

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	40

4	Stoß, Oszillator und Kreisel	43
4.1	Elastischer und inelastischer Stoß	43
4.1.1	Elastischer Frontalstoß	43
4.1.2	Billard-Karambolage	45
4.1.3	Inelastischer Stoß	46
4.2	Federpendel, Harmonischer Oszillator	47
4.2.1	Potential des Harmonischen Oszillators	49
4.3	Quantenmechanischer Harmonischer Oszillator	51
4.4	Klassischer Kreisel	53
4.5	Quantenmechanischer Kreisel	55
5	Gravitation	57
5.1	Sonne–Erde–Mond	60
5.1.1	Erde auf einer Kreisbahn	61
5.1.2	Ortsgebundener Satellit	62
5.1.3	Mondanziehung	63
5.1.4	Gezeiten	64
5.1.5	Erde als Kreisel	66
5.2	Sonnensystem	68
5.3	Milchstraße	70
5.3.1	Schwarzes Loch in der Mitte der Milchstraße	71
5.4	Determinismus und Deterministisches Chaos	74
5.4.1	Entstehung des Sonnensystems	75
5.5	Das Licht hat auch eine Masse: $E = mc^2$	76
5.5.1	Schwarzschildradius und Ereignishorizont	81
6	Flüssigkeit und Gas	83
6.1	Druck als Folge der Erdanziehung	83
6.1.1	Wasserdruck	83
6.1.2	Barometrische Höhenformel	85
6.1.3	Archimedisches Prinzip	87
6.2	Strömung nach Bernoulli und Venturi	88
6.2.1	Blutkreislauf	90
6.2.2	Physik des Fliegens	92
6.2.3	Wind-Druck-Abhängigkeit	94
6.3	Kohäsion und Adhäsion	95
7	Kinetische Theorie der Wärme	99
7.1	Ideales Gas	99
7.2	Reales Gas	103
7.3	Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung	104
7.4	Spezifische Molwärme von Gasen	106

7.4.1	Spezifische Molwärme bei konstantem Volumen c_V ..	106
7.4.2	Spezifische Molwärme bei konstantem Druck c_p	108
7.5	Spezifische Molwärmen kristalliner Substanzen	109
7.6	Spezifische Molwärme von Flüssigkeiten	110
7.7	Phasenübergänge	111
7.8	Wärmemaschinen	113
7.8.1	Wärmepumpe	116
7.9	Diffusion und Osmose	117
7.10	Wärmetransport	121
7.10.1	Wärmeleitung	122
7.10.2	Konvektion	123
7.10.3	Strahlung	123
8	Entropie	125
8.1	Abgeschlossene Systeme	125
8.1.1	Zeitrichtung	131
8.2	Offene Systeme	132
8.2.1	Selbstorganisation	134
9	Mechanische Wellen	137
9.1	Eindimensionale, longitudinale und transversale Wellen	138
9.1.1	Phasengeschwindigkeit	139
9.2	Energie und Impuls der Welle	141
9.3	Reflexion, Transmission und Absorption	142
9.4	Stehende Wellen	143
9.5	Wasserwellen	145
9.6	Interferenz und Beugung der Wasserwellen	146
9.7	Schall	148
9.7.1	Schallwellen im Gas	148
9.7.2	Dopplereffekt	149
9.7.3	Schockwellen	151
9.7.4	Ultraschall	151
9.7.5	Infraschall	153
10	Elektromagnetische Wechselwirkung	157
10.1	Elementarladung	157
10.2	Das magnetische Feld und das magnetische Moment des Elektrons	161
10.3	Elektrische Spannung und elektrischer Strom	163
10.3.1	Elektrischer Strom in Metallen	164
10.3.2	Strom in Lösungen	165
10.3.3	Batterie	167

