

Inhalt

Verzeichnis der Tabellen	11
Vorwort	13
1. Einführung	15
1.1 Die Teilchen der Physik und ihre Wechselwirkungen	15
Die Elementarteilchen (15) – Die Gravitation (18) – Die elektromagnetische Wechselwirkung (21) – Die starke Wechselwirkung (22) – Die schwache Wechsel- wirkung (23)	
1.2 Die Struktur der Materie	24
Atome (24) – Moleküle (25) – Zustandsformen der Materie bei verschiedenen Temperaturen (28)	
1.3 Grundkonzepte physikalischer Naturbeschreibung	31
Literaturhinweise zu Kapitel 1	35
2. Grundbegriffe der Bewegung	37
2.1 Zeitmessung	37
Kurze Zeiten (40) – Sehr kurze Zeiten (41) – Lange Zeiten (42) – Einheiten der Zeit (46)	
2.2 Längenmessung	49
Große Abstände (49) – Kleine Abstände (54)	
2.3 Bewegungen	55
2.3.1 Geschwindigkeit	55
Geradlinig gleichförmige Bewegung (56) – Messung von Geschwindigkeiten (57) – Geschwindigkeit in bewegten Bezugssystemen (59)	
2.3.2 Beschleunigung	60
Gleichförmige beschleunigte geradlinige Bewegung (62) – Kreisbewegung (64) – Lineare harmonische Schwingung (66)	

	Literaturhinweise zu Kapitel 2	67
	Überblick über einige Lehrbücher der Mechanik Auswahl von Lehrbüchern, die die notwendigen mathematischen Voraussetzungen vermitteln	
3.	Die beiden ersten Newtonschen Gesetze	70
3.1	Das Trägheitsprinzip oder 1. Newtonsches Gesetz Die statische Messung einer Kraft (72) – Hookesches Gesetz (73)	70
3.2	Das Aktionsprinzip oder 2. Newtonsches Gesetz Träge Masse (78) – Impuls (78) – Inertialsysteme (78) – Maßeinheit von Massen (79) – Maßeinheit der Kraft (81) – Anwendung des 2. Newtonschen Gesetzes (81)	75
3.3	Kraftgesetz des harmonischen Oszillators Der gedämpfte harmonische Oszillator – Reibungs- kräfte (84)	82
3.4	Das universelle Gravitationskonstante (95) Fallgesetz (88) – Äquivalenzprinzip (88) – Die Kep- lerschen Gesetze (92) – Der Mond fällt wie der Apfel (95) – Die Gravitationskonstante (95)	87
3.5	Einfache Anwendungen des Gravitationsgesetzes Satellitenbahnen (97) – Bestimmung der Masse und Dichte von Jupiter (98) – Numerische Berechnung von Planetenbahnen (99)	97
	Literaturhinweise zu Kapitel 3	103
4.	Die Erhaltung von Energie und Impuls	104
4.1	Die Erhaltung von kinetischer und potentieller Energie Arbeit und potentielle Energie bei Deformation einer Feder (107) – Arbeit und potentielle Energie beim Heben einer Last (109) – Arbeit und potentielle Ener- gie bei elektrostatischen Kräften (110) – Potentielle Energie ausgedehnter Massen- und Ladungsvertei- lungen (112) – Maßeinheiten von Arbeit, Energie und Leistung (115)	105

4.2	Einfache Anwendungen des Prinzips der Energieerhaltung	116
	Bewegungen von Körpern in Gravitationsfeldern (Bahngeschwindigkeiten von Planeten, Entweich- geschwindigkeit von Raketen) (116) – Gesetze des statischen Gleichgewichts (Hebel, hydrosta- tischer Druck) (117) – Energiesatz und Bewegungs- gleichung (118)	
4.3	Äquipotentialflächen der potentiellen Energie und ihr Gradient	118
4.4	Konservative und nichtkonservative Kräfte	121
4.5	Reaktionsprinzip und Impulserhaltung	121
	Reaktionsprinzip (oder 3. Newtonsches Gesetz) (122) – Impulserhaltung bei Wirken innerer Kräfte (123)	
4.6	Stoßprozesse	124
	Der vollkommen unelastische Stoß (125) – Der vollkommen elastische Stoß (126) – Huygens Be- weis für die Impulserhaltung beim Stoß (127)	
4.7	Gesamtimpuls eines Systems mit äußeren Kräften	128
	Der Schwerpunktsatz (129) – Stoßprozesse im Schwerpunktsystem (131)	
4.8	Beispiele für die Impulserhaltung	133
	Die elastische Proton-Proton-Streuung (133) – Elastische Neutronenstreuung (135) – Raketen- antrieb (136) – Das Neutrino (137)	
	Literaturhinweise zu Kapitel 4	139
5.	Die rotierende Bewegung	140
5.1	Drehimpulserhaltung für einen Massenpunkt	141
	Das Drehmoment und der Drehimpuls für einen Massen- punkt (141) – Die Erhaltung des Drehimpulses beim Wirken einer Zentralkraft (143) – Beschreibung der Planetenbewegung (144) – Streuung von α -Teilchen an schweren Kernen (148)	
5.2	Die Erhaltung des Drehimpulses bei Systemen von Massenpunkten	151
	Bewegung des Massenschwerpunktes (151) – Die Drehimpulserhaltung bei einem System von Massen- punkten (152) – Drehimpulserhaltung beim Aus- fließen von Wasser aus einem Behälter (155) – Dreh- impulserhaltung im Sonnensystem (156)	

