

Inhalt

Vorwort — V

Zum Inhalt von Band I — VII

Danksagung — IX

Symbolverzeichnis Band I — XVII

1	Einleitung — 1
1.1	Was will die Physik? — 1
1.2	Messgrößen (<i>quantities</i>) und Einheiten (<i>units</i>) — 4
1.3	Messgenauigkeit (<i>accuracy</i>) und Messfehler (<i>error</i>) — 7
1.3.1	Festlegung eines Messwertes aus mehreren Einzelmessungen — 8
1.3.2	Zentraler Grenzwertsatz (<i>central limit theorem</i>) für rein statistische Fehler — 9
1.3.3	Die Fehler eines Messergebnisses — 9
1.3.4	Die Fehlerverteilungsfunktion — 10
1.3.5	Das Fehlerfortpflanzungsgesetz — 12
	Zusammenfassung — 15
Anhang	Definition der SI-Basiseinheiten — 17
2	Mechanik des Massenpunktes — 19
2.1	Kinematik (<i>kinematics</i>) — 19
2.1.1	Geschwindigkeit und Beschleunigung — 21
2.1.2	Die allgemeine Bewegung des MP — 22
2.1.3	Spezielle Bewegungen — 25
2.2	Dynamik (<i>dynamics</i>) — 29
2.2.1	Die Newtonschen Axiome und der Impuls (<i>momentum</i>) — 31
2.2.2	Bahndrehimpuls und Drehmoment — 36
2.2.3	Kraftstoß, Arbeit und Energie, Leistung — 39
2.2.4	Erhaltung der mechanischen Gesamtenergie — 46
2.3	Bezugssysteme und Trägheitskräfte — 47
2.3.1	Inertialsysteme, Galilei-Transformation — 47
2.3.2	Geradlinig beschleunigte Bezugssysteme — 50
2.3.3	Rotierende Bezugssysteme — 52
2.3.4	Die Erde als rotierendes Bezugssystem — 57
2.4	Massenpunktsysteme und Erhaltungssätze (<i>conservation laws</i>) — 60

XII — Inhalt

2.4.1	Der Massenmittelpunkt (= Schwerpunkt) und der (lineare) Gesamtimpuls — 60
2.4.2	Der Gesamtdrehimpuls eines Teilchensystems — 62
2.4.3	Die Gesamtenergie eines Teilchensystems — 63 Zusammenfassung — 65
Anhang 1	Gravitation und Planetenbewegung — 70
A1.1	Das Gravitationsgesetz — 70
A1.2	Das Keplerproblem — 73
A1.3	Bestimmung der Erdbeschleunigung — 81
A1.3.1	Das mathematische, ebene Pendel (<i>simple pendulum</i>) — 81
A1.3.2	Das physikalische Pendel (<i>physical pendulum</i>) — 83
A1.3.3	Das Reversionspendel — 86
A1.4	Bestimmung der Gravitationskonstante — 88
Anhang 2	Stoßprozesse (<i>collisions</i>) und Streuung (<i>scattering</i>) — 95
A2.1	Der elastische Stoß ($Q = 0$) im Laborsystem (<i>laboratory coordinate system</i>) — 97
A2.2	Elastischer Stoß ($Q = 0$) im Schwerpunktsystem (<i>centre of mass system</i>) — 103
A2.3	Inelastischer Stoß ($Q \neq 0$) — 109
A2.3.1	Maximal inelastischer Stoß, Teilcheneinfang ($Q > 0$) — 109
A2.3.2	Teilchenzerfall ($Q < 0$) — 113
A2.4	Potenzialstreuung (<i>Coulombstreuung</i>) — 114
A2.4.1	Das α -Teilchen im Coulombfeld eines Atomkerns — 114
A2.4.2	Der differentielle Wirkungsquerschnitt – die Rutherford'sche Streuformel — 119
3	Mechanik des starren Körpers (<i>rigid body</i>) — 127
3.1	Statik und Gleichgewicht (<i>statics and equilibrium</i>) — 127
3.1.1	Drehmoment und Bezugspunkt — 129
3.1.2	Der Massenmittelpunkt (= Schwerpunkt) — 132
3.2	Kinematik und Freiheitsgrade (<i>kinematics and degrees of freedom</i>) — 133
3.2.1	Allgemeine Bewegung der Massenpunkte eines starren Körpers — 133
3.2.2	Die Freiheitsgrade des starren Körpers — 135
3.3	Dynamik, Trägheitsmoment, Rotationsenergie (<i>dynamics, moment of inertia, rotational energy</i>) — 136
3.3.1	Bewegungsgleichungen des starren Körpers — 136
3.3.2	Das Trägheitsmoment (<i>moment of inertia</i>) — 137
3.3.3	Die Rotationsenergie — 139
3.3.4	Rotation um eine feste Achse — 140
3.3.5	Der Steinersche Satz (<i>parallel axes theorem</i>) — 142

