

Inhalt

	Tabellenverzeichnis	X
	Vorwort	XI
A	Newtonsche Mechanik	1
1	Einführung	3
1.1	Historische Vorbemerkungen	4
1.2	Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen	6
1.2.1	Starke (oder Farb-)Wechselwirkung	9
1.2.2	Elektromagnetische Wechselwirkung	10
1.2.3	Schwache Wechselwirkung	11
1.2.4	Gravitation	12
1.3	Die Struktur der Materie	16
1.3.1	Kerne	16
1.3.2	Atome	18
1.3.3	Moleküle	20
1.3.4	Die Materie bei verschiedenen Temperaturen	22
1.4	Grundkonzepte physikalischer Naturbeschreibung	25
	Literaturhinweise zu Kapitel 1	30
2	Grundbegriffe der Bewegung	33
2.1	Zeitmessung	34
2.1.1	Kurze Zeiten	36
2.1.2	Sehr kurze Zeiten	37
2.1.3	Lange Zeiten	39
2.1.4	Einheiten der Zeit	45
2.2	Längenmessung	47
2.2.1	Große Abstände	47
2.2.2	Kleine Abstände	52
2.3	Bewegungen	53
2.3.1	Geschwindigkeit	53
2.3.2	Beschleunigung	58
2.3.3	Kreisbewegung	62
2.3.4	Lineare harmonische Schwingung	63
	Literaturhinweise zu Kapitel 2	65

3	Die beiden ersten Newtonschen Gesetze	69
3.1	Das Trägheitsprinzip oder 1. Newtonsches Gesetz	69
3.1.1	Die statische Messung einer Kraft	72
3.2	Das Aktionsprinzip oder 2. Newtonsches Gesetz	75
3.2.1	Kraft und Beschleunigung	75
3.2.2	Inertialsysteme	78
3.2.3	Die Maßeinheit der Masse	79
3.2.4	Maßeinheit der Kraft	80
3.2.5	Anwendung des 2. Newtonschen Gesetzes	81
3.3	Kraftgesetz des harmonischen Oszillators	81
3.3.1	Der ungedämpfte harmonische Oszillator	81
3.3.2	Der gedämpfte harmonische Oszillator	84
3.3.3	Reibungskräfte	86
3.4	Das universelle Gravitationsgesetz	91
3.4.1	Das Fallgesetz	91
3.4.2	Äquivalenzprinzip	91
3.4.3	Die Keplerschen Gesetze	96
3.4.4	Der Mond fällt wie der Apfel	98
3.4.5	Die Gravitationskonstante	99
3.5	Einfache Anwendungen des Gravitationsgesetzes	101
3.5.1	Satellitenbahnen	101
3.5.2	Bestimmung der Masse und Dichte von Jupiter	102
3.5.3	Numerische Berechnung von Planetenbahnen	103
	Literaturhinweise zu Kapitel 3	108
4	Die Erhaltung von Energie und Impuls	109
4.1	Die Erhaltung der Summe von kinetischer und potentieller Energie	110
4.2	Einfache Anwendungen des Prinzips der Energieerhaltung . .	121
4.3	Äquipotentialflächen der potentiellen Energie und ihr Gradient	124
4.4	Konservative und nichtkonservative Kräfte	126
4.5	Reaktionsprinzip und Impulserhaltung	127
4.6	Stoßprozesse	129
4.7	Gesamtimpuls eines Systems mit äußeren Kräften	134
4.8	Beispiele für die Impulserhaltung	138
	Literaturhinweise zu Kapitel 4	144
5	Die rotierende Bewegung	145
5.1	Drehimpulserhaltung für einen Massenpunkt	151
5.2	Die Erhaltung des Drehimpulses bei Systemen von Massen- punkten	161
5.3	Der Drehimpuls starrer Körper	167

