

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	9		
1.1	Womit sich die Physik beschäftigt	9	3.3.4	Kreisfrequenz 31
1.2	Messen einer Größe	9	3.3.5	Winkelbeschleunigung 31
1.2.1	Zeit, Zeitdauer	9	3.4	Konstante Winkelgeschwindigkeit 32
1.2.2	Länge	10	3.4.1	Radialbeschleunigung a_r 32
1.2.3	Materie, Masse	10	3.5	Konstante Winkelbeschleunigung 33
1.3	Die physikalische Größe	12	4	Newtonsche Mechanik 35
1.4	Dimension	12	4.1	Erstes Newtonsches Axiom . . . 35
1.5	Messfehler	13	4.2	Zweites Newtonsches Axiom . . 35
1.5.1	Mittelwert \bar{x}	13	4.2.1	Impuls \vec{p} 35
1.5.2	Die Varianz s^2	13	4.3	Drittes Newtonsches Axiom . . . 37
1.5.3	Fehler des Mittelwertes $\Delta\bar{x}$. . . 14		4.4	Reibung 39
1.5.4	Fehlerfortpflanzung	14	5	Kräfte in rotierenden Koordina-
1.5.5	Gültige Ziffern	16		tensysteme 41
1.6	Skalare, Vektoren	16	5.1	Geschwindigkeit 41
1.6.1	Vektoraddition	17	5.2	Beschleunigung 43
1.6.2	Multiplikation mit einer Zahl . . 19		5.2.1	Corioliskraft 43
1.6.3	Das Skalarprodukt	19	5.2.2	Zentrifugalkraft 43
1.6.4	Einheitsvektoren	20	6	Das Gravitationsgesetz 45
2	1D-Bewegung	21	6.1	Die Gravitationskraft F_G 45
2.1	Ortsvektor \vec{r}	21	6.2	Das Gravitationsfeld \vec{E}_G 46
2.2	Geschwindigkeit v	22	6.3	Bemerkung zu den Kräften . . . 47
2.3	Beschleunigung a	23	7	Arbeit, Energie, Leistung 49
2.3.1	Konstante Beschleunigung . . . 24		7.1	Arbeit 49
2.4	Elimination der Zeit t	25	7.2	Kinetische Energie E_K 51
2.5	Nicht konstante Beschleunigung 25		7.3	Potentielle Energie E_P 51
3	2D-Bewegung	27	7.4	Leistung P 53
3.1	Verschiebungsvektor $\Delta\vec{r}$	27	8	Starre Körper 55
3.2	Geschwindigkeit	27	8.1	Der Masseschwerpunkt \vec{r}_{cm} . . . 55
3.3	Beschleunigung	28	8.2	\vec{v}_{cm} und \vec{a}_{cm} 56
3.3.1	Konstante Beschleunigung . . . 29		8.3	Der Schwerpunktsimpuls \vec{p}_{cm} . . 57
3.3.2	Bogen	30		
3.3.3	Winkelgeschwindigkeit	31		

8.4	Impulserhaltung	57	10.1.9	Wellengleichung	88
8.4.1	Elastischer Stoß	58	10.1.10	Stehende Welle	89
8.4.2	Eindimensionaler Stoß	58			
8.4.3	Zweidimensionaler Stoß	58	11	Thermodynamik	91
8.5	Trägheitsmoment J	59	11.1	Die Zustandsgrößen p, V, T . . .	93
8.6	Steinerscher Satz	62	11.2	Zustandsgleichung idealer Gase .	93
8.6.1	Rollen	62	11.2.1	Gesetz von Boyle und Mariotte .	94
8.7	Drehmoment \vec{M}	63	11.2.2	Gesetze von Gay-Lussac	95
8.7.1	Hebel	63	11.3	Zustandsdiagramme	96
8.7.2	Arbeit bei Rotationsbewegungen	66	11.4	Dampf-Druck-Kurve	97
8.7.3	Leistung und Drehmoment . . .	66	11.5	Spezifische Wärme	99
8.7.4	Getriebe, Drehmomentwandler .	66	11.6	Thermodynamische Prozesse . .	101
8.8	Der Drehimpuls l	67	11.7	Wärme und Volumenarbeit . . .	101
8.8.1	Gesamtdrehimpuls L	68	11.7.1	Wärme ΔQ	101
8.8.2	Drehimpuls eines starren Körpers	69	11.7.2	Volumenarbeit ΔW	102
8.8.3	Eingespannte Achsen	70	11.8	1. Hauptsatz der Thermodynamik	104
9	Schwingungen	71	11.9	Kreisprozesse	105
9.1	Schwingungen	71	11.10	Wärmekraftmaschine, WKM . .	106
9.1.1	Amplitude A und Phase φ . . .	73	11.11	Die Wärmepumpe	107
9.1.2	Kinetische und potentielle Energie	73	11.12	Carnot Prozess	108
9.2	Mathematisches Pendel	74	11.13	Begriff der Entropie S	109
9.3	Physikalisches Pendel	75	12	Elektrische Ladung, E-Feld	113
9.4	Gedämpfter harmonischer Os- zillator	76	12.1	Elektrische Ladung	113
9.4.1	Die unterkritische Dämpfung . .	76	12.2	Coulombkraft \vec{F}_{el}	113
9.4.2	Die überkritische Dämpfung . .	77	12.3	Elektrische Induktion	114
9.4.3	Die kritische Dämpfung	77	12.4	Das Elektrische Feld \vec{E}	114
9.4.4	Getriebenes Pendel, Resonanz . .	77	12.5	Elektrischer Fluss	116
9.5	Schwebung	80	12.6	Elektrostatische Abschirmung . .	117
10	Wellen	81	12.7	Arbeit im E -Feld, Potential U . .	117
10.1	Welleneigenschaften	82	12.8	Gradient des Potential, Feld- stärke	118
10.1.1	Periode T , Wellenlänge λ	82	12.9	Äquipotentialflächen	119
10.1.2	Beugung	83	13	Leitungsstrom	121
10.1.3	Interferenz	83	13.1	Driftgeschwindigkeit v_d	121
10.1.4	Brechung	84	13.2	Elektrischer Strom I	121
10.1.5	Reflexion	85	13.3	Stromdichte j	122
10.1.6	Wellenargument	85	13.4	Widerstand R , Ohmsches Gesetz	122
10.1.7	Gruppen- und Phasengeschwin- digkeit v_g, v_p	86	13.5	Spezifischer Widerstand ρ	123
10.1.8	Harmonische Welle	87	13.6	Temperaturabhängigkeit	124
			13.7	Beweglichkeit	125