10.3.4 Widerstand	168
10.3.5 Kondensator	169
10.4 Elektrizität in der Biologie	172
10.4.1 Elektrische Eigenschaften der Zellmembran	174
10.5 Magnetfeld und magnetische Induktion	178
10.5.1 Spule	181
10.5.2 Transformator	182
10.5.3 Elektromagnetischer Schwingkreis	184
10.5.4 Stromgenerator	185
10.5.5 Elektromotor	186
10.6 Maxwellgleichungen	187
10.7 Energietransport	189
11 Elektromagnetische Wellen	191
11.1 Lichtgeschwindigkeit	191
11.2 Relativitätstheorie	195
11.2.1 Es gibt keinen absoluten Raum	195
11.2.2 Es gibt keine absolute Zeit	197
11.2.3 Längenkontraktion	197
11.2.4 Äquivalenz von Masse und Energie	199
11.3 Experimentelle Bestätigung von Dilatation und Kontraktion ..	200
11.4 Strahlungsquellen	202
11.5 Atomspektren	204
11.6 Laser	207
11.7 Röntgenstrahlung	209
11.7.1 Bremsstrahlung	209
11.7.2 Charakteristische Röntgenstrahlung	211
11.7.3 Röntgenspektroskopie	212
11.8 Wärmestrahlung	215
12 Optik	219
12.1 Reflexion und Brechung	219
12.1.1 Regenbogen	221
12.1.2 Sonnenuntergang	222
12.1.3 Totalreflexion	224
12.2 Geometrische Optik	225
12.2.1 Linse	226
12.2.2 Auge	227
12.2.3 Lupe und Mikroskop	228
12.2.4 Spiegelteleskop	229
12.3 Das Sehen	232

13	Quantenmechanik – Die wesentlichen Begriffe	233
13.1	Photon	233
13.1.1	Photoeffekt	233
13.1.2	Comptonstreuung	235
13.1.3	Ist das Photon ein Teilchen oder eine Welle?	236
13.2	Elektron	237
13.2.1	Das Elektron ist ein Teilchen	237
13.2.2	Das Elektron ist eine Welle	238
13.2.3	Elektronenmikroskop	240
13.3	Heisenbergsche Unschärferelation	242
13.4	Das virtuelle Photon	244
13.5	Wellenfunktion	246
13.5.1	Unendliches Kastenpotential	247
13.5.2	Harmonisches Potential	249
13.5.3	Endliches Kastenpotential	249
13.5.4	Tunneln durch eine Potentialbarriere	250
13.6	Strahlungsübergänge	254
13.7	Elektronen sind Fermionen, Photonen sind Bosonen	254
14	Atome	257
14.1	Wasserstoffatom	258
14.2	Die vier Quantenzahlen des Wasserstoffatoms	260
14.3	Periodensystem der Elemente	263
15	Moleküle	267
15.1	Starke chemische Bindung	267
15.1.1	Kovalente Bindung	267
15.1.2	Metallische Bindung	268
15.1.3	Ionische Bindung	269
15.1.4	Geometrie der Moleküle	270
15.1.5	Mikrowelle	272
15.2	Wasserstoffbrückenbindung	273
15.3	Van-der-Waals-Bindung	275
15.4	Bindungscocktails	276
15.4.1	Graphit	276
15.4.2	Faltung	277
16	Kondensierte Materie	279
16.1	Kovalente Kristalle	279
16.2	Ionische Kristalle	283
16.2.1	Piezoelektrizität	284
16.3	Eis	286

16.4 Van-der-Waals-Kristalle	286
16.5 Metalle	287
17 Quarks, Nukleonen und Kerne	291
17.1 Starke Wechselwirkung	294
17.2 Schwache Wechselwirkung	296
17.2.1 β^- -Zerfall	296
17.2.2 Quarkspektroskopie	297
17.3 Kernbindungsenergie	297
17.3.1 Stabile Isotope	301
17.4 Fusionsreaktor Sonne	301
17.5 Elementsynthese	305
17.6 Spaltung	307
17.7 Radioaktivität	309
17.7.1 Geothermale Energiequellen	309
17.7.2 Das Alter des Sonnensystems	310
17.7.3 Umweltradioaktivität	312
18 Expandierendes Universum	315
18.1 Kosmische Rotverschiebung und Expansion	315
18.2 Das Big-Bang/Urknall-Modell	318
Mathematisches Werkzeug	323
A.1 Differentialrechnung	323
A.1.1 Ableitung von s nach t	323
A.1.2 Ableitung von $e^{-\lambda t}$	325
A.1.3 Ableitung von $\sin(\omega t)$ und $\cos(\omega t)$	326
A.2 Integral, unbestimmtes und bestimmtes	328
A.3 Vektorrechnung	330
A.4 Komplexe Zahlen	332
Weiterführende Literatur	335
Sachverzeichnis	337