

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	19
Über dieses Buch	19
Konventionen in diesem Buch	19
Was Sie nicht lesen müssen	20
Törichte Annahmen über den Leser	20
Wie dieses Buch aufgebaut ist	21
Teil I: Die Grundlagen werden gelegt	21
Teil II: Kraftvoll in Bewegung: Die Mechanik	21
Teil III: Sie kommen niemals zur Ruhe: Schwingungen und Wellen	21
Teil IV: Den Durchblick haben: Die Optik	22
Teil V: Zwei Seiten einer Medaille: Elektrizität und Magnetismus	22
Teil VI: Manche mögen's heiß: Die Thermodynamik	22
Teil VII: Der Top-Ten-Teil	22
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	22
Wie es weitergeht	23

Teil I	
Die Grundlagen werden gelegt	25

Kapitel 1	
Eine Wissenschaft zur Beschreibung der Welt: Die Physik	27
Was ist eigentlich Physik?	27
Die Welt erkunden: Die Experimentalphysik	28
Bedeutung der Physik für Biologie, Chemie und weitere Naturwissenschaften	28
Keine Einbahnstraße: Physik und die anderen Naturwissenschaften	29
Rolle der Mathematik	30
Übersicht über das Buch	31
Teil I: Die Grundlagen werden gelegt	31
Teil II: Kraftvoll in Bewegung: Die Mechanik	31
Teil III: Sie kommen niemals zur Ruhe: Schwingungen und Wellen	32
Teil IV: Den Durchblick haben: Die Optik	32
Teil V: Zwei Seiten einer Medaille: Elektrizität und Magnetismus	33
Teil VI: Manche mögen's heiß: Die Thermodynamik	33
Teil VII: Der Top-Ten-Teil	33

Kapitel 2	
Mathematischer Hintergrund	35
Die Richtung vorgeben: Vektoren	35
Eine Zahl allein reicht nicht aus	35
Vektoren als Pfeile	36
Zwei Angaben sind notwendig: Betrag und Richtung	37
Rechnen mit Vektoren	38
Gleich drei Multiplikationen	40
Differentialrechnung und Integralrechnung	44
$y' = dy/dx$: Ableitungen	44
Integration	47
Kapitel 3	
Physik bedeutet Messen	53
Messungen und ihre Fehler	53
Fuß, Elle und Schritt: Physikalische Maßeinheiten	54
Äpfel und Birnen: Rechnen mit Einheiten	55
International einheitlich: Einheitensysteme	55
Sieben sind unabhängig: Die Grundeinheiten	56
Abkürzungen: Zehnerpotenzen und Vorsilben	58
Teil II	
Kraftvoll in Bewegung: Die Mechanik	63
Kapitel 4	
Bewegung pur: Die Kinematik	65
Die Reduzierung auf das Notwendigste: Das Konzept des Massenpunkts	65
Bewegung schafft Raum und Zeit	66
Bei Stillstand gibt es keine Zeit: Die Sekunde	67
Raum und Bewegung	68
Vier Größen zur Beschreibung von Bewegungen	69
Geschwindigkeit ist keine Hexerei	69
Auf's Gaspedal drücken: Die Beschleunigung	69
Superposition von Bewegungen	71
Immer konstant: Energie und Impuls	72
Auch die Masse spielt eine Rolle: Der Impuls	72
Geschwindigkeit bedeutet Energie: Die kinetische Energie	72
Nichts geht verloren, nichts wird gewonnen: Die Erhaltungssätze	73
Austausch von Energie und Impuls: Stöße	74
Drei Größen zur Beschreibung von Kreisbewegungen	75
Besser geeignet: Der überstrichene Winkel	77
Eine neue Größe: Die Winkelgeschwindigkeit	78
Zwei Arten von Beschleunigung	79
Gradlinige Bewegungen und Kreisbewegungen: Ein erster Vergleich	81

