

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 (*quantities*) und Einheiten (*units*) — 4
- 1.3 Messgenauigkeit (*accuracy*) und Messfehler (*error*) — 7
 - 1.3.1 Festlegung eines Messwertes aus mehreren Einzelmessungen — 8
 - 1.3.2 Zentraler Grenzwertsatz (*central limit theorem*) 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
- Anhang Zusammenfassung — 15
- Anhang Definition der *SI*-Basiseinheiten — 17

2 Mechanik des Massenpunktes — 19

- 2.1 Kinematik (*kinematics*) — 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 (*dynamics*) — 29
 - 2.2.1 Die Newtonschen Axiome und der Impuls (*momentum*) — 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 (*conservation laws*) — 60

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 (Coulombstreuung) — 114
A2.4.1	Das α -Teilchen im Coulombfeld eines Atomkerns — 114
A2.4.2	Der differentielle Wirkungsquerschnitt – die Rutherfordsche 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 $\vec{\Omega}$ 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 Schwerfeld — 201
4.3.4	Ruhendes ideales Gas bei konstanter Temperatur im Schwerfeld — 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	$\gamma^2 < \omega_0^2, \Leftrightarrow \beta^2 < 4$ km, schwache Dämpfung (<i>underdamped</i>) — 273
5.2.2	$\gamma^2 > \omega_0^2, \Leftrightarrow \beta^2 > 4$ km, starke Dämpfung (<i>overdamped</i>) — 276
5.2.3	$\gamma^2 = \omega_0^2, \Leftrightarrow \beta^2 = 4$ 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