3	Carbonsäuren	327
13.8.4	Ester	330
13.9	Wichtige Reaktionstypen organischer Moleküle	331
13.9.1	Addition	332
13.9.2	Substitution	333
13.10	Fragen zum Verständnis	334
14	Kohlenstoffhydrate	337
14.1	Isomeren bei Monosacchariden	338
14.2	Moleküldarstellung – die Fischer-Projektion.	340
14.3	Ringbildung der Monosaccharide (Halbacetale)	342
14.4	Glycosidbindungen bilden Oligo- und Polysaccharide	346
14.5	Einige Zuckerderivate	351
14.6	Fragen zum Verständnis	354
15	Aminosäuren, Peptide, Proteine	357
15.1	Proteine bestehen aus Aminosäuren.	357
15.2	Einige Aminosäurederivate	361
15.2.1	Decarboxylierung führt zu Aminen	361
15.2.2	Aus Aminosäuren leiten sich viele Alkaloide ab	363
15.2.3	Betalaine und Betaine sind weitere Aminosäurederivate.	364
15.3	Aminosäuren sind Zwitterionen.	364
15.4	Aminosäuren verbinden sich zu Peptiden	366
15.5	Proteine haben eine dreidimensionale Struktur	367
15.5.1	Primärstruktur: Die Reihenfolge entscheidet.	368
15.5.2	Sekundärstruktur: Bindungen intra- und intermolekular.	368
15.5.3	Tertiärstruktur: Proteine mit Domänen und Motiven.	371
15.5.4	Quartärstruktur: Komplexe Proteine mit Untereinheiten.	372
15.6	Raumstruktur und Denaturierung	373
15.7	Zur Funktion einiger Peptide	374
15.8	Aufgabenfelder der Proteine	376
15.9	Fragen zum Verständnis	378
16	Enzyme und Enzymwirkungen	379
16.1	Biochemische Reaktionen und Gleichgewicht	379

16.2	Katalysatoren erniedrigen die Aktivierungsenergie	380
16.3	Enzyme arbeiten hochspezifisch	381
16.4	Manche Enzyme benötigen Coenzyme	385
16.5	Enzyme haben besondere kinetische Eigenschaften	387
16.6	Enzymaktivitäten werden reguliert	389
16.6.1	Kontrolle der Enzymverfügbarkeit.	389
16.6.2	Kontrolle der Enzymaktivität.	389
16.7	Die Enzymaktivität hängt von Temperatur und pH-Wert ab	395
16.8	Enzyme tragen genormte Bezeichnungen	396
16.9	Fragen zum Verständnis	397
17	Lipide	399
17.1	Fettsäuren sind langkettige Monocarbonsäuren.	399
17.2	Fette sind die Glycerolester verschiedener Carbonsäuren	401
17.3	Biosynthese: Fettsäureketten wachsen immer um C ₂ -Einheiten	402
17.4	Strukturlipide bilden das Grundgerüst einer Membran	403
17.5	Biomembranen enthalten Funktionsproteine	407
17.6	Fragen zum Verständnis	411
18	Nucleotide und Nucleinsäuren	413
18.1	Ein knapper Überblick im Zeitraffer	413
18.2	Basen bilden Nucleoside und Nucleotide	415
18.3	Zahlreiche Nucleotide bilden das Polynucleotid der DNA	417
18.4	Die Sekundärstruktur der RNA	422
18.5	Gene gezielt verändern: Die CRISPR/Cas-Technik.	423
18.6	mRNA ist ein revolutionär innovatives Medikament.	426
18.7	Fragen zum Verständnis	427
19	Photosynthese	429
19.1	Die Photosynthese gliedert sich in zwei Reaktionsbereiche	430
19.2	Lichtreaktionen: Pigmentsysteme wandeln Lichtenergie um	432
19.2.1	Die 1. Lichtreaktion: O ₂ -Entwicklung und ATP-Bildung	434
19.2.2	Die 2. Lichtreaktion erzeugt NADPH	437
19.3	Biochemie nach der Photochemie: der Calvin-Zyklus	439
19.3.1	Phase 1: Ribulose-1,5-bisphosphat wird carboxyliert	440
19.3.2	Phase 2: Reduktion zum Kohlenhydrat	441
19.3.3	Phase 3: Regeneration des CO ₂ -Akzeptors	442
19.4	Photorespiration ist CO ₂ -Abgabe im Licht	444
19.5	C ₄ -Weg der photosynthetischen C-Assimilation	445
19.6	Photosynthese als komplexer Redox-Prozess	446
19.7	Fragen zum Verständnis	447

20	Atmung	449
20.1	Die Kohlenhydratveratmung verläuft in zwei Teilprozessen	451
20.2	Die Glycolyse ist der Weg von der Hexose zum Pyruvat	452
20.3	Acetyl-Coenzym A ist das zentrale Verbindungsglied.	454
20.4	Der Citratzyklus ist ein Redoxprozess	455
20.5	Atmungskette: Gebundener Wasserstoff wird zu Wasser.	456
20.6	Gluconeogenese: Zuckersynthese aus Abbauprodukten	460
20.7	Anaerobe Atmung	461
20.8	Fragen zum Verständnis	463
21	Gärung	465
21.1	Unterschiede im terminalen Elektronenakzeptor	466
21.2	Umwandlung von Pyruvat zu Ethanol – die alkoholische Gärung	466
21.3	Milchsäurebildung aus Pyruvat – Homolactische Gärung.	467
21.4	Umschalten können – der Pasteur-Effekt.	469
21.5	Fragen zum Verständnis	470
	Antworten und Lösungen zu den Fragen	473
	Periodensystem	509
	Zum Weiterlesen	511
	Stichwortverzeichnis	515