Kapitel 5

Dynamik

85

Sie bilden die Grundlage: Die Newton'schen Gesetze	85
Ohne Kraft geht gar nichts	86
Der berühmte Apfelbaum: Die Newton'schen Gesetze	86
Sowohl träge als auch schwer: Die Masse	89
Massen ziehen sich gegenseitig an: Das Gravitationsgesetz	91
Die Masse der Erde ist gewaltig groß	92
Überlagerung und Zerlegung von Kräften: Fall- und Wurfbewegungen	93
Es geht abwärts: Der freie Fall	93
Er wirkt stets nach oben: Der Auftrieb	94
Sie wirkt stets bremsend: Die Reibung	95
Zerlegung von Kräften: Die schiefe Ebene	99
Speere, Hammer und andere Wurfgeschosse: Wurfbewegungen	99
Weitere wichtige Größen der Dynamik	101
Arbeit ist Kraft mal Weg	101
Arbeit geht nicht verloren: Energie und Energieerhaltungssatz	105
Auf die Leistung kommt es an	107
Was lange wirkt, wirkt endlich gut	108
Der Abschied vom Massenpunkt: Rotationsbewegungen	108
Sie wirkt nach innen: Die Zentripetalkraft	108
Sich um die eigene Achse drehen: Die Rotation	109
Es kommt auf den Angriffspunkt an: Das Drehmoment	110
Jeder Punkt spielt eine gewichtige Rolle: Das Trägheitsmoment	111
Drehimpuls und Drehimpulserhaltungssatz	114
Vergleich Translation mit Rotation	115

Teil III

Sie kommen niemals zur Ruhe: Schwingungen und Wellen

119

Kapitel 6

Auf und ab, hin und her: Schwingungen

121

Viele Bewegungen, ein Mechanismus: Harmonische Schwingungen	122
Auf und ab: Das Federpendel	122
Der Antrieb einer Uhr: Das Fadenpendel	124
Brettpendel	126
Schwingungsgleichung	127
Spezielle Schwingungen	134
Gedämpfte Schwingungen	134
Erzwungene Schwingungen	135
Resonanzen können katastrophal enden	136
Schwingungssysteme	137
Überlagerung von Schwingungen	137
Miteinander oder gegeneinander: Gekoppelte Schwingungen	141

Kapitel 7

Surfing the Waves: Wellen **145**

Zeit und Raum: Ausbreitung von Schwingungen	146
Eine Welt voller Wellen	146
Bewegung in Zeit und Raum: Die Wellengleichung	148
Ebene Wellen und Kugelwellen	151
Entweder konstruktiv oder destruktiv: Die Interferenz	152
Nichts als Druckdifferenzen: Schallwellen	153
Laut und Leise: Die Interferenz von Schallwellen	154
Interferenz: Überlagerung von Wellen	155
Huygens'sches Prinzip	156
Wellen können um die Ecke gehen: Die Beugung	157
An der Bahnschranke: Der Doppler-Effekt	163

Teil IV

Den Durchblick haben: Die Optik **169**

Kapitel 8

Geheimnisvoll und doch erhellend: Das Licht **171**

Die Wellennatur des Lichts	171
Was schwingt beim Licht: Elektromagnetische Wellen	172
Intensität und Intensitätsverlust	173
Vom Wechselstrom zur Höhenstrahlung: Elektromagnetische Wellen	174
Von Rot nach Violett: Das sichtbare Spektrum	174
Eine ungeheure Vielfalt: Das elektromagnetische Spektrum	174
Licht interferiert! Beugung am Spalt und am Gitter	177
Auf die Richtung kommt es an: Die Polarisierung	178

Kapitel 9

Im Spiegelkabinett: Die Reflexion **183**

Äußerst gradlinig: Licht als Strahl	183
Strahlenmodell	184
Dies Bildnis ist bezaubernd schön: Reelle und virtuelle Bilder	184
Reflexionsgesetz	186
Spiegeln, Spiegeln an der Wand: Reflexion am ebenen Spiegel	187
Vergrößern oder Verkleinern: Reflexion an gewölbten Spiegeln	189
Hohlspiegel	189
Auf sie kommt es an: Die Hauptstrahlen	192
Nach außen gewölbt: Konvexe Spiegel	198