5.3	Der Drehimpuls starrer Körper	157
	Drehimpuls einer rotierenden Platte (157) – Drehimpuls eines rotationssymmetrischen Körpers (158) – Das Trägheitsmoment (159) – Drehimpuls eines beliebig geformten Körpers (161)	
5.4	Die kleinste Einheit des Drehimpulses in der Natur	163
	Stickstoffmolekül (163) – Wasserstoffatom (164) – Spin von Elementarteilchen (165)	
5.5	Der symmetrische Kreisel	166
	Der kräftefreie symmetrische Kreisel (167) – Der Kreisel unter dem Einfluß eines Drehmoments (168)	
5.6	Die Energie eines starren Rotators	171
5.7	Scheinkräfte in rotierenden Bezugssystemen	173
5.8	Schlußbemerkung: Vergleich zwischen linearer und rotierender Bewegung	177
	Literaturhinweise zu Kapitel 5	177
6.	Bewegte Bezugssysteme – Relativistische Mechanik	178
6.1	Die Galilei-Transformation und das Relativitätsprinzip der klassischen Mechanik	178
	Dynamische Äquivalenz (178) – Die Galilei-Transformation (180)	
6.2	Das Relativitätsprinzip und die Elektrodynamik	181
	Der Michelson-Versuch (182) – Ergebnis eines Michelson Experimentes (187)	
6.3	Die Lorentz-Transformation	188
	Die Relativität der Gleichzeitigkeit (188) – Die Lorentz-Transformation (192) – Addition von Geschwindigkeiten (194) – Längenkontraktion (195) – Die Zeitdilatation (199)	
6.4	Der Doppler-Effekt in relativistischer Behandlung	204
6.5	Relativistische Dynamik	208
	Impulserhaltung in der speziellen Relativitätstheorie – relativistischer Impuls (208) – Bewegungsgleichung (213) – Energieerhaltung (217) – Teilchen mit der Ruhemasse Null (225)	
	Literaturhinweise zu Kapitel 6	227

7.	Thermische Eigenschaften von Gasen	228
7.1	Die absolute Temperatur und das empirische Gasgesetz	228
7.2	Mikroskopische Analyse des Gasdrucks	230
7.3	Die Wärmekapazität von idealen Gasen	232
7.4	Isotherme und adiabatische Zustandsänderungen	234
7.5	Die Dichte der Erdatmosphäre in größeren Höhen	236
7.6	Gasdruck und mittlere freie Weglänge	238
	Der mittlere Abstand (238) – Mittlere freie Weglänge (239)	
7.7	Ideale und reale Gase	240
	Literaturhinweise zu Kapitel 7	242
8.	Bewegung von Flüssigkeiten	243
	Kontinuitätsgleichung (243) – Bernoullisches Gesetz (245) – Gesetz von Kutta-Joukowski (246)	
	Literaturhinweise zu Kapitel 8	247
9.	Schwingungen	249
9.1	Freie Schwingungen (Ungedämpfter harmonischer Oszillator)	249
9.2	Der gedämpfte freie Oszillator	251
	Abklingzeiten für Amplitude und Energie (252) – Gütefaktor (253)	
9.3	Erzwungene Schwingungen	253
	Phasenverschiebung (255) – Amplitude (256) – Absorbierte Leistung (257) – Infrarotabsorption in NaCl-Kristallen (259) – γ -Resonanzabsorption (260) – Kurzlebige kombinierte Kerne und Teilchen (261)	
9.4	Gekoppelte Oszillatoren	262
	Literaturhinweise zu Kapitel 9	265
10.	Wellen	266
10.1	Die Seilwelle	266
	Wellengleichung (268) – Ausbreitungsgeschwindig-	

	keit (269) – Reflexion einer Seilwelle (269) – Sinusförmige Wellen (Harmonische Wellen) (270) – Reflexion von harmonischen Wellen: stehende Wellen (272) – Eigenfrequenz einer schwingenden Saite (272) – Bemerkung zur Polarisierung einer Welle (273)	
10.2	Schallwellen	274
	Wellengleichung (275) – Schallwellen in Gasen (276) – Transversale elastische Wellen in Festkörpern (277) – Akustische Wellen in der Geologie (277)	
10.3	Die Ausbreitung von ebenen Wellen in drei Dimensionen	280
10.4	Der Doppler-Effekt	281
10.5	Schockwellen	283
10.6	Die Brandung	285
10.7	Fourier-Analyse von periodischen und nichtperiodischen Vorgängen	285
10.8	Gruppengeschwindigkeit	289
	Literaturhinweise zu Kapitel 10	293
	Ratschläge für's Studium	295
	Sachregister	297