

Inhaltsverzeichnis

1	Hors d’Oeuvre	1
1.1	Wissenschaftliche Revolution	1
1.2	Physik im 20. Jahrhundert	3
1.3	Struktur der Materie	4
1.4	Die fundamentalen Wechselwirkungen	6
1.5	Einheiten	8
1.6	Messfehler	9
2	Kinematik	13
2.1	Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung	13
2.2	Addition zweier Geschwindigkeiten	16
2.3	Kreisbewegung	19
3	Dynamik	21
3.1	Masse, Impuls und Impulserhaltung	22
3.2	Kraft	26
3.2.1	Proton im elektrischen Feld	27
3.2.2	Schwere Masse	27
3.3	Drehimpuls und Drehimpulserhaltung	29
3.3.1	Schwerpunkt	32
3.4	Drehmoment	34
3.4.1	Bewegungsgleichung der Rotation	36
3.5	Energie und Arbeit	36
3.6	Mechanik und Sport	38
3.6.1	Stabhochsprung	38
3.6.2	Peitscheneffekt im Sport	39

4 Stoß, Oszillator und Kreisel	43
4.1 Elastischer und inelastischer Stoß	43
4.2 Federpendel, Harmonischer Oszillatator	46
4.2.1 Potential des Harmonischen Oszillators	47
4.3 Quantenmechanischer Harmonischer Oszillatator	49
4.4 Klassischer Kreisel	51
4.5 Quantenmechanischer Kreisel	53
5 Gravitation	55
5.1 Sonne–Erde–Mond	55
5.1.1 Erde auf einer Kreisbahn	56
5.1.2 Ortsgebundener Satellit	57
5.1.3 Mondanziehung	59
5.1.4 Gezeiten	59
5.2 Sonnensystem	61
5.3 Milchstraße	63
5.3.1 Schwarzes Loch in der Mitte der Milchstraße	65
5.4 Determinismus und Deterministisches Chaos	67
5.5 Die Masse des Lichts: $E = mc^2$	69
5.5.1 Schwarzschildradius und Ereignishorizont	72
6 Flüssigkeit und Gas	75
6.1 Druck als Folge der Erdanziehung	75
6.1.1 Wasserdruk	75
6.1.2 Barometrische Höhenformel	77
6.1.3 Archimedisches Prinzip	79
6.2 Strömung nach Bernoulli und Venturi	80
6.2.1 Blutkreislauf	82
6.2.2 Physik des Fliegens	84
6.2.3 Wind-Druck-Abhängigkeit	86
6.3 Kohäsion und Adhäsion	87
7 Kinetische Theorie der Wärme	91
7.1 Ideales Gas	91
7.2 Reales Gas	95
7.3 Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung	96
7.4 Spezifische Molwärme von Gasen	98
7.4.1 Spezifische Molwärme bei konstantem Volumen c_V	98
7.4.2 Spezifische Molwärme bei konstantem Druck c_p	100
7.5 Spezifische Molwärmen kristalliner Substanzen	101
7.6 Spezifische Molwärme von Flüssigkeiten	102
7.7 Phasenübergänge	103

7.8	Wärmemaschinen	105
7.8.1	Wärmepumpe	109
7.9	Diffusion und Osmose	109
7.10	Wärmetransport	113
7.10.1	Wärmeleitung	114
7.10.2	Konvektion	115
7.10.3	Strahlung	115
8	Entropie	117
8.1	Abgeschlossene Systeme	117
8.1.1	Zeitrichtung	122
8.2	Offene Systeme	123
8.2.1	Selbstorganisation	126
9	Mechanische Wellen	129
9.1	Eindimensionale, longitudinale und transversale Wellen	130
9.1.1	Phasengeschwindigkeit	131
9.2	Energie und Impuls der Welle	133
9.3	Reflexion, Transmission und Absorption	134
9.4	Stehende Wellen	135
9.5	Wasserwellen	137
9.6	Interferenz und Beugung der Wasserwellen	138
9.7	Schall	140
9.7.1	Schallwellen im Gas	140
9.7.2	Dopplereffekt	141
9.7.3	Schockwellen	143
9.7.4	Ultraschall	143
9.7.5	Infraschall	145
10	Elektromagnetische Wechselwirkung	149
10.1	Elementarladung	149
10.2	Das magnetische Feld und das magnetische Moment des Elektrons	153
10.3	Elektrische Spannung und elektrischer Strom	155
10.3.1	Elektrischer Strom in Metallen	156
10.3.2	Strom in Lösungen	158
10.3.3	Batterie	159
10.3.4	Widerstand	161
10.3.5	Kondensator	162
10.4	Elektrizität in der Biologie	164
10.4.1	Elektrische Eigenschaften der Zellmembran	166
10.5	Magnetfeld und magnetische Induktion	170