Kapitel 10

Die Richtung ändert sich: Die Brechung **201**

Optische Täuschungen	201
Übergang an Grenzflächen: Brechungsindex und Brechungsgesetz	202
Hier kommt nichts durch: Die Totalreflexion	205
Brechung im alltäglichen Leben	207
Abbildung durch Linsen	210
Sammeln oder Zerstreuen: Arten von Linsen	210
Linsengesetz	211
Auf sie kommt es an: Die Hauptstrahlen	214
Abbildung durch Sammellinsen	215
Zerstreuungslinsen	217
Linienfehler	218
Schwächen ausbügeln: Linsenkombinationen	220
Vergrößern oder Verkleinern: Optische Instrumente	221
Im Prinzip nur eine Sammellinse: Das Auge	221
Einfach, aber praktisch: Die Lupe	225
Kleine Dinge ganz groß: Das Mikroskop	227

Teil V

Zwei Seiten einer Medaille: Elektrizität und Magnetismus **233**

Kapitel 11

In Ruhe, aber voller Kraft: Die Elektrostatik **235**

Elektrostatische Phänomene	235
Das Zackl-Gefühl: Ladungstrennung durch Reibung	236
Ladungen: Anziehend und abstoßend zugleich	237
Unterschiede ziehen sich an: Die Influenz	238
Alles über Ladungen in Kürze	240
Auf den Abstand kommt es an: Das Coulombgesetz	241
Wirkung auf eine Probeladung: Das Elektrische Feld	244
Parallel: Das Feld eines Plattenkondensators	244
Auf ihre Dichte kommt es an: Darstellung durch Feldlinien	246
Einfache Überlagerung	247
Elektrische Energie und Spannung	248
Arbeit und elektrische Energie	248
Potential und Spannung	251
Zusammenfassung elektrischer Feldgrößen	254
Kapazität	255
Die Kapazität erhöhen: Die Rolle eines Dielektrikums	255
Reihen- und Parallelschaltung	257

Kapitel 12

Immer in die gleiche Richtung: Gleichstromkreise

261

Er kommt aus der Steckdose: Der elektrische Strom	261
Strom ist Ladung pro Zeit	261
Strom erfordert Spannung: Spannungsquellen	262
Nur Elektronen können sich bewegen: Der Ladungstransport	263
Widerstand leisten: Das ohmsche Gesetz	265
Strom und Spannung im Gleichmarsch: Das ohmsche Gesetz	265
Spannungsabfall	266
Jeder besitzt seinen eigenen Widerstand: Der spezifische Widerstand	266
Gleichstromnetze	267
Ein Widerstand kommt selten allein: Kombinationen von Widerständen	268
Knoten und Maschen: Die Kirchhoffschen Regeln	270
Glühende Drähte: Die elektrische Leistung	272

Kapitel 13

Magnetismus

275

Magnetische Phänomene	275
Sie wirken immer: Permanentmagnete	275
Auch magnetisch: Stromdurchflossene Leiter	276
Ursache sind immer bewegte Ladungen: Magnetische Felder	279
Magnetfeldgröße #1: Die magnetische Induktion	279
Magnetfeldgröße #2: Die Magnetfeldstärke	280
Elektromagnetismus pur: Spulen	282
Alle Materialien sind magnetisch	283
Bewegte Ladungen in elektrischen und magnetischen Feldern	285
Immer gerade aus: Bewegte Ladungen im elektrischen Feld	285
Im Kreis herum: Bewegte Ladungen im Magnetfeld	287
Induktion	292
Wenn sich der Fluss ändert: Die Induktion	292
Es geht rund: Das Motor-Generator-Prinzip	295
Rauf und runter: Transformator	298
Selbstinduktion	299
Elektrisches und Magnetisches Feld	300
Zum Schluss ein Augenöffner: Die Lichtgeschwindigkeit	302