5.4	Die kleinste Einheit des Drehimpulses in der Natur	173
5.5	Der symmetrische Kreisel	177
5.6	Die Energie eines starren Rotators	182
5.7	Scheinkräfte in rotierenden Bezugssystemen	184
5.8	Schlußbemerkung: Vergleich zwischen linearer und rotieren- der Bewegung	189
	Literaturhinweise zu Kapitel 5	189
6	Feste Stoffe: Vom Diamant zum Wackelpudding	191
6.1	Strukturen	191
6.2	Makroskopisches mechanisches Verhalten fester Körper . . .	195
6.3	Mikroskopische Aspekte der plastischen Deformation	198
6.4	Keramische Werkstoffe	201
6.5	Materie im Kleinen: Tasten und bearbeiten	203
6.6	Warum ist Gummi so dehnbar?	206
6.7	Zwischen fest und flüssig	209
	Literaturhinweise zu Kapitel 6	211
7	Flüssigkeiten und ihre Bewegung	213
7.1	Hydrostatische Kräfte	214
7.1.1	Die Auftriebskraft	214
7.1.2	Oberflächen von Flüssigkeiten	215
7.1.3	Die Benetzung von festen Oberflächen	217
7.2	Kräfte in strömenden Flüssigkeiten	221
7.2.1	Trägheitskräfte in stationären Strömungen	221
7.2.2	Viskosität und Reibungskräfte	224
7.2.3	Strömung bei großen Geschwindigkeiten	226
7.2.4	Vom Fliegen	228
	Literaturhinweise zu Kapitel 7	233
8	Schwingungen	235
8.1	Freie ungedämpfte Schwingungen	235
8.2	Freie gedämpfte Schwingungen	237
8.2.1	Abklingzeiten für Amplitude und Energie	238
8.2.2	Der Gütefaktor	239
8.3	Erzwungene Schwingungen	239
8.4	Gekoppelte Schwingungen	249
8.5	Parametrisch verstärkte Schwingungen	251
	Literaturhinweise zu Kapitel 8	254
9	Wellen	255
9.1	Ein erstes Beispiel: Die Seilwelle	256
9.1.1	Eine Störung breitet sich aus	256

9.1.2	Ableitung der Wellengleichung und ihre Lösungen	257
9.1.3	Reflexion von Seilwellen am festen Ende	259
9.1.4	Sinusförmige (harmonische) Wellen	260
9.1.5	Reflexion harmonischer Wellen: Stehende Wellen und Schwin- gungen	261
9.1.6	Eigenfrequenzen einer schwingenden Saite	262
9.1.7	Von schwingenden Saiten zur Musik	263
9.1.8	Bemerkungen zur Polarisierung von Wellen	264
9.2	Schallwellen	265
9.2.1	Vorbemerkungen	265
9.2.2	Longitudinale Schallwellen in Gasen und Flüssigkeiten	266
9.2.3	Das Schallfeld und seine Größen	271
9.2.4	Schallwellen in der Natur und Technik	278
9.2.5	Wellen auf Flüssigkeitsoberflächen	289
9.2.6	Frequenzspektrum, Dispersion und Energietransport	297
	Literaturhinweise zu Kapitel 9	304
B	Grundlagen der thermischen Physik	307
10	Die Temperatur und das ideale Gas	309
10.1	Thermodynamik und statistische Mechanik	309
10.2	Die absolute Temperatur und das Gasgesetz	311
10.3	Der Gleichgewichtszustand und die Relaxation	314
10.4	Temperaturmessung	315
10.5	Brownsche Bewegung	322
10.6	Mikroskopische Analyse des Gasdrucks und innere Energie	324
10.7	Mittlere freie Weglänge und der Streuquerschnitt	326
10.8	Die barometrische Höhenformel	329
10.9	Der Boltzmann-Faktor und die thermische Energie	331
11	Wichtige thermische Eigenschaften der Materie	333
11.1	Spezifische Wärme	333
11.2	Der Gleichverteilungssatz und das mehratomige Gas	338
11.3	Wärmeausdehnung	340
11.4	Wärmetransport	342
11.5	Diffusion	349
12	Ideale und reale Gase; Phasenumwandlung	351
12.1	Die Aggregatzustände am Beispiel des Wassers	351
12.2	Phasenumwandlungen erster und zweiter Ordnung	354
12.3	Zustandsfläche und Zustandsänderung des idealen Gases	355
12.4	Die Zustandsgleichung realer Gase	358

12.5	Der kritische Punkt, die Tripellinie und der Dampfdruck . . .	360
12.6	Gibbssche Phasenregel und Phasendiagramme	364
13	Wärme, Energie und Entropie – die Hauptsätze	367
13.1	Die Arbeit eines Gases	367
13.2	Der erste Hauptsatz	369
13.3	Reversible und irreversible Prozesse	370
13.4	Der zweite Hauptsatz und die Entropie	371
13.5	Der dritte Hauptsatz	376
13.6	Der Carnot-Prozeß	378
14	Einige Anwendungen der Thermodynamik	385
14.1	Die thermodynamische Temperaturskala	385
14.2	Der Joule-Thomson-Effekt und die Enthalpie	386
14.3	Gasverflüssigung und Tieftemperaturtechnik	390
14.4	Wärmekraftmaschinen – Stirling-Prozeß	396
	Literaturhinweise zu den Kapiteln 10–14	399
	Ratschläge fürs Studium	401
	Sachverzeichnis	403
	Anhänge	
	Die Nobelpreise in Physik seit 1973	415
	Basiseinheiten und Bezeichnungen	417
	Abgeleitete Einheiten	418
	Fundamentale physikalische Konstanten	419
	Periodensystem der Elemente	hint. Umschlag