10.5.1 Spule	173
10.5.2 Transformator	174
10.5.3 Elektromagnetischer Schwingkreis	175
10.5.4 Stromgenerator	176
10.5.5 Elektromotor	178
10.6 Maxwellgleichungen	178
10.7 Energietransport	181
11 Elektromagnetische Wellen	183
11.1 Lichtgeschwindigkeit	184
11.2 Relativitätstheorie	187
11.2.1 Es gibt keinen absoluten Raum	187
11.2.2 Es gibt keine absolute Zeit	189
11.2.3 Längenkontraktion	190
11.2.4 Äquivalenz von Masse und Energie	191
11.3 Experimentelle Bestätigung von Dilatation und Kontraktion	192
11.4 Strahlungsquellen	194
11.5 Atomspektren	195
11.6 Laser	199
11.7 Röntgenstrahlung	201
11.7.1 Bremsstrahlung	201
11.7.2 Charakteristische Röntgenstrahlung	203
11.7.3 Röntgenspektroskopie	204
11.8 Wärmestrahlung	207
12 Optik	211
12.1 Reflexion und Brechung	211
12.2 Geometrische Optik	213
12.2.1 Linse	213
12.2.2 Auge	215
12.2.3 Lupe und Mikroskop	216
12.2.4 Spiegelteleskop	218
12.3 Das Sehen	220
13 Quantenmechanik – Die wesentlichen Begriffe	221
13.1 Photon	221
13.1.1 Photoeffekt	221
13.1.2 Comptonstreuung	223
13.1.3 Ist das Photon ein Teilchen oder eine Welle?	224
13.2 Elektron	225
13.2.1 Das Elektron ist ein Teilchen	225
13.2.2 Das Elektron ist eine Welle	226

13.3 Heisenbergsche Unschärferelation	229
13.4 Das virtuelle Photon	231
13.5 Wellenfunktion	232
13.5.1 Unendliches Kastenpotential	234
13.5.2 Harmonisches Potential	235
13.5.3 Endliches Kastenpotential	236
13.5.4 Tunneln durch eine Potentialbarriere	237
13.6 Strahlungsübergänge	239
13.7 Elektronen sind Fermionen, Photonen sind Bosonen	239
14 Atome	241
14.1 Wasserstoffatom	243
14.2 Die vier Quantenzahlen des Wasserstoffatoms	245
14.3 Periodensystem der Elemente	248
15 Moleküle	253
15.1 Starke chemische Bindung	253
15.1.1 Kovalente Bindung	253
15.1.2 Metallische Bindung	254
15.1.3 Ionische Bindung	255
15.1.4 Geometrie der Moleküle	256
15.2 Wasserstoffbrückenbindung	258
15.3 Van-der-Waals-Bindung	260
15.4 Bindungscocktails	261
15.4.1 Graphit	261
15.4.2 Faltung	262
16 Kondensierte Materie	265
16.1 Kovalente Kristalle	265
16.2 Ionische Kristalle	269
16.3 Eis	270
16.4 Van-der-Waals-Kristalle	270
16.5 Metalle	271
17 Quarks, Nukleonen und Kerne	275
17.1 Starke Wechselwirkung	276
17.2 Schwache Wechselwirkung	278
17.2.1 β^- -Zerfall	278
17.2.2 Quarkspektroskopie	278
17.3 Kernbindungsenergie	280
17.3.1 Stabile Isotope	282
17.4 Fusionsreaktor Sonne	284

17.5 Elementsynthese	286
17.6 Spaltung	289
17.7 Radioaktivität	289
17.7.1 Geothermale Energiequellen	291
17.7.2 Das Alter des Sonnensystems	293
17.7.3 Umweltradioaktivität	294
18 Expandierendes Universum	297
18.1 Kosmische Rotverschiebung und Expansion	297
18.2 Das Big-Bang/Urknall-Modell	300
Weiterführende Literatur	305
Sachverzeichnis	307