Kapitel 14

Wechselstromkreise

305

Stetige Veränderung: Der Wechselstrom	305
Nur die Effektivwerte zählen: Die Leistung eines Wechselstromkreises	306
Jede Menge Widerstände	308
Ohmscher Widerstand	308
Kapazitiver Widerstand	309
Induktiver Widerstand	312
Den Widerstand vereinigen	313

Wirkleistung und Blindleistung	315
Zeigerdiagramme	316
Swing, When You Are Winning: Schwingkreise	318
 Teil VI	
<i>Manche mögen's heiß: Die Thermodynamik</i>	321
 Kapitel 15	
<i>Wärmephänomene und Wärmetransport</i>	323
Temperatur und Wärme	323
36 Grad, und es wird noch heißer: Temperaturmessung	323
Volumen- und Längenausdehnung	326
Wärme quantitativ	328
Objektiv werden: Von der Wärme zur Wärmemenge	329
Beim Aperitif beobachtet: Phasenübergänge	329
Sie wirkt im Verborgenen: Die latente Wärme	331
Er braucht seine Zeit: Der Wärmetransport	332
Vorsicht, heiß! Die Wärmeleitung	332
Heiße Luft steigt nach oben: Die Konvektion	334
Sonnig und warm: Die Wärmestrahlung	335
Wenn die heiße Luft vibriert: Die Thermodynamik von Gasen	335
Eine große Anzahl von Teilchen: Die Avogadrozahl	335
Nahezu perfekt: Das ideale Gasgesetz	336
Für alle Gase gleich: Das Molvolumen	338
Gasteilchen: Schnell und energetisch	338
 Kapitel 16	
<i>Thermodynamik auf den Punkt gebracht:</i>	
<i>Die Hauptsätze der Thermodynamik</i>	343
Null, aber wichtig: Der nullte Hauptsatz	343
Auch Wärme ist Energie: Der erste Hauptsatz	344
Die Namen sind seltsam, die Prozesse wichtig	345
Zurück zur Wärmekapazität	348
Der zweite Hauptsatz	349
Aus Wärme wird Kraft: Wärmekraftmaschinen	350
Hundert Prozent sind nicht möglich: Der Wirkungsgrad	350
Das Optimum: Carnot-Prozesse	351
Absolut Null ist nicht möglich: Der dritte Hauptsatz	355

Teil VII

Top-Ten Teil 357

Kapitel 17

Zehn Physiker, die die klassische Physik geprägt haben 359

Er wollte die Welt aus den Angeln heben: Archimedes von Syrakus	359
Tycho Brahe	360
Und sie bewegt sich doch: Galileo Galilei	360
Evangelista Torricelli	361
Sie brachten die Optik voran: Ernst Abbe, Carl Zeiss und Otto Schott	362
Albert Michelson	362
Alessandro Volta	363
André-Marie Ampère	363
Guglielmo Marconi	364
Drei Männer, drei Temperaturskalen: Celsius, Fahrenheit und Kelvin	364

Kapitel 18

Zehn Experimente, die die klassische Physik geprägt haben 367

Im freien Fall: Galileo Galilei	367
Voll unter Druck: Die Magdeburger Halbkugeln	368
Die Drehwaage oder der Cavendish-Versuch	368
Die Erde dreht sich: Das Foucault'sche Pendel	369
Licht ist eine Welle: Der Young'sche Doppelspaltversuch	370
Es gibt keinen Äther: Der Michelson-Morley-Versuch	371
Die Bestimmung der Elementarladung: Der Millikan-Versuch	372
Elektrizität und Magnetismus gehören zusammen: Der Oersted-Versuch	373
Magnetismus in Elektrizität umwandeln: Faradays Induktionsversuche	374
Es gibt elektromagnetische Wellen: Der Hertz'sche Oszillator	375

Stichwortverzeichnis 377