3.3.6	Trägheits- und Energieellipsoid — 143
3.3.7	Freie Achsen — 146
3.4	Kreiselbewegung (<i>motion of a top</i>) — 148
3.4.1	Der kräftefreie, symmetrische Kreisel — 148
3.4.2	Der ‚schwere Kreisel‘ — 151
3.4.3	Die Eulerschen Kreiselgleichungen — 155
	Zusammenfassung — 158
Anhang 1	Weiteres vom Kreisel — 162
A1.1	Gleichsinniger Parallelismus — 162
A1.2	Der Kreisel im mit der Präzessionsfrequenz $\tilde{\Omega}$ rotierenden Bezugssystem — 163
A1.3	Das Zentrifugalmoment eines Körpers, der nicht um eine Hauptträgheitsachse rotiert — 166
4	Mechanik deformierbarer Körper — 167
4.1	Aggregatzustände und Bindungen — 167
4.1.1	Gasförmiger Zustand — 168
4.1.2	Flüssiger Zustand — 169
4.1.3	Fester Zustand — 169
4.2	Deformation fester Körper — 172
4.2.1	Hookesches Gesetz, Elastizitätsmodul — 172
4.2.2	Scherung und Torsion — 179
4.2.3	Elastische Konstanten und Kristallstruktur — 182
4.2.4	Der Elastizitätstensor, allgemeines Hookesches Gesetz — 185
4.3	Mechanik von Flüssigkeiten und Gasen (Fluiden) — 189
4.3.1	Die Kontinuitätsgleichung — 193
4.3.2	Die Eulergleichung — 195
4.3.3	Ruhende Flüssigkeit im Schwerefeld — 201
4.3.4	Ruhendes ideales Gas bei konstanter Temperatur im Schwerefeld — 203
4.3.5	Die Bernoulli-Gleichung — 205
4.3.6	Die Potenzialströmung (wirbelfreie Strömung) — 210
4.3.7	Wirbelströmung (<i>vortical flow</i>), Turbulenz — 213
4.3.7.1	Ideale, reibungsfreie Flüssigkeit, Wirbelsätze — 213
4.3.7.2	Reibungsbehaftete (zähe) Flüssigkeiten — 217
4.3.8	Oberflächenspannung und Kapillarität — 221
4.3.8.1	Spezifische Oberflächenenergie, spezifische Grenzflächenenergie, Oberflächenspannung, Grenzflächenspannung — 221
4.3.8.2	Normaldruck gekrümmter Oberflächen — 226
4.3.8.3	Kapillarität — 228
	Zusammenfassung — 231
Anhang 1	Gleichgewicht im elastischen Körper: Grundgleichung der Elastostatik — 236

5	Mechanische Schwingungen und Wellen (<i>oscillations and waves</i>)	— 239
5.1	Ungedämpfte harmonische Schwingungen (<i>undamped harmonic oscillations</i>)	— 242
5.1.1	Der freie, ungedämpfte harmonische Oszillator (<i>simple harmonic oscillator</i>)	— 242
5.1.2	Überlagerung von harmonischen Schwingungen (<i>superposition of harmonic oscillations</i>)	— 254
5.1.3	Zerlegung von periodischen und unperiodischen Funktionen, Fourieranalyse und Fouriertransformation	— 262
5.2	Der freie, gedämpfte Oszillator	— 272
5.2.1	$\gamma^2 < \omega_0^2$, $\Leftrightarrow \beta^2 < 4 \text{ km}$, schwache Dämpfung (<i>underdamped</i>)	— 273
5.2.2	$\gamma^2 > \omega_0^2$, $\Leftrightarrow \beta^2 > 4 \text{ km}$, starke Dämpfung (<i>overdamped</i>)	— 276
5.2.3	$\gamma^2 = \omega_0^2$, $\Leftrightarrow \beta^2 = 4 \text{ km}$, $\alpha = \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2} = 0$, kritische Dämpfung (= aperiodischer Grenzfall, <i>critically damped</i>)	— 278
5.2.4	Die Energie der Schwingungsbewegung	— 280
5.3	Erzwungene Schwingung und Resonanz	— 283
5.3.1	Periodische Anregung, komplexe und reelle Amplituden der erzwungenen Schwingung	— 283
5.3.2	Resonanz	— 286
5.3.3	Energiebilanz der erzwungenen Schwingung	— 288
5.4	Gekoppelte Oszillatoren	— 289
5.5	Mechanische Wellen (<i>mechanical waves</i>)	— 294
5.5.1	Ebene Wellen (<i>plane waves</i>), Phasengeschwindigkeit (<i>phase velocity</i>)	— 294
5.5.2	Die Gruppengeschwindigkeit	— 298
5.5.3	Die Wellengleichung	— 304
5.5.4	Ausbreitung von mechanischen Wellen	— 310
5.5.5	Energiedichte und Energietransport	— 318
5.6	Akustik	— 319
5.6.1	Stehende Wellen (<i>standing waves</i>)	— 319
5.6.2	Resonanzbedingung der schwingenden Saite	— 321
5.6.3	Physik der Musik, Entwicklung der europäischen Tonleitern	— 325
5.6.4	Schallfeldgrößen und ihre Messung	— 330
5.6.5	Die Schall-Kugelwelle	— 335
5.6.6	Stimme und Ohr, Lautstärke	— 338
5.6.7	Ultraschall und seine Anwendungen	— 344
5.6.8	Akustischer Dopplereffekt, Kopfwellen	— 346
5.6.8.1	Zentraler Dopplereffekt	— 346
5.6.8.2	Nichtzentraler Dopplereffekt	— 351
5.6.8.3	Kopfwellen	— 353
	Zusammenfassung	— 355

Anhang 1 Schwingungsformen einer gezupften Saite — 363

Anhang 2 Frequenzauflösung im Ohr durch Transversal-Wanderwellen — 365

Literatur — 367

Register — 369