14	Elektronenwellen	129	17.3	Kristallstruktur	165
14.1	Elektronenwellen	129	17.4	Millersche Indizes (<i>hkl</i>)	167
14.2	1D- Potentialtopf, $V = \infty$	131	17.5	Kristallfehler	168
14.3	Die Schrödingergleichung	132	17.5.1	Punktfehler	168
14.4	Kastenpotential	133	17.5.2	Linienfehler	169
14.5	Tunneleffekt	135	17.5.3	Flächenfehler	170
14.6	3d-Potentialtopf	136	18	Module der Festkörper	171
14.7	Zustandsdichte $g(E)$	138	18.1	Elastizitätsmodul E	171
14.8	Die Fermiverteilung $f(E)$	139	18.1.1	Polymere	174
15	Halbleiter	141	18.2	Poissonzahl μ	174
15.1	Halbleiter	141	18.3	Volumenänderung	175
15.1.1	Eigenleitung	142	18.4	Hydrostatische Kompression	175
15.1.2	Rekombination	143	19	Druck und Strömung	177
15.1.3	Dotierung	143	19.1	Statischer Druck in Flüssigkeiten	177
15.1.4	<i>pn</i> -Schicht	145	19.2	Auftrieb	177
15.1.5	Diode als Gleichrichter	145	19.3	Strömung	178
16	Magnetismus	147	19.3.1	Bernoulli Gleichung	180
16.1	Die Induktionsflussdichte \vec{B}	148	20	Geometrische Optik	183
16.2	Die Lorentzkraft \vec{F}_L	148	20.1	Reflexion	183
16.2.1	Kraft auf Leiter	148	20.2	Gekrümmte Spiegel	184
16.3	Das magnetische Moment	149	20.3	Hohlspiegel	184
16.3.1	Drehmoment auf Leiterschleife	150	20.4	Konvexer Spiegel	186
16.3.2	Drehmoment auf Stabmagnet	151	20.5	Das Brechungsgesetz	187
16.4	Das Gesetz von Biot-Savart	151	20.6	Dispersion	188
16.5	Das Magnetfeld \vec{H}	152	20.7	Totalreflexion	189
16.6	Atomare magnetische Momente	152	20.8	Linsen	189
16.7	Die Magnetisierung \vec{M}	155	20.9	Sammellinsen	190
16.7.1	Paramagnete ($\mu_r > 1$)	157	20.9.1	Lupe	191
16.7.2	Diamagnete ($\mu_r < 1$)	157	20.10	Zerstreuungslinse	192
16.7.3	Ferromagnete ($\mu_r \gg 1$)	157	20.11	Mikroskop	193
16.8	Hysterese	158	20.12	Kepplersches Fernrohr	194
17	Aufbau der Materie, Kristalle	161	21	Relativität	195
17.1	Das interatomare Potential	163	21.1	Die Raumzeit	195
17.2	Die atomaren Bindungsarten	164	21.1.1	Gleichzeitigkeit	198
17.2.1	Ionische Bindung	164	21.1.2	Zeitdehnung (Zeitdilatation)	199
17.2.2	Kovalente Bindung (Atombin- dung)	164	21.1.3	Uhren im Gravitationsfeld	200
17.2.3	Metallische Bindung	165	21.1.4	Längenkontraktion	201
17.2.4	Van-der-Waals Bindung	165	21.1.5	Dynamische Masse	201
			21.1.6	Relativistische Energie	202

22	Spezielle Themen	203		
22.1	Radioaktivität	203	22.1.3	Gammastrahlung 204
22.1.1	Alphazerfall	203	22.1.4	Kernspaltung 204
22.1.2	Betazerfall	203	22.1.5	Ionisation 204
			22.1.6	Halbwertszeit 205
23	Anhang-A	207		